

SUIVI SEDIMENTAIRE SUR L'ADOUR

Mise en place d'un suivi sédimentaire permettant l'évaluation d'une injection réalisée en merlon sur l'Adour dans sa basse vallée

Auteur : Fabien Boutault



MAITRE D'OUVRAGE :

Fédération des Landes pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques
102 Allées Marines
40400 TARTAS

Affaire suivie par : Vincent RENARD



Merlon d'injection localisé en rive droite de l'Adour sur la commune de Saint-Sever – 40500
(crédit photo : Fabien Boutault)



Sommaire

1. Contexte et objectifs de l'action.....	2
1.1. Cadre général	2
1.2. L'Adour	2
1.3. Action réalisée	3
2. Mise en place du suivi sédimentaire.....	7
☐ Analyse granulométrique	7
☐ Equipement des galets	8
☐ Implantation du suivi sédimentaire	9
3. Références bibliographiques	10
4. Annexes	12

1. Contexte et objectifs de l'action

1.1. Cadre général

Depuis la seconde moitié du 19^{ème} siècle, en lien direct avec la révolution industrielle, la croissance démographique, et l'explosion des besoins en énergies et en matières premières associés (électricité, matériaux de construction, agriculture...), les pressions humaines n'ont eu de cesse d'impacter de plus en plus lourdement les rivières (Petts, 1979 ; Gregory, 1987 et 2006). En réponse à ces pressions (barrages, extractions, protections de berges, calibrages, rectifications...), de multiples dégradations écologiques et paysagères ont été constatées sur les cours d'eau en France et à travers le monde (Gregory et Park, 1974 ; Petts et Gurnell, 2005 ; Rollet, 2013 ; Arnaud, 2015 ; Marchese et coll., 2017). Face à l'ampleur des différentes pertes écologiques et économiques induites par ces dégradations (incision et rétrécissement du chenal mettant parfois en péril les ouvrages d'art, les pompages d'eau potable, diminuant la diversité écologique, ou encore baissant la fonctionnalité des hydrosystèmes comme par exemple l'autoépuration et l'expansion des crues), les programmes de restauration sont devenus de plus en plus populaires dans les pays où les rivières sont les plus dégradées, et où les conditions économiques et financières permettent d'intervenir (Costanza et al., 2002).

Malheureusement, malgré les efforts entrepris ces dernières décennies pour mettre en œuvre des projets de restaurations écologiques en rivières, nombre d'entre eux ont été, et sont encore aujourd'hui considérés comme des « échecs » (Sear, 1994 ; Wohl, 2015). Les causes de cet « échec », ou de la « perception de l'échec », semblent se situer en amont des projets, avec (1) un manque total ou partiel de connaissances scientifiques et d'informations spatialement et temporellement quantifiées sur les dégradations et leurs origines ; mais aussi en aval, avec (2) des suivis post-restaurations qui ne permettent pas toujours d'évaluer précisément leur réussite. Enfin, une autre raison de cette perception pourrait être (3) un manque de communication vulgarisée vers le grand public, qui n'ayant pas participé à l'élaboration du projet, peut alors le percevoir avec une certaine incompréhension et/ou déception (Pedroli et al., 2002).

1.2. L'Adour

L'Adour est un fleuve de sud-ouest de la France. Son bassin versant est d'environ 17 000 km², soit près de 3 % du territoire français métropolitain (Figure 1). Depuis les années 1950, le fleuve a enregistré la mise en service de nombreux barrages sur les têtes de bassins (Adour et affluents ; Figure 7 en annexes page 12 ; EDF-HYDRAULIQUES ADOUR ET GAVES, 2015) et l'intensification des extractions en lit mineur et en lit majeur (Observatoire

de l'Eau du Bassin de l'Adour, 2006 ; Figure 8 en annexes page 13). Depuis, le fleuve a enregistré de nombreuses dégradations (rétraction de la bande active et incision à l'origine : d'une érosion régressive, de la déconnexion des annexes fluviales, d'un abaissement des nappes alluviales, de déstabilisation de berges, du déchaussement des ouvrages d'art et de la perte des surfaces de bancs alluviaux) (Figure 1 et Figure 2).

