

DYP-SED – Dynamiques paysagères et hydrosédimentaires des vallées maralpines à l'échelle de ces 150-200 dernières années

Descriptif du projet de recherche

1. CONTEXTE SCIENTIFIQUE ET OBJECTIFS

Les cours d'eau maralpins présentent des caractéristiques physiques similaires dans leur parties amont (fortes pentes, végétation méditerranéenne peu couvrante, caractéristiques litho-structurales) qui génèrent une disponibilité sédimentaire importante sur les versants. Les contraintes météo-climatiques agressives (notamment lors des épisodes orageux méditerranéens intenses) peuvent, sur les versants pentus, générer des ruissellements intenses qui peuvent conduire au transport de ce matériel sédimentaire, accumulé sur les versants, jusqu'au chenal principal. C'est notamment ce qui s'est passé lors de la tempête Alex du 02 oct. 2020 en Vésubie et en Roya (Liébault *et al.*, 2024). Historiquement (à l'échelle des 200 dernières années), le ruissellement intense sur les versants était atténué de deux manières, suivant le type d'occupation des terrains :

- soit par la présence de murets de pierres sèches permettant la culture en terrasse (planches ou restanques). Par leur présence, ils « cassent la dynamique de l'écoulement » et contribuent à stabiliser les versants ; ces murets demandent un entretien très régulier, et sont donc probablement moins efficaces en cas de déprise rurale ;
- soit par de vastes opérations de reboisement organisées sous l'égide de l'Etat par les services de Restauration des Terrains en Montagne de l'ONF : sur les parcelles intensément ravinées du fait de leur surexploitation (pâturage et/ou déboisement), les plantations de pin noir d'Autriche, même en offrant une couverture végétale et des épaisseurs de sol limitées, contribuent à ralentir le phénomène de ruissellement sur les versants, et ce faisant, à limiter le transport sédimentaire associé : les versants pentés, devenus plus stables, contribuent à réduire le transport sédimentaire dans le chenal principal. Les reboisements ont lieu essentiellement sur des parcelles acquises par l'Etat, et donc devenues domaniales. On note quelques rares exemples de tels reboisements sur des parcelles communales, mais pas sur des parcelles privées. Un tel dispositif n'existe pas spécifiquement en Italie.

Ces éléments, à l'échelle des Alpes Françaises et Italiennes, sont bien documentés dans les Alpes du Nord, tant du point de vue des processus physiques que des temporalités associées (Peiry, 1988 et 1994 ; F. Liébault, 2003). Mais, en ce qui concerne les secteurs maralpins, la temporalité associée à la déprise rurale et aux reboisements est moins nette. En l'absence de connaissances établies localement, la généralisation des connaissances établies sur un autre périmètre (les Alpes du Nord) pose ici un problème scientifique aigu, qui a déjà montré ses limites lors de Retour d'Expérience commandé par la DDTM 06 (RETEX Alex : ONF-RTM *et al.*, 2023).

Les interactions entre occupation humaine et flux sédimentaires sur le périmètre maralpin doivent ainsi impérativement être interprétées localement, en raison d'une part de l'histoire particulière de la région (influence des événements politiques de l'Histoire sur l'occupation du sol : flux migratoires et déprise agricole), et d'autre part des effets de l'influence méditerranéenne sur le climat de ces vallées maralpines (calage temporel de la fin du Petit Âge Glaciaire qui est caractéristique d'un climat plus agressif, influence sur la végétation (type, densité...) et la fourniture sédimentaire des versants).

Nous nous proposons d'approfondir la notion de connectivité versant-chenal en lien avec l'évolution de l'occupation du sol : l'hypothèse de travail est que la déprise agricole a contribué à limiter la fourniture sédimentaire des versants, et donc l'alimentation du cours d'eau en sédiments. Il est attendu que les sources sédimentaires ont été plus ou moins actives en fonction des conditions climatiques (Petit Age Glaciaire, changement climatique), mais surtout en fonction des modifications de l'usage des sols et du degré de protection fourni par le couvert végétal correspondant (cf. Boillat *et al.*, 2004). Par ailleurs, ce travail permettra de recontextualiser un événement de type « Alex » dans un cadre temporel plus large, et d'éclairer les préconisations de gestion de la charge sédimentaire à moyen et long termes dans un contexte de changement climatique.

