



HAL
open science

Évolution des flux sédimentaires des frayères dans un torrent alpin (Roya)

Margot Chapuis

► **To cite this version:**

Margot Chapuis. Évolution des flux sédimentaires des frayères dans un torrent alpin (Roya). Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS). 2021. hal-04596689

HAL Id: hal-04596689

<https://hal.science/hal-04596689v1>

Submitted on 31 May 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Interreg Alcotra 2014-2021

Projet Concert-Eaux

WP 4.1.5, volet « mesure de la morphodynamique fluviale et
du transport solide »

Évolution des flux sédimentaires des frayères dans un torrent alpin

Rapport final au 30/03/2021

Portage du volet : M. CHAPUIS

Autres membres CNRS UMR 7300 ESPACE impliqués : C. ADNES, L. DEVREUX, D. FOX, T. LEBOURG,
M. MARTINS, F. TOURADE, M. VIGNAL, M. MARTINS



Contenu

1	Objectifs.....	3
2	Méthodologie et sites d'étude	5
2.1	Présentation des sites d'étude.....	5
2.2	Méthodologie.....	7
2.2.1	Mesures préliminaires.....	7
2.2.2	Suivi topographique du lit	8
2.2.3	Traçage sédimentaire par RFID passive.....	8
2.2.4	Traçage sédimentaire par RFID active.....	8
2.2.5	Suivi acoustique de la mobilité sédimentaire par géophone.....	8
3	Résultats	9
3.1	Traçage sédimentaire par suivi RFID	9
3.2	Suivi acoustique par géophone	9
4	Perspectives.....	11
4.1	Traçage sédimentaire par suivi RFID	11
4.2	Suivi acoustique par géophone	11
4.3	Gestion hydro-sédimentaire en Roya : messages-clés.....	11
	Bibliographie.....	12

1 Objectifs

Le document « Présentation générale du projet Concert-Eaux » soumis auprès de l'Europe présentait les objectifs généraux du projet. Sont repris ci-après les éléments principaux concernant le transport sédimentaire en Roya.

« La Roya joue un rôle primordial dans la production d'électricité pour les Alpes-Maritimes et la Région Ligure. EDF entretient des réservoirs dans la partie amont du bassin versant et exploite 5 usines hydroélectriques le long du fleuve. Deux autres centrales sont gérées par [Tirreno Power] dans la partie aval du cours d'eau. Tout changement dans les débits du cours d'eau présente un risque pour cette activité essentielle à la production électrique « propre » et en phase avec les objectifs de la COP21. Une baisse du volume annuel des écoulements se traduit par une perte de production [qui pourrait impacter la qualité et la quantité des zones de frayères piscicoles. Il est donc] essentiel d'évaluer l'impact des scénarios futurs sur les débits. [...]

Résultats attendus [...] :

- [...] Évaluation de la quantité et de la probable évolution des flux sédimentaires dans le bassin versant
- Indication pour la réalisation d'un plan de gestion des flux sédimentaires.

Pour ce qui concerne les études sur le transport solide, il est à remarquer que quelques réservoirs dans la Haute Roya, notamment celui de Castérino (Lac des Mesches) piègent les sédiments et doivent être curés périodiquement. Pour ces sites, la question principale est comment les valoriser ou stocker les matériaux curés dans des lieux proches du site.

Cependant, l'enjeu majeur de la charge sédimentaire se situe tout à fait en aval où les galets de la plaine alluviale sont exploités pour le génie civil et l'alimentation des plages. Les enjeux économiques sont forts et une surexploitation de la fraction grossière, en incisant le lit, met en danger les infrastructures, tels que les ponts et conduites d'eau enterrées.

La mise en place d'un plan de gestion ne peut s'envisager que si les apports et disponibilités en sédiments actuels sont préalablement quantifiés, et si les évolutions probables des flux sédimentaires sont précisés.

