

Evolution morphologique de la retenue du barrage de Pierre Glissotte suite à la seconde phase de l'arasement

Louis Gilet¹, Frédéric Gob^{1*}, Clément Virmoux¹, Jonathan Touche¹, Emmanuèle Gautier¹,
Matthieu Moës²

¹ Université Panthéon-Sorbonne (Paris 1), Laboratoire de Géographie Physique, CNRS UMR8591, 1 Place Aristide Briand, FR-92195 Meudon cedex, France.

² Agence de l'Eau Seine Normandie, DT Seine Amont, 18 cours Tarbé, CS 70702, 89107 SENS cedex, France.

*frederic.gob@univ-paris1.fr

Résumé

Le présent rapport s'inscrit dans la continuité de deux précédents rapports Piren (2016 et 2017) détaillant l'évolution de l'Yonne à Château Chinon suite à l'arasement du barrage de Pierre Glissotte. Nous y détaillons les ajustements morphologiques qui se sont opérés dans l'ancienne retenue suite à la seconde phase de travaux qui a consisté à supprimer les 4 m inférieurs de l'ancien barrage et ainsi entièrement rétablir la continuité sédimentaire de la retenue. Si le nouveau chenal créé suite à la première phase de l'arasement avait atteint une certaine stabilité déjà plusieurs mois avant les nouveaux travaux, ces derniers ont rétabli une réelle dynamique hydro-sédimentaire avec une remobilisation notable de la charge de fond et une érosion verticale et latérale importante. 7 mois après les travaux, c'est plus de 2800 m³ de sédiments gravo-sableux qui ont été érodés dont une part importante a été réintroduite dans le système. Les traceurs réinjectés dans le chenal quelques semaines avant l'ouverture complète du barrage ont été mobilisés et ont pour certains parcouru plusieurs centaines de mètres en une douzaine de mois. Leur vitesse de déplacement montre là aussi que le lit de la rivière est loin d'être stabilisé et que la charge stockée en amont du barrage pendant plusieurs décennies devrait mettre encore quelques temps avant d'avoir été complètement réintroduite dans le système.

Points clefs

- ✓ Une reprise notable de la dynamique érosive suite à la dernière phase de l'arasement du barrage de Pierre Glissotte.
- ✓ Accompagnée par une augmentation significative du transport solide.
- ✓ Une dynamique moins importante qu'après la première phase mais témoignant tout de même que l'équilibre morpho-dynamique attendu n'est pas encore atteint.

Introduction

Le présent rapport s'inscrit dans la continuité de deux précédents rapports PIREN (Gilet *et al.*, 2016 ; 2017) relatant le suivi de l'évolution de l'Yonne à Château Chinon suite à l'arasement du barrage de Pierre Glissotte. Ce barrage constituait un obstacle à la continuité sédimentaire et écologique et a été démantelé par son propriétaire en concertation avec l'Agence de l'Eau Seine Normandie. L'arasement du barrage a été réalisé en deux fois. La première phase s'est déroulée durant l'été 2015. Elle a permis la vidange de la retenue et la déconstruction des 3 m supérieurs du barrage (Gilet *et al.*, 2018). La seconde, consistant à supprimer les 4 m inférieurs sur plus de la moitié de la largeur de l'obstacle, s'est déroulée en octobre 2017. Ces deux phases ont été suivies par la remise en mouvement de la charge sédimentaire bloquée en amont du

barrage depuis plusieurs décennies et d'importants ajustements morphologiques au sein de l'ancienne retenue. Ce rapport présente le suivi réalisé depuis le début de la seconde phase : on y détaille la remobilisation de la charge grossière grâce à des traceurs RFID, et l'évolution morphologique du chenal grâce à plusieurs relevés réalisés à partir de photographies aériennes prises depuis un drone.

1. Suivi du transport grossier dans l'ancienne retenue de Pierre Glissotte

1.1. Seconde injection de traceurs en juillet 2017

Le 25 juillet 2017 (3 mois avant la seconde phase de l'arasement), 172 nouveaux traceurs RFID ont été injectés dans le chenal formé dans l'ancienne retenue de Pierre Glissotte (Figure 1A). Comme pour la première série de traceurs injectés (18 juillet 2015), des cailloux et galets ont été équipés de transpondeurs passifs intégrés (Passive Integrated Transponder) fonctionnant à basse fréquence (134,2 kHz). Les PIT tag utilisés (marque Texas Instrument) sont de type « ampoule de verre » et ils mesurent entre 23 et 32 mm.

Cette seconde série de traceurs présente un D_{50} de 69 mm. Cette valeur médiane est un peu supérieure à celle des différents bancs présents dans le lit en juillet 2017 (D_{50} de 41 à 60 mm). Ceci étant dit et étant donné la taille du substrat à l'amont immédiat de l'ancienne retenue, D_{50} de 108 mm, plusieurs particules plus grossières ont également été équipées, portant le D_{90} de l'injection de traceurs à 120 mm. A l'opposé de la courbe granulométrique et du fait de la taille des PIT utilisés, les plus petits cailloux équipés de traceurs surestiment légèrement la taille des petites fractions granulométriques de la rivière : D_{16} de 41 mm pour les traceurs, contre une gamme de D_{16} allant de 22 à 27 mm en juillet 2017.