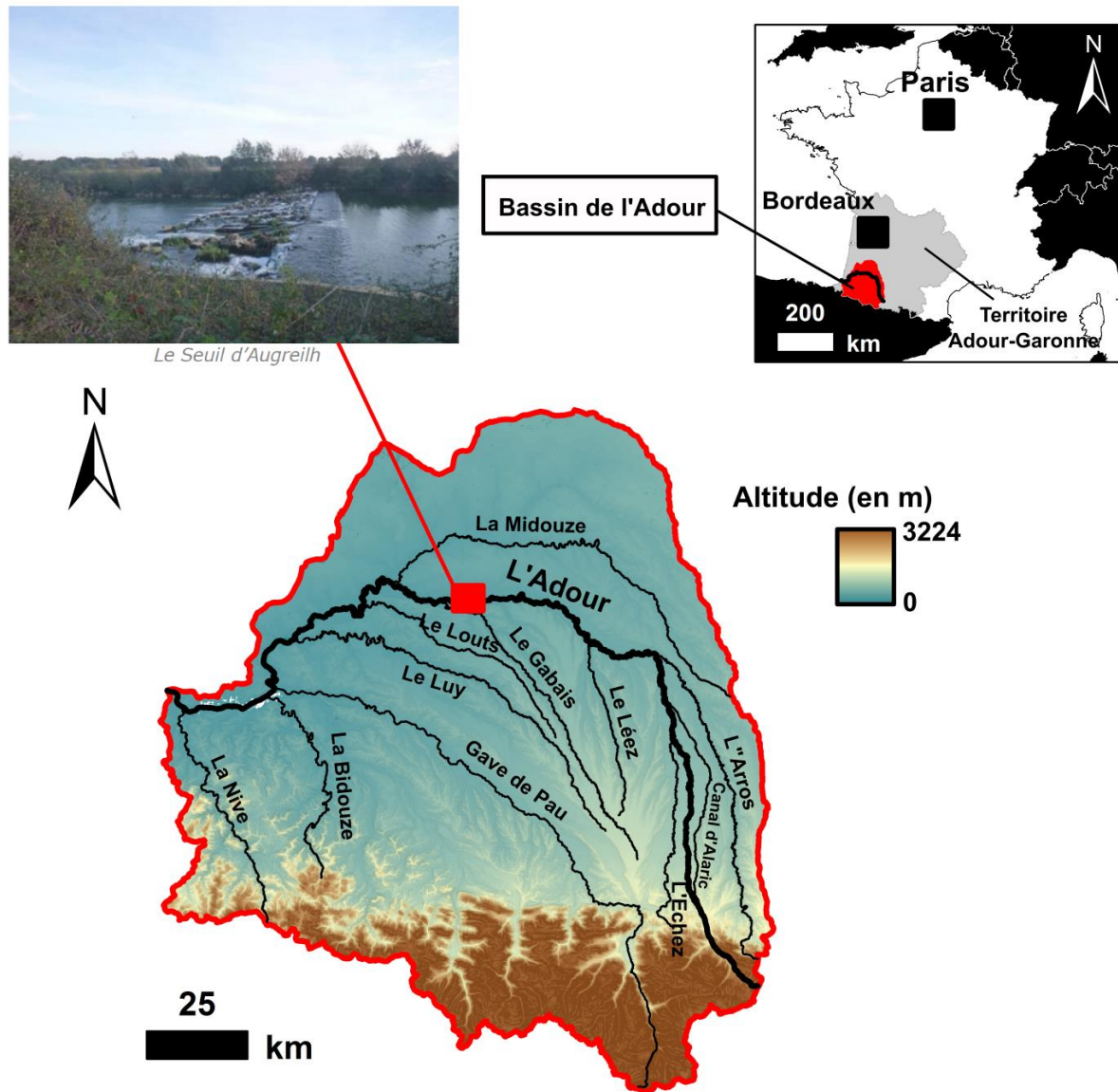


Figure 1. Localisation du site sur le bassin de l'Adour.

1.3. Action réalisée

Dans ce contexte, l'Association Agréée pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique de St-Sever (AAPPMA de St-Sever) a fait l'acquisition en 2014 d'une ancienne zone d'extractions de granulats dans le lit majeur de l'Adour en bordure du chenal actif sur la commune de St-Sever. D'une surface d'environ 8 hectares, ce site est composé de plusieurs

zones de dépressions, qui étaient les emprises des extractions d'alluvions. Plusieurs merlons sillonnent entre ces dépressions et permettaient lors de l'activité de la carrière la circulation des engins sur le site.

Associées, la FDAAPPPMA et l'AAPPMA de Saint-Sever, ont donc profité de l'opportunité pour réaliser un projet d'aménagement sur cet ancien site avec comme objectifs :

- Restaurer la fonctionnalité de zone humide du milieu ;
- Créer une zone d'expansion des crues de l'Adour et ainsi protéger les enjeux humains présents à proximité ;
- Améliorer la fonctionnalité du chenal actif pour la reproduction piscicole au droit du site (Pipelier et al., 2021).