La mesure de la fraction grossière est techniquement difficile et nécessite des investissements en équipement et en personnel. La technique des RFID est privilégiée car elle permet de mettre en relation le mouvement d'une classe granulométrique spécifique avec les conditions d'écoulement. Plus d'un millier de galets seront équipés de transpondeurs et suivis à l'aide d'antennes fixes (sur les installations des seuils hydroélectriques) et mobiles. Trois tronçons seront identifiés afin de caractériser les flux sédimentaires le long du cours d'eau en amont du réservoir de Breil, en aval de ce même réservoir, et à la sortie des gorges à proximité de la plaine alluviale de Vintimille.

[...] Il est également tenu compte du transport des sédiments, en considérant que l'équilibre est trouvé lorsque la quantité de sédiments qui sont apportés par l'amont est transportée par le fleuve jusqu'en aval. [...]

Résultats attendus [...] :

- Préconisations concernant le devenir des matériaux curés issus des réservoirs.
- Quantification des flux de sédiments actuels, évaluation de la disponibilité sédimentaire sur le bassin versant et caractérisation de l'évolution probable des flux.
- Propositions de gestion des flux sédimentaires sur la Roya en vue de la mise en place d'un plan de gestion. »

La mesure du transport sédimentaire en Roya, et plus généralement la quantification des flux et l'étude des dynamiques sédimentaires au sein de la branche principale de la Roya répond à 3 enjeux identifiés sur le bassin versant de la Roya :

1. Gestion du risque inondation à Vintimille, qui est fonction des apports sédimentaires depuis l'amont du bassin versant ;
2. Impact de la gestion des ouvrages hydrauliques sur les populations de truites : quantification des flux et modalités de renouvellement du matériel sédimentaire dans les tronçons localisés à l'aval des ouvrages ;
3. Qualité des eaux de la nappe pour l'alimentation en eau potable des communes, qui est fonction des modalités de renouvellement du matériel sédimentaire dans la basse vallée.

Les éléments de connaissance acquis dans le cadre de ce volet « mesure de la morphodynamique fluviale et du transport solide » devraient également permettre de fournir des éléments de réponse concernant les points suivants évoqués dans le document « Présentation générale du projet Concert-Eaux » soumis auprès de l'Europe :

- Préconisations concernant le devenir des matériaux curés issus des réservoirs.
- Propositions de gestion des flux sédimentaires sur la Roya en vue de la mise en place d'un plan de gestion.

Les éléments présentés dans le présent document proviennent pour partie des rapports et communications suivants :

- Lejeune S., 2016 (annexe 1)
- Tourade F., 2018 (annexe 2)
- Martins M., 2019 (annexe 3)
- Chapuis *et al.*, 2019
- Chapuis *et al.*, 2020a
- Chapuis *et al.*, 2020b
- Chapuis *et al.*, *in prep.*
- Martins M., *in prep.*

Les rapports sont joints en annexes et les communications, listées dans la bibliographie, sont disponibles en ligne.

2 Méthodologie et sites d'étude

2.1 Présentation des sites d'étude

Trois secteurs sont étudiés :

- le secteur amont, localisé entre l'aval de Fontan et l'aval du pont d'Ambo ; ce secteur est influencé par les éclusées de St Dalmas et Fontan ;
- un secteur intermédiaire, localisé entre l'amont du pont de Pertus et le pont de l'Arbousset ; ce secteur est situé sur le tronçon court-circuité de Breil ;
- un secteur aval, localisé à l'aval d'Airole (Italie) ; ce secteur est influencé par les éclusées amont (françaises et italiennes).

La localisation des sites d'études est présentée en Figure 1. Un aperçu de la configuration de chaque site est présenté en Figure 2. Le Tableau 1 récapitule les instruments installés sur chaque site.

Tableau 1. Récapitulatif des installations par site

Site	Instrumentation	1 ^{ère} campagne d'installation
Fontan / Ambo	RFID passive, RFID active	2018
Pertus	RFID passive, RFID active	2018
Arbousset	Antenne fixe RFID passive	2019
	Géophone	2020
Lamberta	RFID passive, RFID active	2018