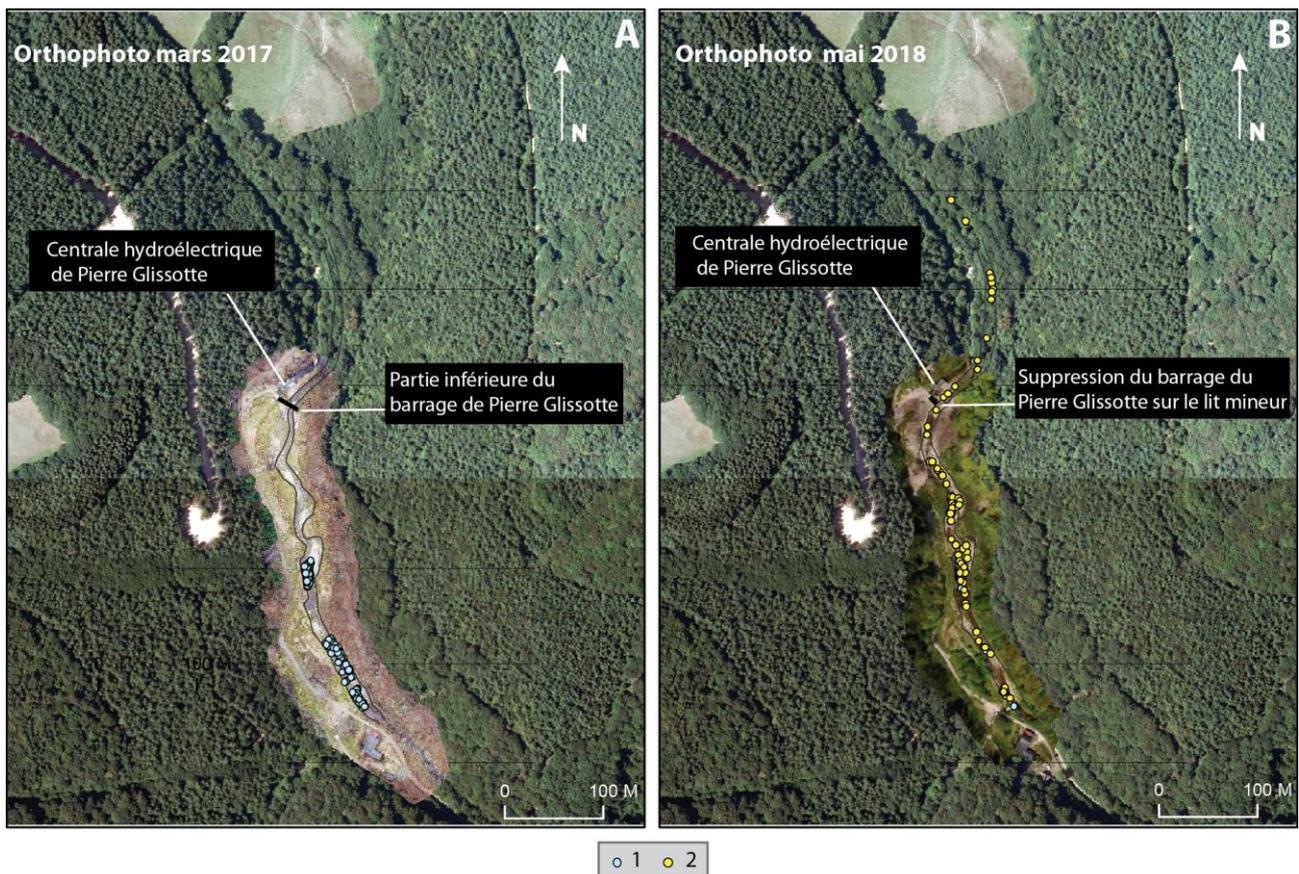


Figure 1. Evolution de la position des traceurs de la 2nde série entre leur injection et le 31/08/2018

- A. Position initiale des traceurs injectés le 25/07/2017.1. Traceur à leur position initiale.
- B. Dernière position connue au 31/08/2018 (selon la dernière détection en date).

Comme lors de la première injection, les traceurs ont été positionnés le long de plusieurs lignes sub-perpendiculaires à l'écoulement (Figure 1A). Près de 62% des traceurs ont été injectés sur les 78 premiers mètres de la retenue (banc amont), le long desquels la rivière se divise en deux chenaux. Un second groupe, situé une soixantaine de mètres plus en aval (banc intermédiaire), rassemble le reste des traceurs. La configuration est un peu différente. Le lit mineur devient très large (de 12 à 26 m) et passe d'un chenal unique à deux chenaux (en débit moyen), séparés par un épais banc médian (jusqu'à 90 cm d'épaisseur dans sa partie aval).

1.2. Suivi séquentiel du transport grossier entre juillet 2016 et août 2018

Entre juillet 2016 et août 2018, 5 nouveaux relevés des déplacements de la charge de fond équipée ont été effectués (Figure 2) : R6, R7, R8, R9 et R10 (voir Gilet *et al.*, 2017, pour une analyse des 5 premiers relevés). R6 a été effectué avant l'injection des nouveaux traceurs, R7 après l'injection mais avant l'arasement total du barrage et R8, R9 et R10 après la réouverture du barrage. Il faut par ailleurs préciser que l'hydrogramme présenté ici a été construit en extrapolant les données de la station hydrométrique de Corancy située quelques kilomètres en aval, grâce à la relation basée sur la taille de bassin versant proposée par Bravard et Petit (1997). Si les grands traits hydrologiques peuvent globalement être considérés avec assurance, les valeurs de pics de crue doivent être considérées avec précaution. Nous les avons ajusté à l'aide d'un enregistrement en continu des hauteurs d'eau (toutes les 15 min avec une sonde de pression Schlumberger) sur un site de suivi hydro-sédimentaire localisé environ 550 en amont de l'ancienne retenue et à l'hydrologie identique (aucun affluent majeur entre ce site et l'ancienne retenue).

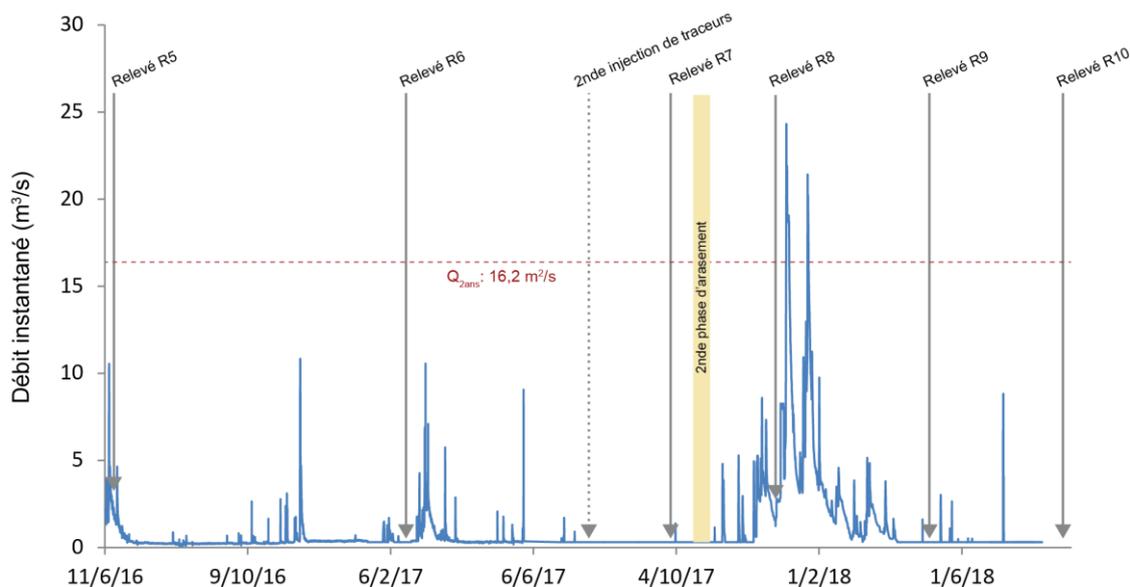


Figure 2. Hydrogramme et chronologie des relevés PIT tag entre juin 2016 et août 2018.