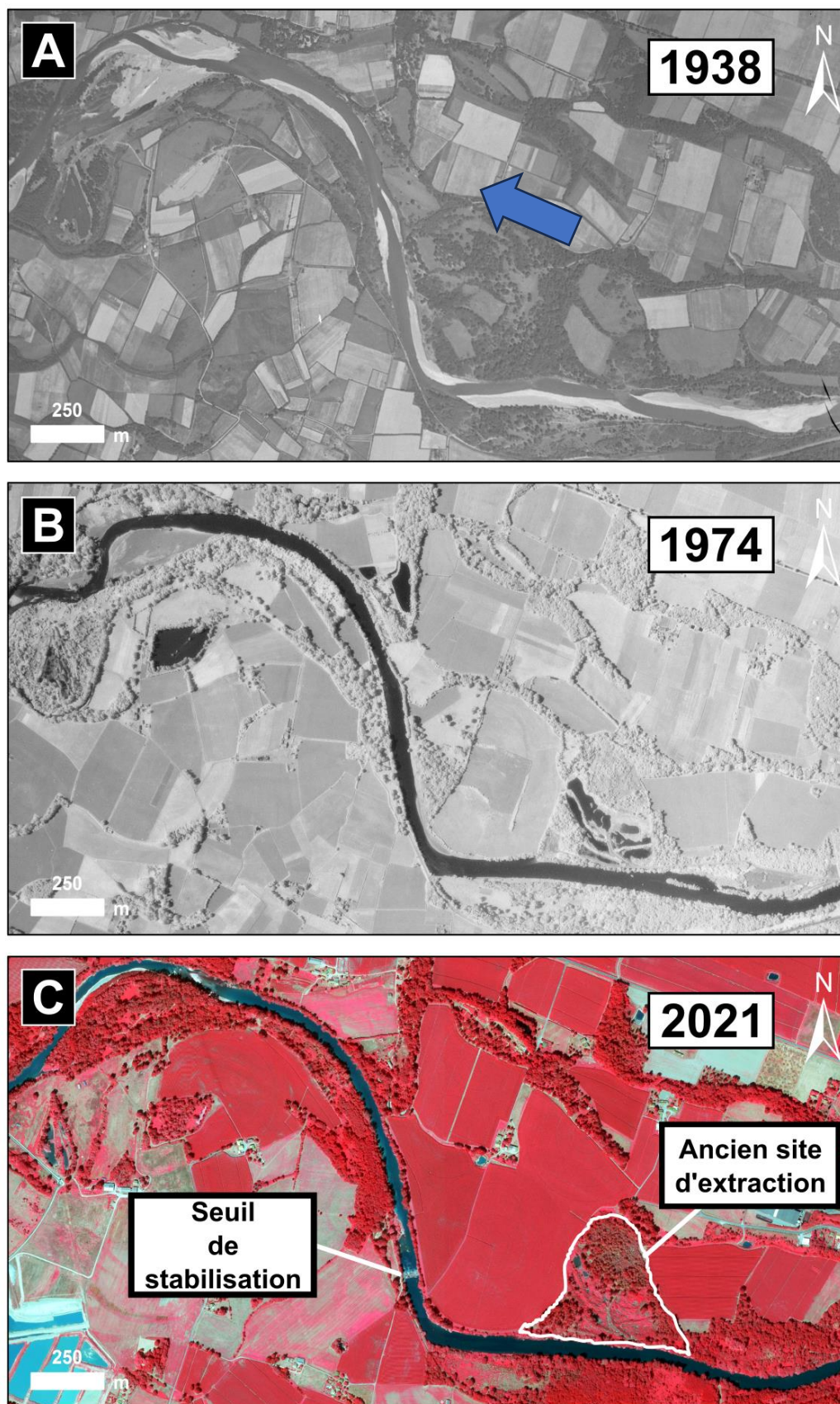


Figure 2. Evolution de l'Adour depuis 1938 et localisation du site d'extraction réhabilité et localisation du seuil de stabilisation de d'Augreilh (Source : Remonter le temps).

L'action réaliser a donc consisté en (1) une réhabilitation du site d'extraction pour permettre à la rivière de gagner en connectivité avec sa plaine alluviale et disposer d'espace d'expansion des crues et (2) injecter 1 500 m³ de matériaux déblayés sur ce site dans le chenal actif de la rivière en aval du seuil de stabilisation de façon à limiter l'incision et améliorer la qualité du substrat pour la vie aquatique avec la réalisation d'un merlon en rive droite sur une longueur de 30 mètres (Figure 3).



Figure 3. Photographies A : Zone humide recréé sur l'ancien site d'extraction, B : Zone d'expansion des crues, C : Merlon de protection de la zone d'expansion des crues et D : merlon de sédiments injectés en aval du seuil d'Augreilh (Crédit photo : Fabien Boutault)

En plus, des suivis visuels qui seront réalisés par le maître d'ouvrage (contrôle visuel de l'état des berges pour des débits de l'Adour supérieur à 100 m³/s et de la remobilisation des matériaux), un suivi sédimentaire par RFID a été mis en place. Ce suivi permettra de valider la remobilisation des matériaux selon la méthode utilisée (injection passive en merlon), déterminer les seuils de mise en mouvement selon la granulométrie des sédiments et leur distribution spatiale dans le chenal. Ces données sur la capacité de transport de l'Adour sont des données actuellement manquantes au diagnostic global du fleuve et primordial pour planifier les actions futures.