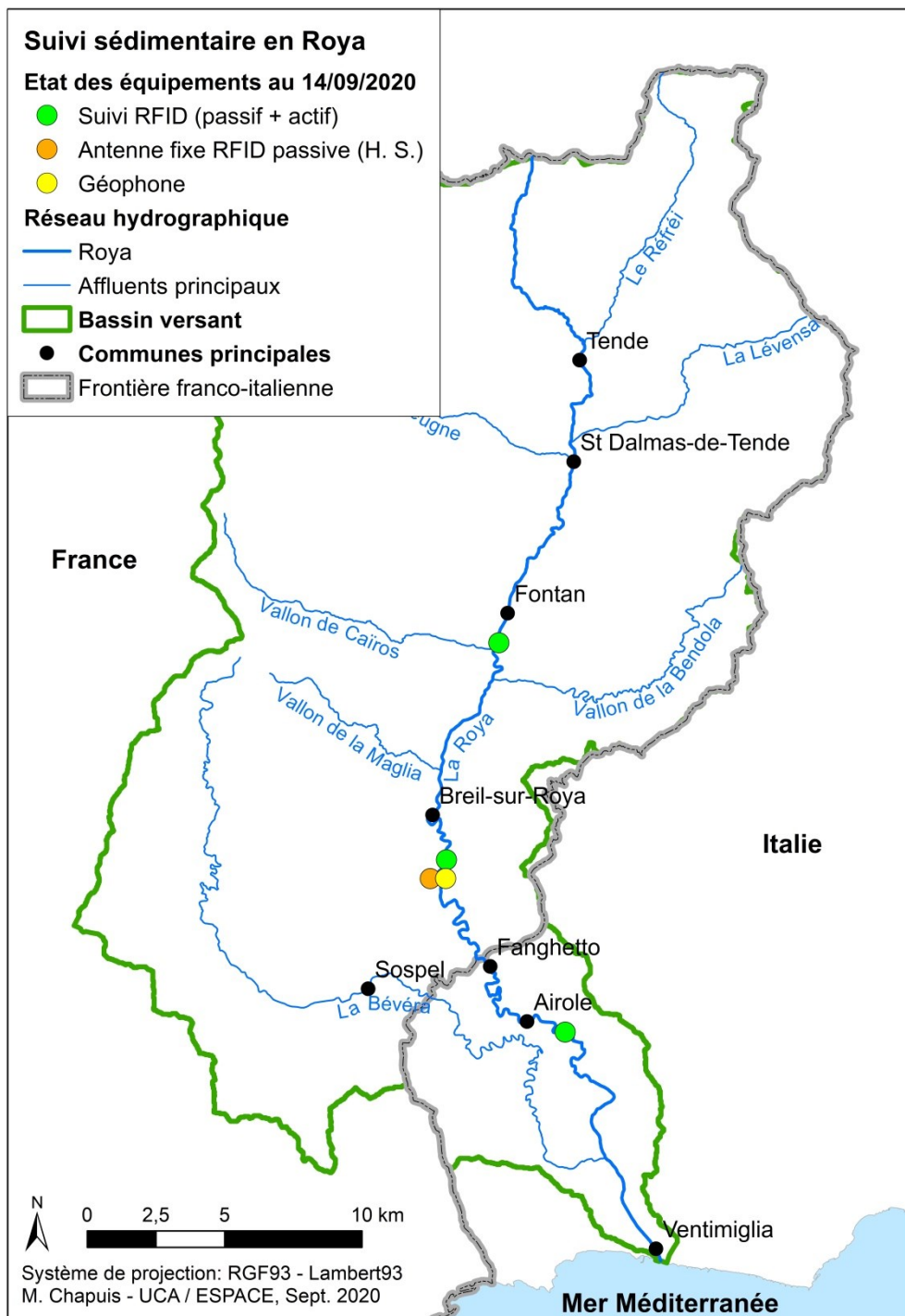


Figure 1. Localisation des sites d'étude en Roya.



Figure 2. Configuration de chacun des sites d'étude. La flèche bleue indique la direction de l'écoulement.

2.2 Méthodologie

2.2.1 Mesures préliminaires

Afin de caractériser le matériel sédimentaire en place, des mesures granulométriques ont été effectuées dans la branche principale de la Roya.

Deux objectifs étaient visés :

- caractériser l'ensemble de la gamme granulométrique en place (souvent relative au « transport total » dont il est question dans les rapports)
- caractériser le matériel des zones de frayère.