L'analyse des mouvements opérés par les traceurs - mobilisés uniquement - entre les différents relevés (Figure 3), combinée à l'observation des épisodes hydrologiques (Figure 2), révèle quelques grandes tendances dans l'activité du charriage entre l'été 2016 et l'été 2018. Quelques éléments avaient été déjà donnés dans le rapport 2017 (Gilet *et al.*, 2017) pour la période juillet 2016 – printemps 2017. On a assisté entre juin 2016 et février 2017 (Relevé R6) à un ralentissement significatif du charriage dans l'ancienne retenue (Figure 3.A) : distance médiane de 3 mètres et taux de mobilisation de 6%. La faible activité hydrologique peut sans doute expliquer en partie cette faible dynamique (un seul véritable épisode de crue en novembre 2016). Mais c'est bien le ralentissement de l'activité érosive près de 2 ans après la première phase de travaux qui explique en grande partie ce transport sédimentaire relativement limité. En effet directement après l'arasement de la partie supérieure du barrage, une mobilisation intense et généralisée a d'abord été constatée en même temps que d'intenses ajustements morphologiques du lit. Plus tard, un certain nombre d'indices ont indiqué l'atteinte d'un profil d'équilibre temporaire : fin du passage du knick-point vers l'amont, diminution de la pente du lit, retour à un substrat caillouteux, bancs caillouteux stables et en aggradation... Le retour à cette nouvelle stabilité relative a été favorisé par la présence de points-durs (blocs

et affleurements de roche-mère) qui ont empêché l'érosion verticale et limité les ajustement latéraux. Cette stabilisation du chenal et des formes fluviales s'est traduite par un faible volume de sédiments érodés entre avril 2016 et mars 2017 (690 m³, contre 9600 m³ entre juillet 2015 et avril 2016). C'est cette stabilité relative que traduisent les relevés 6 et 7 de la Figure 3 A et B.

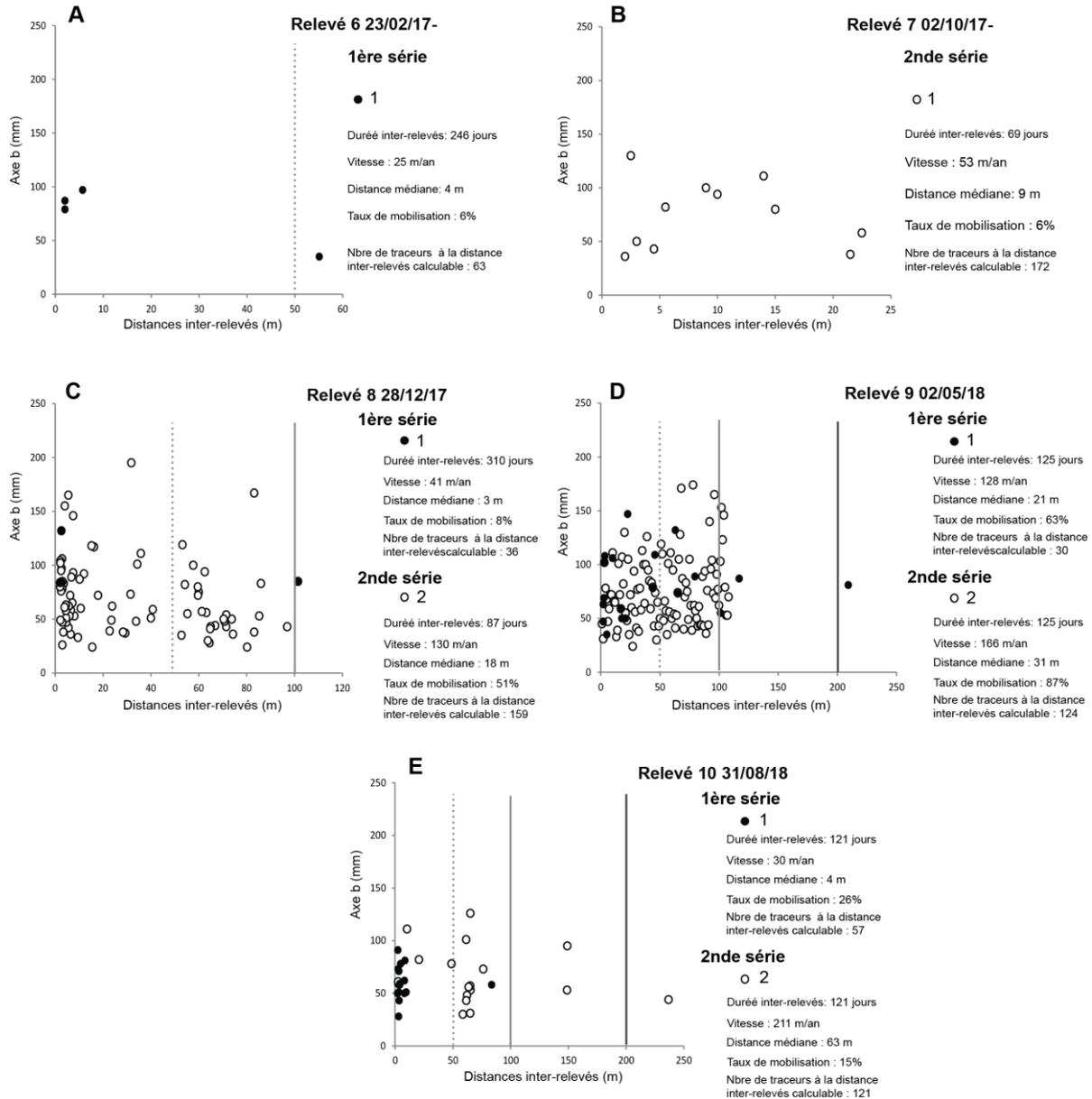


Figure 3. Distances inter-relevés parcourues par les traceurs moilisés dans l'ancienne retenue de Pierre Glissotte (période juillet 2016 à août 2018)