Le présent document vise à récapituler la méthode employée pour réaliser ce suivi, de la confection des sédiments équipés jusqu'à leur mise en place.

2. Mise en place du suivi sédimentaire

- **Analyse granulométrique**

Les rivières affectées par des barrages, des protections des berges ou encore des extractions de sédiments en lit mineur, sont susceptibles d'enregistrer des perturbations locales ou longitudinales de leur patron granulométrique et de voir se développer un pavage (Williams et Wolman, 1984 ; Bravard, 1990 ; Talbot et Lapointe, 2002). Par conséquent, une analyse de la taille des sédiments composant la couche de surface peut, dans certains cas, permettre de mettre en évidence les processus à l'origine de ces perturbations et la taille des sédiments que la rivière est actuellement en capacité de mobiliser (Rollet, 2007).

Du fait de la rapidité et de la facilité avec lesquelles les données peuvent être recueillies et analysées, la méthode par échantillonnage photographique a ici été retenue pour caractériser la taille des sédiments de surface de la rivière Maronne (Graham et coll., 2010). Chaque photographie a été prise avec le même appareil et la même résolution (0,3 mm par pixels). Les photographies ont ensuite été géoréférencées à l'aide des positions initialement acquises sur le terrain au GPS. Une fois les photographies géoréférencées et mises à l'échelle, les axes b des sédiments supérieurs à 10 mm présents sur les photographies ont été mesurés manuellement (QGIS – 5).

Les photographies ont été prises sur deux bancs alluviaux présents en aval de la zone d'injection le 20 octobre 2023 pour un débit de 8 m³/s (Station Q124 0010 01 : L'Adour à Saint-Sever ; Figure 4).

L'analyse granulométrique par photo-interprétation montre que la taille maximale (axe b) des sédiments présents est de 92 mm et que 50 et 84 % des sédiments mesurés étaient d'une taille supérieure à 22 mm (Figure 4 et Tableau 1).

A partir de ces résultats des sédiments d'une taille comprise entre 22-32, 32-45, 45-64, 64-90 et 90-128 mm ont été équipés de traceurs passifs.

Tableau 1. Métriques issues de l'analyse granulométrique par photo-interprétation sur 2 bancs de l'Adour.

Banc	D10	D16	D25	D50	D75	D84	D90	Dmax	n
Amont	20.0	22.8	25.4	34.2	48.8	57.1	63.4	90.5	265
Aval	13.6	15.1	16.7	22.0	29.2	35.1	40.5	92.7	1167