Les mesures granulométriques ont été menées selon un échantillonnage surfacique de type Wolman (1954), adapté en fonction de l'objectif visé (gamme granulométrique complète ou matériel des frayères). Les résultats obtenus sont présentés dans les rapports de S. Lejeune (2016) et de F. Tourade (2018). Ces mesures ont servi en particulier à déterminer la distribution granulométrique

des traceurs RFID, afin de mimer au mieux le matériel en place et susceptible d'être remobilisé en crue.

2.2.2 Suivi topographique du lit

En complément du traçage sédimentaire explicité dans les sections suivantes (sections 2.2.3 et 2.2.4), un suivi topographique a été effectué pour :

- Caractériser la géométrie des tronçons étudiés (pente, largeur, présence de gros blocs structurant l'écoulement...)

Installation de repères fixes OGE

Utilisation d'un DGPS haute précision pour le relevé topographique des tronçons d'étude et des zones de frai

2.2.3 Traçage sédimentaire par RFID passive

2.2.3.1 Utilisation d'antennes mobiles

Présentation de la technique, du matériel utilisé (nombre de traceurs implantés, types de transpondeurs, types d'antenne), des techniques de prospection : voir Tourade, 2018 et Martins, 2019.

2.2.3.2 Installation d'une antenne fixe

Une antenne fixe a été installée en septembre 2019. Pour plus de détails : voir <http://www.cnrs.fr/CNRS-Hebdo/cote-azur/actus.php?numero=12987>. Le dispositif comprenait l'antenne de détection et un module de télétransmission permettant la consultation en ligne de l'état de fonctionnement de l'antenne et le détail des traceurs détectés (date et heure de passage, identifiant).

L'antenne a été détruite suite à la crue du 15/10/2019 ($Q = 135 \text{ m}^3/\text{s}$ à Breil) sans avoir détecté de traceur lors de cet épisode.

2.2.4 Traçage sédimentaire par RFID active

Présentation de la technique, du matériel utilisé (nombre de traceurs implantés, types de transpondeurs, type d'antenne), des techniques de prospection : voir Martins, 2019.

2.2.5 Suivi acoustique de la mobilité sédimentaire par géophone

Présentation de la technique, du matériel utilisé : voir Martins, *in prep*. Le dispositif a été fourni par Burgeap Département R&D sur le modèle présenté dans Misset *et al.*, 2020, et installé le 23/06/2020. Il a notamment fonctionné lors de l'épisode de crue intense du 02/10/2020.

3 Résultats

3.1 Traçage sédimentaire par suivi RFID

Les résultats sont analysés à la lumière des chroniques de débit à St Dalmas et à Breil. Ces données de débits ont été fournies par EDF dans le cadre du partage de données établi lors du projet Concert-Eaux (Figure 3).

Au cours du suivi (2018-2020), plusieurs crues de faible intensité (de l'ordre de la crue biennale, cf. banque Hydro) ont eu lieu, et ont remobilisé le matériel sédimentaire dans le chenal. Ces crues ont eu une activité morphogène sur les zones de frai et sur le secteur de Lamberta en particulier.

Pour une synthèse des résultats et des conclusions, on se référera à Chapuis *et al.*, 2020a et Chapuis *et al.*, 2020b. Pour le détail des résultats, on se reportera essentiellement à Martins, 2019.

L'épisode de crue intense du 02/10/2020 (épisode « Alex ») a entièrement remobilisé le lit de la Roya sur tout son linéaire, souvent sur toute la largeur du fond de vallée. Le transport solide a été intense. Les recherches préliminaires ont conduit à la localisation de 4 traceurs actifs ayant été transportés sur quelques kilomètres lors de l'épisode.

A l'heure de la rédaction de ce rapport, la période de retour de l'épisode n'a pas encore été établie.