- A. distance parcourue par les traceurs mobilisés entre le cinquième relevé R5 (20/06/2016) et le sixième relevé R6 (23/02/17). 1. Traceur mobilisé entre R5 et R6 (1ère série injectée);
- B. distance parcourue par les traceurs mobilisés entre la seconde injection Inj2 (25/07/2017) et le septième relevé relevé R7 (02/10/17). 1. Traceur mobilisé entre Inj2 et R7 (2nde série injectée) ;
- C. distance parcourue par les traceurs mobilisés entre le sixième relevé R6 (23/02/17) pour la 1ère série injectée ou le septième relevé R7 (02/10/17) pour la 2nde série injectée, et le huitième relevé R8 (28/12/17).
 1. Traceur mobilisé entre R6 et R8 (1ère série) ; 2. Traceur mobilisé entre R7 et R8 (2nde série).
- D. distance parcourue par les traceurs mobilisés entre le huitième relevé R8 (28/12/17) et le neuvième relevé R9 (02/05/2018). 1. Traceur mobilisé entre R8 et R9 (1ère série); 2. Traceur mobilisé entre R8 et R9 (2nde série).
- E. distance parcourue par les traceurs mobilisés entre le neuvième relevé R9 (02/05/18) et le dixième relevé R10 (31/08/2018). 1. Traceur mobilisé entre R9 et R10 (1ère série). 2. Traceur mobilisé entre R9 et R10 (2nde série).

Sans remettre en cause l'idée d'une stabilisation du chenal, les graphiques B et C (Figure 3) peuvent toutefois la nuancer quelque peu. Le graphique B ne montre que les traceurs de la seconde série. Il est intéressant de noter qu'en dépit d'une hydrologie basse et uniforme (absence de crues, Figure 2), quelques mouvements sont observés. S'ils restent modestes (distance maximale : 22.5m) et marginaux (taux de mobilisation de 6% alors que la distance inter-relevé était calculable pour les 172 traceurs, soit 11 traceurs mobiles), ces déplacements concernent une fraction granulométrique assez large (de 36 à 130 mm). L'absence d'activité hydrologique morphogène fait émettre 2 hypothèses conciliables : (i) malgré nos précautions au moment de leur mise en place, ces traceurs ont peut-être bénéficié d'une position de saillie facilitant anormalement leur mobilisation ; (ii) le lit est encore en phase d'ajustement mais sur un rythme moins intense et de façon plus localisée que dans les mois ayant suivi la première phase d'arasement. Cette seconde hypothèse est notamment soutenue par la localisation des traceurs mobilisés : 10 des 11 traceurs concernés étaient situés dans une même section de cours d'eau de 15-20 mètres de long. Il s'agit d'une portion assez étroite (3 à 5 mètres de large) marquée par une incision assez lente le long de la berge droite.

Le graphique C (Figure 3) donne à voir les résultats du relevé effectué à la fin décembre 2017, un peu plus de deux mois après la seconde phase d'arasement et après quelques premières petites crues hivernales (Figure 2). Comme précisé dans la légende, les distances indiquées concernent des périodes de durée différente pour les deux séries, 310 jours pour la première et 87 jours pour la seconde. La première série a donc subi les épisodes de crue de mars 2017 et de décembre 2017 alors que la seconde n'a subi que ceux de décembre 2017. Pour autant, tous les indicateurs (vitesse, distance médiane, taux de mobilisation) montrent un transport bien moins important pour la 1^{ère} série que pour la 2^{nde}. Le plus faible nombre de traceurs utilisables pour la 1^{ère} série que pour la 2^{nde} (36 contre 159) pourrait en partie expliquer la mobilité plus faible de ces traceurs. Toutefois, la position des traceurs indique que ce serait plutôt un effet de piégeage des traceurs de la 1^{ère} série, présents depuis plus de 3 ans, qui semble l'expliquer. En effet, la majorité de ces particules sont piégées de façon plus ou moins temporaire derrière des blocs pluri-décimétriques, sur un chenal secondaire immergé uniquement en crue ou dans des bancs stables et épais peu remaniés.

Le graphique D (Figure 3) montre les distances inter-relevés parcourues par les traceurs mobiles entre le relevé 8 de décembre 2017 et le relevé 9 de début mai 2018. La durée inter-relevé est cette fois la même pour les traceurs des 1^{ère} et 2^{nde} séries et intervient après plusieurs crues très importantes survenues en janvier 2018 (Figure 2). Les traceurs des deux séries ont cette fois avancé de manière conséquente (distance moyenne de 57 m, taux de mobilisation de 87 % pour la seconde et distance moyenne de 44 m et taux de mobilisation de 63 % pour la première). Les traceurs de la 1^{ère} série, qui semblaient solidement stabilisés/piégés, ont donc été remis en mouvement par les fortes crues hivernales mais peut être également par le réajustement morphologique enclenché par la seconde phase d'arasement. Cette seconde phase avait débuté quelques semaines avant le relevé R8 (28/12/2017) mais les processus érosifs entraînés ont mis un certain temps à se propager sur l'ensemble de l'ancienne retenue. En effet, la réponse de la rivière à ce nouvel abaissement du niveau de base (-4 mètres) est apparue moins « spectaculaire » que suite à la première phase: pas d'incision immédiate et pluri-métrique, pas de knick-point visible, *etc.* Ceci dit, le transport observé durant l'hiver et le printemps 2018 a accompagné des ajustements morphologiques non négligeables : érosion partielle du banc médian (qui stockait un nombre important de traceurs), incision plus ou moins marquée sur plusieurs secteurs encore peu stabilisés par des points durs.