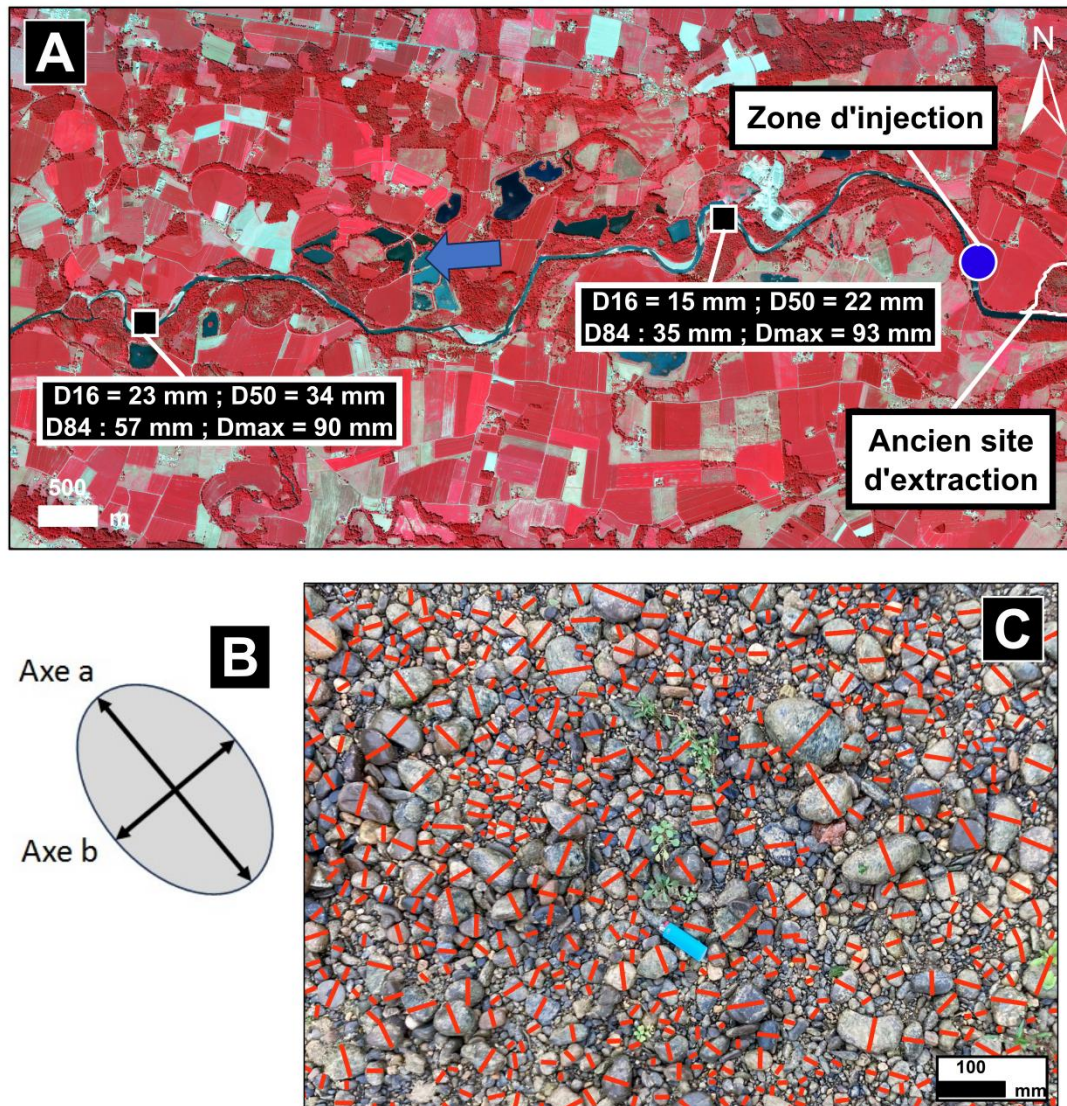


Figure 4. A – Localisation des bancs échantillonnés, B – Schéma pour mesurer la taille des sédiments (axe b) et C – Mesures des axes b sur le banc aval.

- **Equipement des galets**

Les sédiments à équiper étant d'une taille (axe b) comprise entre 22 et 128 mm, les tags utilisés ont été de 32 mm (Glass transponder HDX+ de chez OREGON). Après avoir effectué une saignée sur l'axe a des galets, les tags ont été disposés et figés avec de la résine EPOXY (Figure 5).

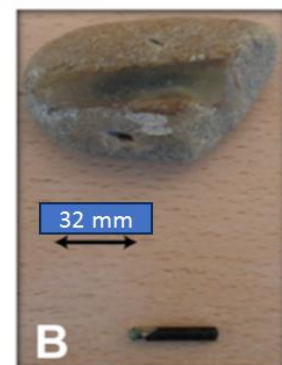


Figure 5. Galet équipé avec un transpondeur de 32 mm.

- **Implantation du suivi sédimentaire**

Lors de l'injection des matériaux, 315 galets équipés ont été disposés dans la masse sédimentaire directement dans la pelle (Tableau 2). Puis, le 20 octobre 2023 pour un débit de 8 m³/s à la station Q124001001 de l'Adour à Saint-Sever, 80 galets équipés ont été disposés sur la surface du merlon d'injection (Tableau 2). Les galets ont été disposés de façon à être intégrés à la couche de surface et non pas simplement posés dessus. De plus, les sédiments les plus grossiers ont été disposés en pied de merlon et les plus fins en haut (Figure 6). D'après les retours réalisés sur d'autres rivières françaises, le nombre de particules équipées sera suffisant pour être suivi sur plusieurs événements de crues successifs (Boutault, 2020). A noter que des sédiments de tailles comprises entre 128 et 181 mm ont également été équipés. Des sédiments plus grossiers étaient présents dans les sédiments déblayés sur l'ancien site d'extraction et ils pourraient être le témoin d'une capacité de transport passée du fleuve importante.

Tableau 2. Nombre de galets équipés de traceurs, disposés dans la masse de sédiments injectés et en surface sur le merlon selon leur classe de taille.

	Axe b (en mm)						Total
	22-32	32-45	45-64	64-90	90-128	128-181	
Dans la masse	64	64	56	56	67	8	315
En surface	16	17	14	13	18	2	80