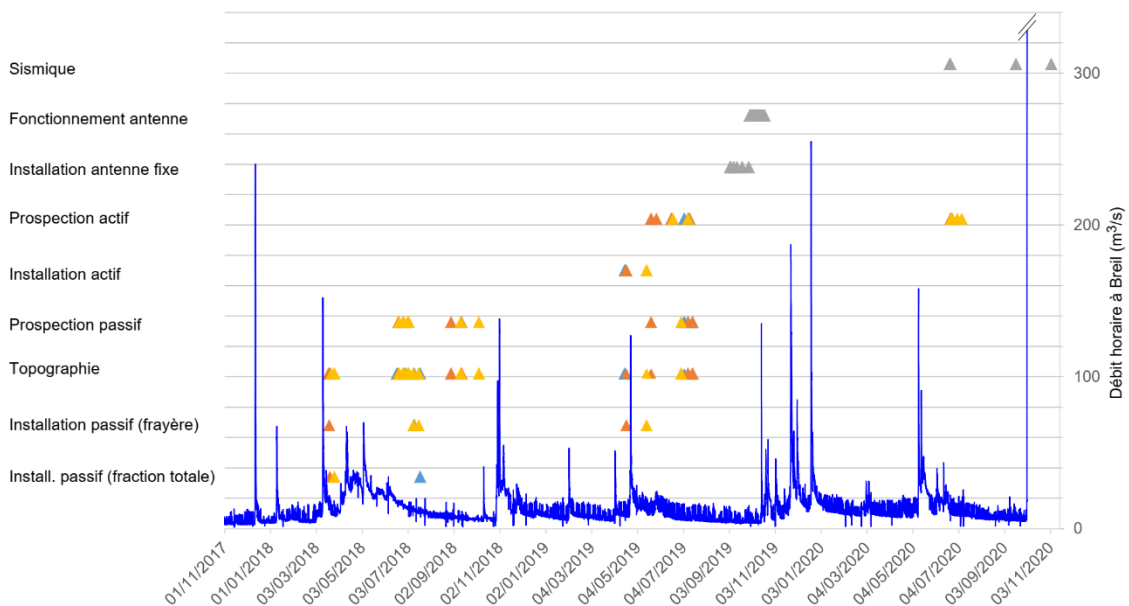


Figure 3. Débits horaires à Breil-sur-Roya et phases d'installation des instruments de mesure.

3.2 Suivi acoustique par géophone

Le suivi acoustique par géophone a donné d'excellents résultats préliminaires. En effet il a fonctionné lors de l'épisode de crue intense du 02/10/2020 (Figure 4), permettant de confirmer l'occurrence d'un unique pic de crue sur la Roya lors de l'épisode, alors que tous les instruments de mesure de débit sur le cours principal ont été détruits lors de la crue (Figure 3).

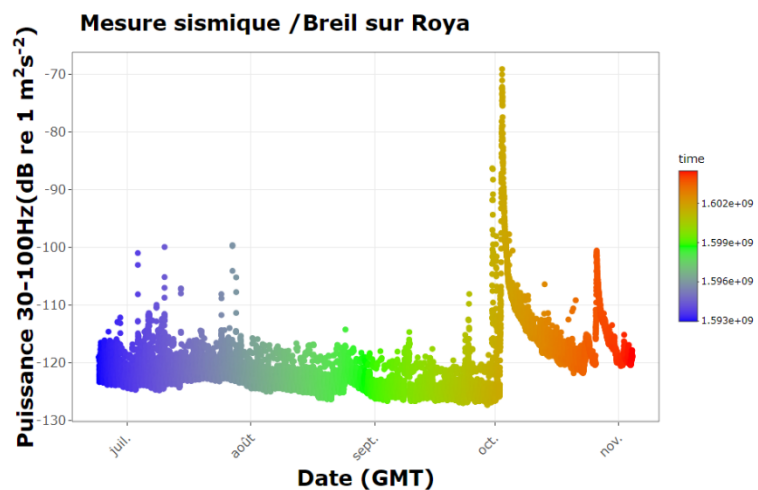


Figure 4. Mesure de la puissance acoustique à l'Arbousset (production Geay, 2020). On identifie en particulier le pic de crue du 02/10/2020.

4 Perspectives

4.1 Traçage sédimentaire par suivi RFID

Le traçage sédimentaire par suivi RFID se poursuit en 2021 avec :

- Une prospection des traceurs RFID actifs (en cours) suite à l'épisode de crue du 02/10/2020 ;
- Une campagne de déploiement de traceurs RFID actifs et passifs (en cours) pour suivre la dynamique des matériaux du lit suite à cet épisode de crue majeur.