Le graphique E fait suite au relevé effectué à la fin de l'été 2018. Un seul épisode de crue (8,8 m³/s) apparaît sur la Figure 2 entre ce relevé et le relevé précédent R9 (02/05/2018). Il s'est traduit par une faible mobilisation des traceurs (26 % pour la 1^{ère} série, 15 % pour la 2^{nde}) mais des distances parcourues assez importantes pour la seconde série (distance moyenne de 70 m (soit 211 m/an) et médiane de 63 m). La montée et la décrue ont été très rapides (10 heures au total) et explique certainement ces résultats. Les traceurs de la 1^{ère} série n'ont toutefois parcouru que de faibles distances (distance moyenne de 10 m et médiane de 4 m) indiquant que si remaniement partiel des zones de sédimentation et remobilisation des traceurs piégés il y a eu entre décembre 2017 et mai 2018, une partie de ces derniers n'ont pas pour autant été remis dans le chenal actif principal (bancs émergés, chenaux secondaires). D'ailleurs, le faible taux de mobilisation des traceurs de la 2^{nde} série peut laisser penser qu'une partie d'entre eux a également « attéri » dans des zones de « piégeage » ou du moins de zones où l'énergie de l'écoulement est moins forte. La différence de temporalité est également à rappeler. Le transport intense des traceurs de la 1^{ère} série au cours des premiers mois post première phase d'arasement fait qu'une partie ont désormais avancé au-delà de la

zone de prospection habituelle (jusqu'à 300 m en aval de l'ancien barrage, quand les conditions hydrologiques le permettent). Le nombre de traceurs retrouvés est donc à chaque fois plus faible pour cette série que pour la 2^{nde}, plus « récente », et ceux de la 1^{ère} série qui sont « restés » dans la zone de prospection ont été ou sont *a priori* efficacement ralentis. Enfin il faut préciser que deux secteurs de la partie aval de l'ancienne retenue sont encombrés par plusieurs affleurements massifs de roche-mère et de très gros blocs mis en place artificiellement (constitution de merlons de protection de la berge gauche, dont une partie se retrouve aujourd'hui au milieu du chenal principal). Ils constituent autant d'obstacles pouvant masquer les traceurs déposés à leur pied et augmentent sensiblement la rugosité du chenal. La mobilisation et le transport sont donc moins fréquents et intenses dans cette zone. Or, pour le moment, davantage de traceurs de la 1^{ère} série ont pu atteindre ces secteurs perturbés, ce qui peut contribuer à expliquer le maintien d'un charriage pour le moment plus dynamique pour les traceurs de la 2^{nde} série.

2. Le charriage à Pierre Glissotte en contexte de démantèlement d'ouvrage

Le suivi des déplacements observés à Pierre Glissotte permet de mettre en évidence les temps de pulsation ou de repos caractérisant le charriage et d'en appréhender les facteurs de contrôle (hydrologie, évolutions morphologiques, *etc.*). Le tableau 1 indique les données de transport cumulé pour les deux séries sur la durée totale de suivi, soit entre leur date d'injection respective et août 2018. Pour la 1^{ère} série sont aussi rappelés les résultats observés sur un temps plus court, jusqu'en juin 2016 (série 1a). En effet, du fait de la longueur de prospection limitée (entre 350 et 600 m selon les conditions hydrologiques) et du charriage important observé la première année de suivi (125 m/an), les traceurs les plus mobiles n'ont plus été détectés aussi facilement. Au bout d'un certain temps, une certaine surreprésentation des traceurs les moins mobiles (les traceurs « piégés ») est à craindre, induisant ainsi une probable diminution de la vitesse moyenne de la 1^{ère} série diminue (51 m/an).

Tableau 1. Transport opéré par les traceurs mobilisés entre juillet 2015 et août 2018 (distances cumulées)

Série de traceurs et période de suivi	Distance moy (m)	Distance max (m)	Vitesse moy (m/an)	D _{cr} max ¹ mobilisé (mm)	Q _{cr} ² (m ³ /s)	Q _{cr} /Q _{2ans} ³
Série 1 – du 18/07/2015 au 31/08/2018	160	1724	51	195	3.1	0.19
Série 1a – du 18/07/2015 au 20/06/2016	115	453	125	147	3.1	0.19
Série 2 – du 25/07/2017 au 31/08/2018	95	478	86	195	1.2 - 8.49	0.07 - 0.52

¹D_{cr}max: Taille (axe b) du traceur le plus grossier mobilisé ; ²Q_{cr}: Débit critique observé ; ³Q_{2ans}: Débit de la crue biennale

Si on regarde plus en détails ces résultats (Figure 4), on voit clairement que la vitesse moyenne de déplacement des particules a rapidement cru après l'arasement du barrage puis a décliné de façon régulière avant de se stabiliser autour d'une quarantaine de mètres par an. On peut bien entendu attribuer cela à la méthode de suivi et, comme évoqué, à la surreprésentation des cailloux peu mobiles mais, comme présenté plus tôt, il apparaît également évident que cette décroissance est la conséquence de la stabilisation des dépôts au sein de l'ancienne retenue. Cette vitesse est d'ailleurs tout à fait comparable aux vitesses enregistrées sur deux sites témoins localisés quelques kilomètres en aval et en amont. Sur ces sites, des cailloux équipés ont été suivis entre l'automne 2014 et le printemps 2017 selon la même méthodologie que sur le site de Pierre Glissotte. Ils se sont déplacés en moyenne à 41 et 52 m/an (Gilet *et al.*, 2018). On voit donc qu'après quelques mois très dynamiques, le lit de l'Yonne s'est stabilisé et a retrouvé un certain équilibre conforme aux caractéristiques générales de la rivière.