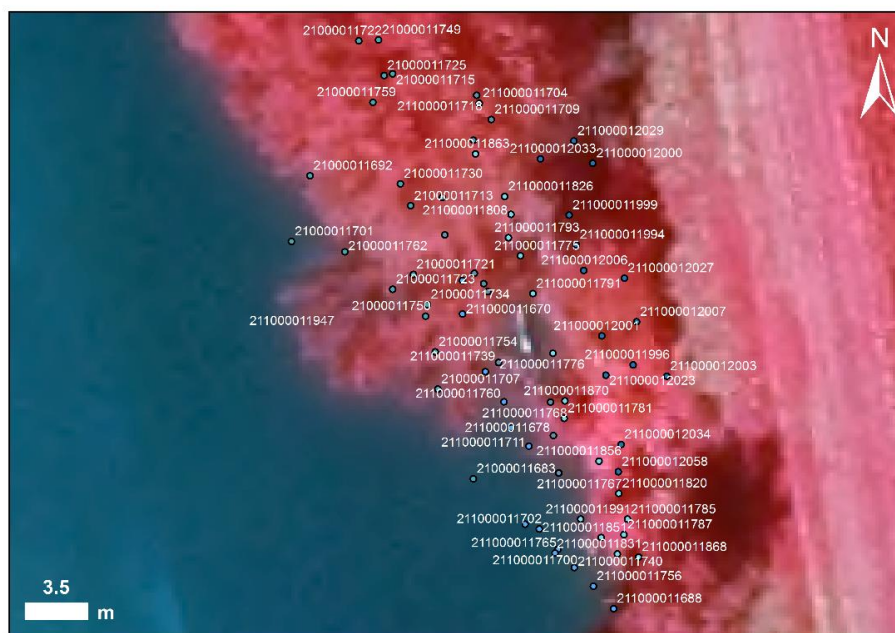


Figure 6. Localisation des galets équipés avec des transpondeurs de 32 mm disposés en surface.

3. Références bibliographiques

Arrêté ministériel du 22 septembre 1994 relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier traitement des matériaux de carrières (JORF n°246 du 22 septembre 1994 page 15041).

Géoportail (IGN) - <https://www.geoportail.gouv.fr/> (consulté le 22.04.2021)

HydroPortail – <http://hydro.eaufrance.fr/> (consulté le 26.12.2022)

QGIS - <https://www.qgis.org/> (consulté le 26.12.2022)

Remonter le temps (IGN) - <https://remonterletemps.ign.fr/> (consulté le 22.04.2021)

Boutault F., 2020. Etude de l'impact cumulé des facteurs d'anthropisation sur la Dordogne moyenne et préconisations en vue d'une restauration écologique du cours d'eau. Université de Lyon, Jean-Moulin - Lyon III, 212p. https://scd-resnum.univ-lyon3.fr/out/theses/2020_out_boutault_f.pdf

Boutault F., 2022. Accompagner la rivière Dordogne dans ses ajustements post-extractions. Note technique pour EPIDOR, 7p.

Bravard J.P., O. Franc, N. Landon, J.L. Large et J.L. Peiry (1990). La basse vallée de l'Ain : étude géomorphologique. Agence de l'eau RMC et conseil général de l'Ain, 113 p.

Costanza, R., Voinov, A., Boumans, R., Maxwell, T., Villa, F., Wainger, L., Voinov, H., 2002. Integrated ecological economic modeling of the Patuxent River watershed, Maryland. Ecol. Monogr. 72, 203–231.

EDF-HYDRAULIQUES ADOUR ET GAVES. Bilan 2015 et perspectives 2016. 6 pages.

Gregory, K.J., Park, C., 1974. Adjustment of river channel capacity downstream from a reservoir. Water Resources Research 10 (4), 870–873.

Gregory K.J., 1987. River Channels. In: Gregory, K.J. and Walling, D.E., eds., Human Activity and Environmental Processes,

Chichester, UK: John Wiley and Sons, pp. 207-235 (Chapter 9).

Gregory K.J., 2006. The human role in changing river channels. Geomorphology 79: 172–191.

Gaeuman D. 2013. Monitoring the Effectiveness of Gravel Augmentations for Salmonid Habitat Improvement Downstream from Dams. Completion Report Project 0295. US Bureau of Reclamation Science and Technology.

Gaeuman D. 2014. High-flow gravel injection for constructing designed in-channel features. River Research and Applications 30 : 685-706.

Gaeuman, D., Stewart, R., Schmandt, B., Pryor, C. (2017). Geomorphic response to gravel augmentation and high-flow dam release in the Trinity River, California. Earth Surface Processes and Landforms, 42, 2523-2540.

Gaeuman, D and J. Boyce. 2018. Effects of gravel supply on gravel bar morphology and physical habitat in a reach of the Trinity River California, USA. 12th International Symposium on Ecohydraulics, Aug. 19-24, 2018, Tokyo, Japan.

Graham D. J., Anne-Julia Rollet, Hervé Piégay, Stephen P. Rice., 2010. Maximizing the accuracy of image-based surface sediment sampling techniques. Water Resources Research, American Geophysical Union, 2010, pp.doi:10.1029/2008WR006940.

Marchese, E., Scorpio, V., Fuller, I., McColl, S., & Comiti, F. (2017). Morphological changes in Alpine rivers following the end of the Little Ice Age. Geomorphology, 295, 811–826. doi: 10.1016/j.geomorph.2017.07.018

Observatoire de l'Eau du Bassin de l'Adour, 2006. Bulletin d'information sur l'eau dans le bassin de l'Adour. Numéro 34 – Novembre 2006. 4 pages.