La campagne de déploiement des traceurs RFID 2021 a été financée par EDF.

4.2 Suivi acoustique par géophone

Le suivi acoustique par géophone se poursuit en 2021, avec pour perspective une télétransmission des données en temps réel.

4.3 Gestion hydro-sédimentaire en Roya : messages-clés

Les principales conclusions en termes de gestion hydro-sédimentaire en Roya sont proposées dans Chapuis *et al.*, 2020b. Nous insistons en particulier sur l'importance d'une **gestion long terme et transfrontalière** de la charge sédimentaire, d'où la nécessité d'un plan de gestion des sédiments à l'échelle de l'ensemble du bassin versant. Ce plan de gestion fera en particulier attention à l'intégration du caractère exceptionnel d'un épisode tel que celui du 02/10/2020 qui ne doit pas être analysé sans établir les modalités de la connectivité sédimentaire au sein du bassin (Martins, *in prep.*). Il est également indispensable d'intégrer la notion d'espace de fonctionnement du cours d'eau dans les décisions d'aménagement du fond de vallée. En particulier dans une logique de protection contre les inondations, on limitera au maximum les infrastructures au sein de la bande active, qui comprend le plus souvent l'ensemble du fond de vallée (de versant à versant). Dans une logique de gestion optimisée des milieux aquatiques, on favorisera la continuité sédimentaire (longitudinale, mais aussi latérale).

Bibliographie

- Chapuis M., Martins M., Tourade F., Adnès C., Vignal M., Lebourg T., Fox D., 2019. Évolution des flux sédimentaires des frayères dans un torrent alpin. Rencontres SHF : changement global et morphodynamique des rivières, des bassins versant à la mer, Paris, 21-22 Nov. 2019. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02960437/document>.
- Chapuis M., Martins M., Adnès C., Devreux L., Lebourg T., 2020a. Suivi des flux sédimentaires grossiers en contexte torrentiel méditerranéen. Colloque TSMR – CFBR « Transport sédimentaire : rivières & barrages réservoirs », Saclay, 8-10 Déc. 2020 (reporté). <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02959661>.
- Chapuis M., *et al.*, 2020b. Transport sédimentaire – Mesure du transport sédimentaire en Roya. Congrès final du projet Concert-Eaux (11 Déc. 2020, en ligne). Trailer : https://youtu.be/jTr-2_LamPl. Présentation complète : <https://drive.google.com/file/d/1vN-e0XBMWXTeLLCG2Dg8ccZgbccRczZg/view?usp=sharing>.
- Chapuis M., *et al.*, *in prep.* Sediment connectivity in the Roya River (France/Italy Maritime Alps): from annual fluxes assessment to torrential crisis.
- Lejeune S., 2016. Etude préliminaire du transport sédimentaire de la Roya. Rapport final : Etudes des flux sédimentaires du bassin versant de la Roya, dans l'optique d'une meilleur compréhension de la dynamique des frayères. Rapport technique, Université Nice Sophia Antipolis, 81 p.
- Martins M., 2019. Étude du fonctionnement hydro-sédimentaire du bassin versant de la Roya. Rapport technique, Université Nice Sophia Antipolis, 109 p.
- Misset C., Recking A., Legout C., Bakker M., Bodereau N., Borgniet L., Cassel M., Geay T., Gimbert F., Navratil O., Piegay H., Valsangkar N., Cazilhac M., Poirel A., Zanker S. (2020). Combining multiphysical measurements to quantify bedload transport and morphodynamics interactions in an Alpine braiding river reach. *Geomorphology*, 351, 106877. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.106877>.
- Tourade F., 2018. Étude du transport solide sur la Roya et de l'impact des pulsations sédimentaires sur la dynamique des frayères. Mémoire de Master 2, Université Nice Sophia Antipolis, 143 p.
- Wolman M. G., 1954. A method of sampling coarse river-bed material. *American geophysical union*, vol. 35(6), p. 951-956. <https://doi.org/10.1029/TR035i006p00951>, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1029/TR035i006p00951>.