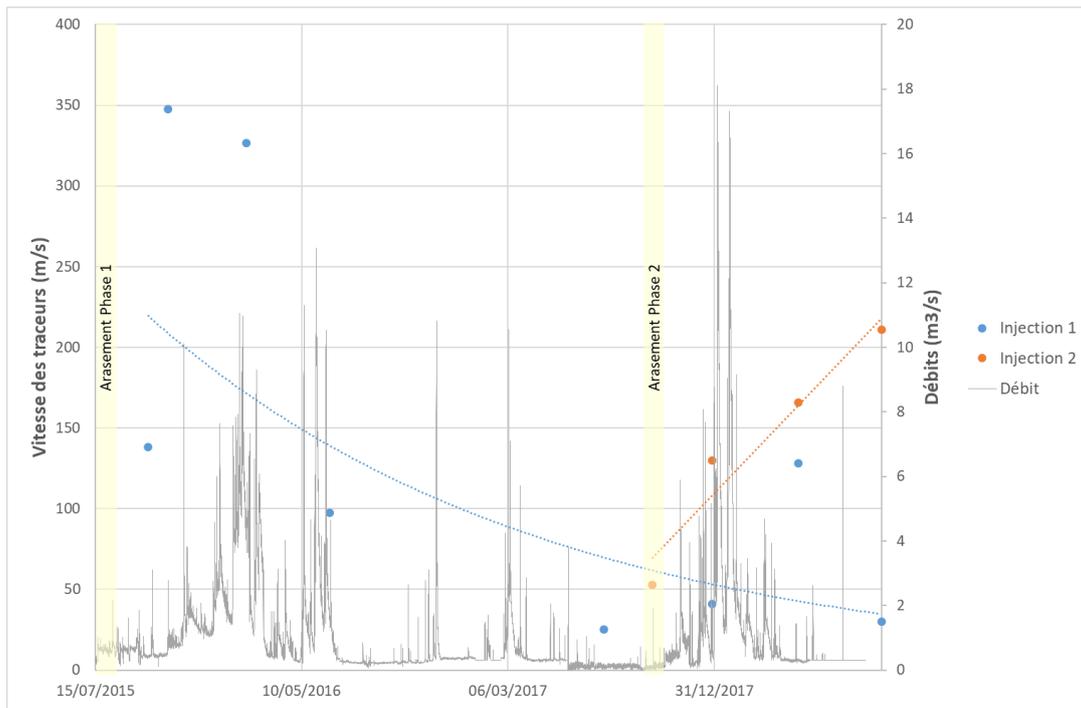


Figure 4. Distances inter-relevés parcourues par les traceurs moilisés dans l'ancienne retenue de Pierre Glissotte (période juillet 2015 à août 2018)

Depuis la deuxième phase et l'injection de nouveaux traceurs, la vitesse de déplacement des particules marquées repart à la hausse témoignant d'une nouvelle phase de réajustement (Figure 1 et 4). La 2nde phase d'arasement du barrage de Pierre Glissotte s'est en effet accompagnée d'un charriage très actif (même si moins important qu'à la suite de la première phase). Ainsi plus de 90% des traceurs injectés en juillet 2017 ont été mobilisés au moins une fois durant les 13 mois qui ont suivi leur injection (n : 155). Ces traceurs se sont répartis de manière assez homogène sur l'ensemble du linéaire de l'ancienne retenue (Figure 1), avec néanmoins certaines zones de dépôts préférentielles (marges immergées des bancs intermédiaire et aval par exemple). Ces traceurs ont avancé sur une distance moyenne de 95 m (médiane de 76 m) ; 57 d'entre eux ont parcouru plus de 100 m et 11 plus de 300 mètres. Un rétablissement de la continuité sédimentaire semble se poursuivre au droit de l'ancien barrage de Pierre Glissotte : 13 traceurs ont déjà dépassé le seuil rocheux restant, et 8 d'entre eux ont couvert plus de 100 m en aval.

La dynamique sédimentaire n'atteint toutefois pas les valeurs affichées durant les mois qui ont suivi la première phase d'arasement. C'est d'ailleurs ce que montre également la Figure 5. Nous avons en effet déjà montré qu'entre l'été 2015 et le printemps 2016, 9600 m³ de sédiments ont été érodés de l'ancienne retenue. Puis, entre le printemps 2016 et mars 2017, c'est à peine 690 m³ qui ont été évacués vers l'aval, principalement suite à l'érosion de la berge en rive gauche (170 m³ se sont déposés sur le site, principalement sur les grands bancs au centre du chenal). Depuis l'abaissement du niveau de base de 4 m de la seconde phase de travaux, ce sont 2800 m³ de sédiments supplémentaires qui ont été érodés. Une part importante a été retirée mécaniquement à l'amont immédiat de l'ancien barrage et déposée sur les rives gauches et droites pour permettre la démolition du mur. Mais une part non négligeable de ce volume de sédiments évacués l'a été par l'érosion naturelle du lit en dehors de la zone de travaux. On voit très bien sur la Figure 5 que le lit s'est incisé d'une trentaine de centimètres sur la totalité de l'ancienne retenue, et que l'érosion de la berge en rive gauche s'est intensifiée. Les bancs, qui semblaient plutôt s'engraisser en 2017, ont, depuis l'abaissement complet du barrage, subi une tendance inverse et se sont érodés.

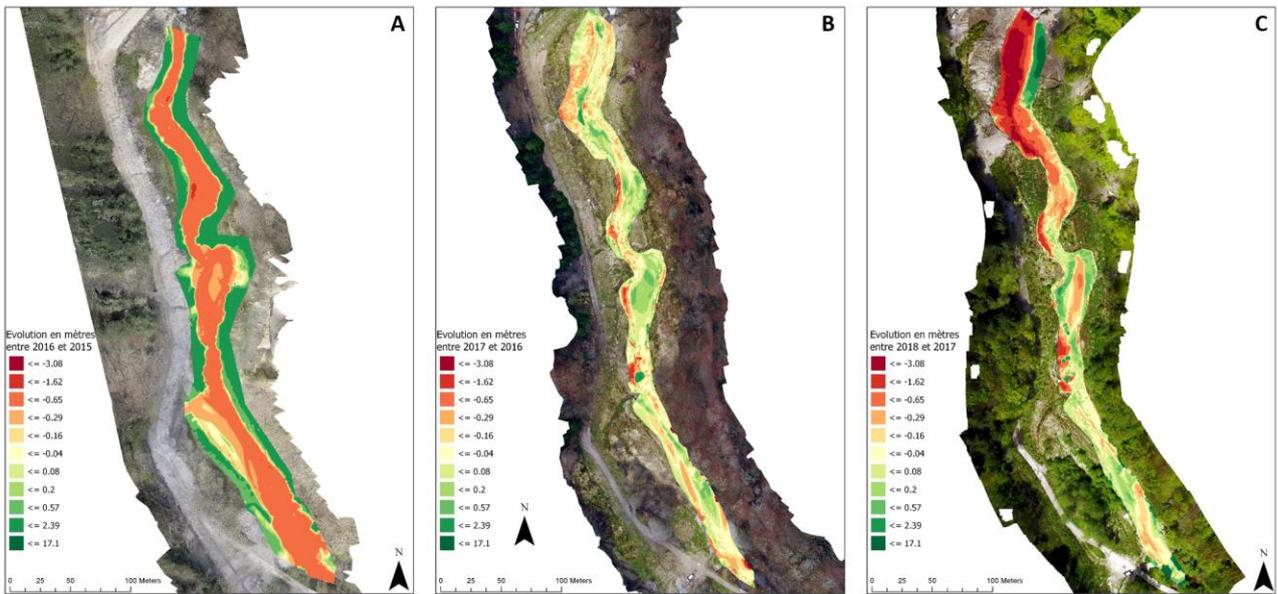


Figure 5. Carte de l'évolution planimétrique dans l'ancienne retenue (A) entre juillet 2015 et avril 2016 ; (B) entre avril 2016 et mars 2017 ; (C) entre mars 2017 et mai 2018