Pipelier A., Gautier P., Liebig H. et Revaud J., 2021. Dossier de déclaration

au titre du code de l'environnement : Restauration de la fonctionnalité d'un milieu humide en lit majeur de l'Adour. ECCEL ENVIRONNEMENT pour la Fédération des Landes pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques, 244 pages.

Rollet, A.J., 2007. Etude et gestion de la dynamique sédimentaire d'un tronçon fluvial à l'aval d'un barrage : le cas de la basse vallée de l'Ain. Thèse de doctorat, Université Jean Moulin, Lyon 3, 305 p.

Rollet, A. J., Piégay, H., Dufour, S., Bornette, G., & Persat, H. (2013). Assessment of consequences sediment deficit on a gravel river bed downstream of dams in restoration perspectives: applications of multicriteria, hierarchical and spatially explicit diagnosis. *River Research and Applications*, 30(8), 939–953. doi:10.1002/rra.2689

Petts G.E. et A.M. Gurnell (2005). Dams and geomorphology: research progress and future directions. *Geomorphology*, 71: 27-47.

Sear, D. A. (1994). River restoration and geomorphology, *Aquat. Conserv. Mar. Freshwater Ecosyst.*, 4, 169–177.

Talbot, T., & Lapointe, M. (2002). Modes of response of a gravel bed river to meander straightening: The case of the Sainte-Marguerite River, Saguenay Region, Quebec, Canada. *Water Resources Research*, 38(6), 9–1–9–7. doi:10.1029/2001wr000324

Williams G.P., Wolman M.G., 1984. Downstream effects of dams on alluvial rivers. USGS circular 781, 48 p.

Wohl, E., S. N. Lane, and A. C. Wilcox (2015). The science and practice of river restoration, *Water Resour. Res.*, 51, 5974–5997, doi:10.1002/ 2014WR016874