La composition granulométrique des bancs a par ailleurs poursuivi les tendances observées lors des premières années de suivi (Figure 5). La charge grossière piégée en queue de retenue a été tout de suite remobilisée et le lit sableux formé durant les jours qui ont suivi la première phase d'arasement s'est progressivement transformé en lit caillouteux. Trois bancs médians se sont par ailleurs installés dans la partie amont, intermédiaire et aval du lit. Ces bancs se sont progressivement engraisés lors de la première phase de l'arasement puis se sont plutôt faits éroder durant l'année qui a suivi la seconde étape des travaux (Gilet *et al.*, 2018). La Figure 5 montre que depuis que la retenue a été vidée, la taille des sédiments présents sur les bancs croît de façon presque ininterrompue. Une légère décroissance du D_{50} a bien été observée après une année de suivi, mais l'accroissement de la taille des particules est reparti à la hausse quelques mois avant la deuxième phase de travaux.

Depuis plusieurs mois, la taille des particules (D_{50} et D_{90}) du banc situé le plus en amont semble toutefois n'évoluer que très lentement. Par contre, la situation est loin d'être stabilisée sur les bancs intermédiaires et aval. La taille des particules reste bien inférieure au banc amont et les courbes montrent une croissance encore très importante. Si on considère la taille des particules de nos stations témoins situées quelques centaines de mètres en amont et en aval de Pierre Glissotte, respectivement 74 et 83 mm, on peut penser que la charge présente dans le lit au droit de l'ancienne retenue va continuer à croître.

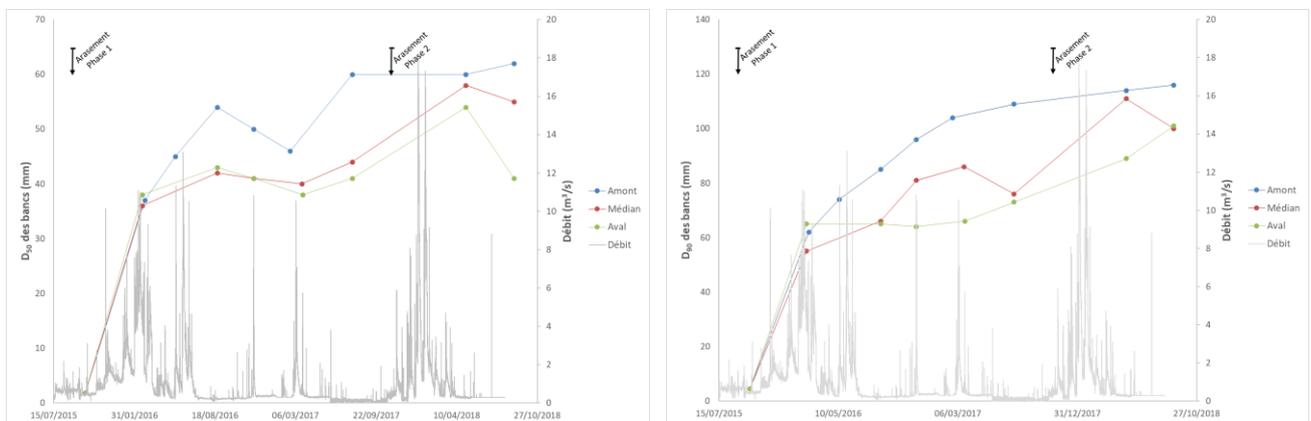


Figure 5. Evolution granulométrique de trois bancs caillouteux situés dans l'ancienne retenue de Pierre Glissotte.

3. Discussion et conclusion

La comparaison des ajustements observés sur l'Yonne à ceux d'autres démantèlements souligne la rapidité du processus érosif à l'œuvre à Pierre Glissotte (Figure 6). On observe que, sur les 9 premiers mois suivant le début des travaux, la vitesse d'érosion mesurée sur notre site d'étude est supérieure à tous les cas correspondant à un arasement en plusieurs étapes rassemblés sur la Figure 6 (sauf celui de Brownsville).

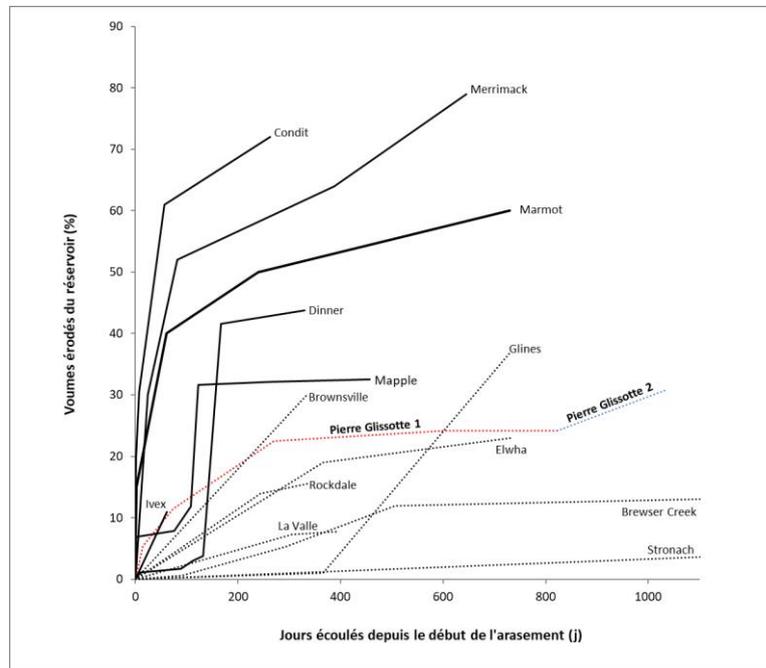


Figure 6. Comparaison des vitesses d'érosion des réservoirs après arasement (Sawaske et Freyberg, 2012 ; Grant et Lewis, 2015, modifiée). D'après Doyle et al., 2003 ; Stewart, 2006 ; Evans, 2007 ; Straub 2007 ; Burroughs et al., 2009 ; Walter et Tullos., 2010 ; Pearson et al., 2011 ; Major et al., 2012 ; Wilcox et al. 2014 ; Randle et al., 2015). Trait plein : arasement rapide ; Trait pointillé : arasement en plusieurs étapes.