4. Annexes

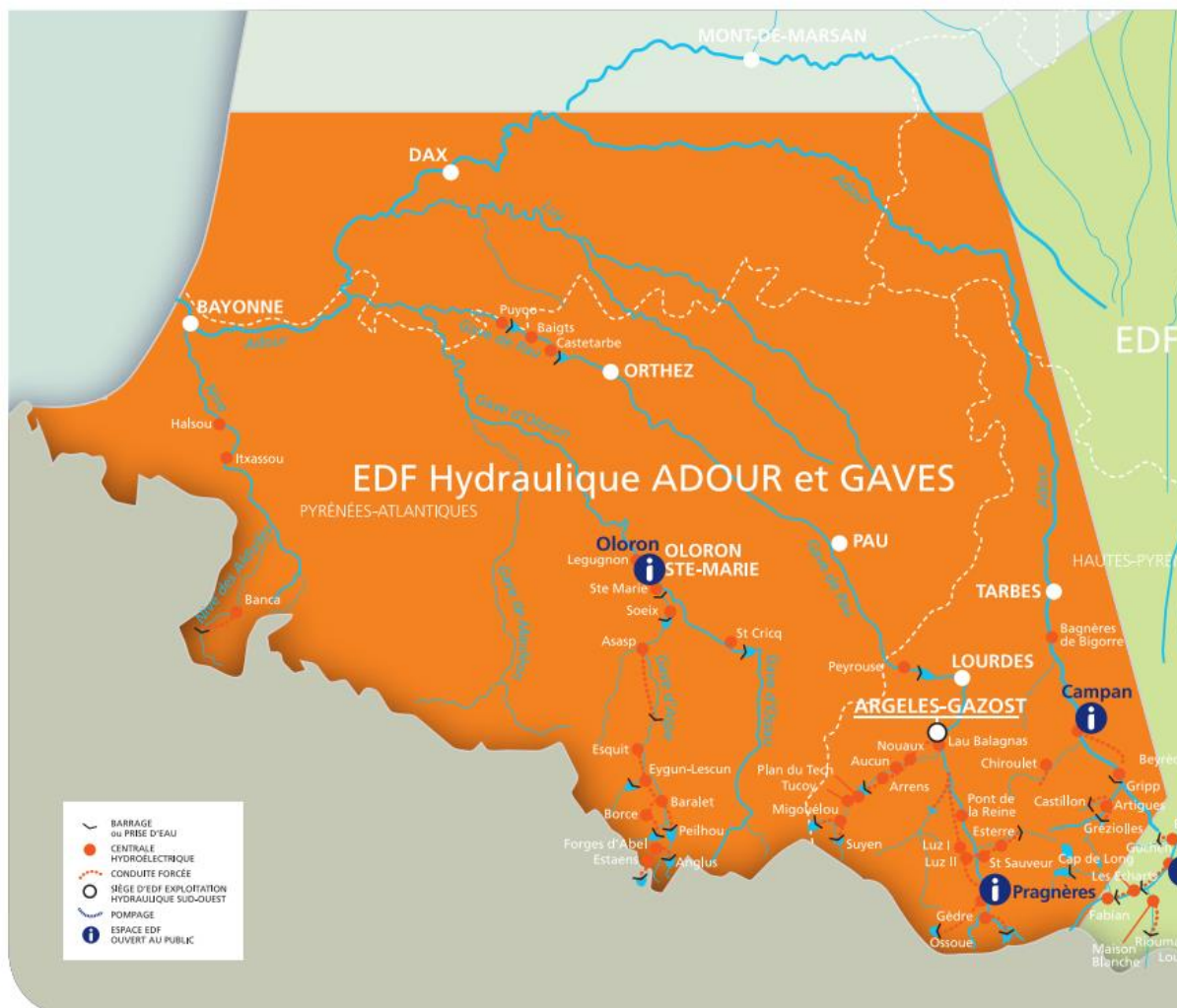
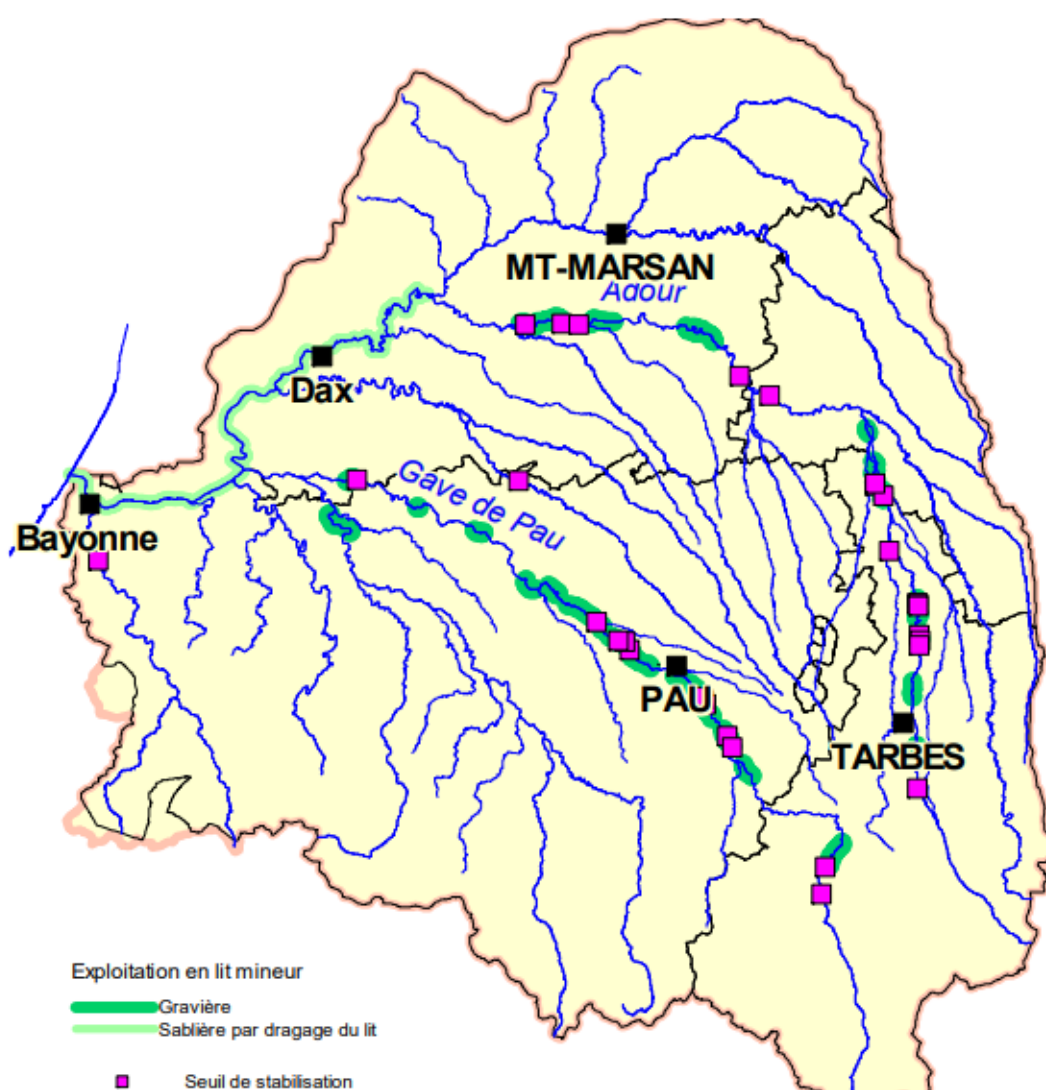


Figure 7. Ouvrages hydroélectriques EDF sur le bassin de l'Adour.



Extractions en lit mineur (avant 1993)

Figure 8. Exploitations de granulats dans le lit mineur de l'Adour et seuils de stabilisation réalisés suite à l'incision du lit causé par les extractions.