L'érosion de Pierre Glissotte est notamment bien plus rapide que celle des deux autres réservoirs de composition granulométrique comparable (Rockdale Dam et Vallee Dam ; Doyle et al., 2003) et très proche de celle mesurée à la suite de l'arasement du barrage de Brownsville (Walter et Tullos, 2010), dont la retenue est pourtant composée d'éléments plus grossiers ($D_{50} = 59$ mm). Plusieurs auteurs ont en effet montré qu'il existait un lien entre vitesse d'érosion de l'ancienne retenue et composition granulométrique des sédiments (Pizutto, 2002 ; Bushaw-Newton et al., 2002 ; Doyle et al., 2003 ; Sawaske et Freyberg, 2012). À Pierre Glissotte, il semble plutôt que ce soit le caractère peu cohésif des sédiments qui a favorisé leur remobilisation. On retrouve également sur cette figure la période de stabilisation du chenal présentée plus tôt et, depuis la deuxième phase travaux la reprise de l'activité érosive et du transport sédimentaire (Pierre Glissotte 2). A cet égard, les bancs sablo-caillouteux qui semblaient s'être stabilisés et qui avaient été peu à peu colonisés par une végétation pionnière ont été en partie remaniés suite à la seconde phase, se différenciant ainsi des « back-fill terraces » décrites par Evans (2007), constituées également par les premiers dépôts accumulés après arasement mais qui se sont ensuite pérennisés. La Figure 6 montre et reflète donc très clairement que le site de Pierre Glissotte est loin d'avoir atteint une nouvelle situation d'équilibre et que le lit en formation risque d'encore évoluer pendant un certain nombre de mois.

Bibliographie

- Bravard J-P., Petit F. (1997). Les cours d'eau, dynamique du système fluvial. A. Colin, Coll. U, Paris, 222p.
- Burroughs B.A., Hayes D., Klomp K., Hansen J., Mistak J. (2009). Effects of Stronach Dam removal on fluvial geomorphology in the Pine River, Michigan, United States. *Geomorphology*, 110, 96-107.
- Bushaw-Newton K.L., Hart D.D., Pizzuto J.E., homson J.R., Egan J., Ashley J.T., Johnson T.E., Horwitz R.J., Keeley M., Lawrence J., Charles D., Gatenby C., Kreeger D.A., Nightengale T., homas R.L., Velinsky D.J., 2002. An integrative approach towards understanding ecological responses to dam removal: the Manatawny creek study. *Journal of the American Water Resources Association*, 38 (6) 1581-1599.
- Doyle M.W., Stanley E.H., Harbor Jon M. (2003). Channel adjustments following two dam removals in Wisconsin. *Water Resources Research*, 39 (1), 1011.
- Evans J.E., (2007). Sediment impacts of the 1994 failure of IVEX Dam (Chagrin River, NE Ohio): A test of channel evolution models. *Journal of Great Lakes Research* 33 (sp2), 90-102.
- Gilet L., Gob F., Virmoux C., Touche J., Harrache S., Gautier E., Moës M. (2016). Suivi de l'évolution morphologique et sédimentaire de l'Yonne suite à la première phase du démantèlement du barrage de la Pierre Glissotte (Massif du Morvan). Rapport Piren Seine, Piren Seine Phase VII. 24 p.
- Gilet L, Gob F., Virmoux C., Touche J., Gautier E., Moës M. (2017). Rétablissement de la continuité écologique de l'Yonne à Château Chinon (Massif du Morvan). Rapport Piren Seine, Piren Seine Phase VII., 20p.
- Gilet L., Gob F., Virmoux C., Touche J., Harrache S., Gautier E., Moës M., Thommeret N., Jacob-Rousseau N. (2018). Suivi de l'évolution morphologique et sédimentaire de l'Yonne suite à la première phase du démantèlement du barrage de Pierre Glissotte (Massif du Morvan, France). *Géomorphologie, relief, processus, environnement*, 24 (1), p 7- 29.
- Grant G.E, Lewis S.L. (2015). The Remains of the Dam: What Have We Learned from 15 Years of US Dam Removals? In Lollino G., Giordan D., Crosta G., Corominas J., Azzam R., Wasowski J., Sciarra N. (Eds.): *Engineering Geology for Society and Territory*, 3, 31-35.
- Major J.J., O'Connor J.E., Podolak C.J., Keith M.K., Grant G.E., Spicer K.R., Pittman S., Bragg H.M., Wallick J.R, Tanner D.Q., Rhode A., Wilcock P.R. (2012). Geomorphic response of the Sandy River, Oregon, to removal of Marmot Dam. US. Geological Survey, Professional Paper 1792, 64 p.
- Pearson A.J., Snyder N.P., Collins M.J. (2011). Rates and processes of channel response to dam removal with a sand-filled impoundment. *Water Resources Research*, 47 (8), W08504.
- Pizzuto J. (2002). Effects of dam removal on river form and process. *Bioscience*, 52 (8), 683-691.
- Randle T.J., Bountry J.A., Ritchie A., Wille K. (2015) – Large-scale dam removal on the Elwha River, Washington, USA: Erosion of reservoir sediment. *Geomorphology*, 246, 709-728.
- Sawaske S.R., Freyberg D.L. (2012). A comparison of past small dam removals in highly sediment-impacted systems in the US. *Geomorphology*, 151, 50-58.
- Stewart G.B. (2006). Patterns and Processes of Sediment Transport following Sediment-filled Dam Removal in Gravel Bed Rivers. Ph.D thesis, Oregon State University, 100 p.
- Straub T.D. (2007). Erosion dynamics of a stepwise small dam removal, Brewster Creek Dam near St. Charles, Illinois. Ph.D thesis, Colorado State University, 161 p.

Walter C., Tullos D.D. (2010). Downstream channel changes after a small dam removal: using aerial photos and measurement error for context; Calapooia River, Oregon. *River Research and Applications*, 26, 1220-1245.

Wilcox A.C., O'Connor J.E., Major J.J. (2014). Rapid reservoir erosion, hyperconcentrated low, and downstream deposition triggered by breaching of 38-m-tall Condit Dam, White Salmon River, Washington. *Journal of Geophysical Research – Earth Surface*, 119 (6), 1376-1394.