2. METHODOLOGIE, RESULTATS ATTENDUS ET VALORISATION

Nous prévoyons de travailler principalement sur 2 cours d'eau maralpins : la Roya et la Vésubie, mais prévoyons de pouvoir extrapoler certains résultats à d'autres bassins versants (notamment Tinée, Haut-Var, Nervia en Ligurie). L'implantation régionale des sites est un atout majeur de l'étude, au vu de l'approche « terrain » qui est envisagée (cf. section 2 ci-dessous). Ce projet bénéficiera ainsi du (et au) rayonnement de l'UMR ESPACE sur le territoire, et viendra renforcer les collaborations déjà en place avec les acteurs du territoire (EDF, ONF-RTM 06, Regione Liguria). Nous nous appuyons sur la présence d'équipements déjà en place en Roya, issus de projets menés depuis 2016 qui contribuent directement à nourrir le projet (projets Interreg-Alcotra CONCERT-EAUX 2016-2020 et CONCERT-EAUX OPERA 2023-2024), ainsi que sur le lancement du projet StS-SEALEX (financement Univ. Côte d'Azur Académie 3). Comme mentionné en fin de section 1, les hypothèses de travail sont les suivantes :

1. Le Petit Âge Glaciaire aurait fini plus tôt que dans les Alpes du Nord.
2. La déprise agricole, qui a eu lieu plus tôt que dans les Alpes du Nord, a contribué à limiter la fourniture sédimentaire des versants, et donc l'alimentation du cours d'eau en sédiments.
3. Les sources sédimentaires ont été plus ou moins actives en fonction des conditions climatiques, mais surtout en fonction des modifications de l'usage des sols et du degré de protection fourni par le couvert végétal correspondant (cf. Boillat *et al.*, 2004).

Missions du doctorant (36 mois)

Le projet de recherche DYP-SED vise deux objectifs en particulier :

- L'évaluation des dynamiques de la fourniture sédimentaire en tête de bassin en lien avec l'évolution de l'occupation du sol (analyses spatiales, mesures de terrain et modélisation prospective), tout en bénéficiant de la littérature existante (Vignal, 2020 ; Passy et Gratacap, en ligne ; Le Vot, 2023 ; Tubog *et al.*, 2025).
- La poursuite de la quantification des flux sédimentaires en Roya (traçage sédimentaire par RFID active et passive, sismique passive), et éventuellement la mise en place d'un suivi sur la Vésubie, avec une analyse particulière menée sur la résilience post-Alex.

Pour étudier les 2 premières hypothèses, le projet DYP-SED est basé sur un couplage entre approche de terrain et traitement spatial de l'information (utilisation des outils SIG – *Systèmes d'Information Géographique*). La dernière hypothèse sera abordée à la fois par modélisation prospective (Vignal, 2020) et d'autre part par via l'étude des pratiques d'aménagement en lien avec le transport sédimentaire et les services écosystémiques

associés. Concernant ces pratiques d'aménagement : ce volet SHS fait actuellement l'objet d'une étude par un post-doctorant et les résultats seront donc disponibles pour le début de la thèse. Ils comprennent en particulier une frise chrono-systémique pour représenter les interactions socioécologiques entre flux hydro-sédimentaires, usages associés au cours du temps et milieux.

Le détail de la méthodologie prévue est présenté ci-après.

a. Evolution des paysages maralpins sur 150-200 ans : dynamiques des versants

Ce volet a pour vocation de caractériser les dynamiques paysagères des versants, dans une logique de caractérisation de leur potentiel de fourniture sédimentaire à l'échelle historique (150-200 ans, voire 400 ans suivant les premiers résultats du projet StS-SEALEX).

- Spatialisation et calage temporel des dynamiques de revégétalisation des versants pour définir un schéma conceptuel d'évolution des dynamiques de versant pour les Alpes du Sud (par opposition aux Alpes du Nord françaises notamment) :
 - o Analyses spatiales pour développer des vues synoptiques des bassins versants, tant en termes d'occupation du sol que concernant les dynamiques de végétation
 - Géoréférencement et analyse de cartes postales anciennes (cf. Passy et Gratacap, *en ligne*) ; analyse d'autres sources documentaires (cartes topographiques, archives départementales, ou italiennes pour la Roya...) ; dérivation de MNT à partir d'orthophotos historiques ; étude des dynamiques de la tree-line au cours du temps...
 - Intégration des analyses de séries temporelles de NDVI dans la vallée de la Roya sur la période 2000-2020 (Vignal, 2020)
 - o Mesures de terrain : dendrochronologie ou lichenométrie pour dater les populations sur les versants (en complément des résultats issus de l'analyse des documents d'archive) et relevés de végétation pour caractériser les espèces en place et en déduire des conditions physiques passées vs. actuelles
- Modélisation numérique des dynamiques de paysage (logique prospective, par exemple avec scénario de changement climatique) : cf. Vignal, 2020.

b. Evolution actuelle des paysages fluviaux : dynamiques des chenaux post-Alex

Ce volet a pour vocation de faire le lien entre dynamiques hydro-sédimentaires des versants et évolution des fonds de vallée. Approche actuelle (-5 ans vs. +9 ans post-Alex), et analyses en continuité avec ce qui a été mené dans le RETEX Alex (cf. ONF-RTM *et al.*, 2023), qui viendront compléter le suivi de l'évolution morphologique de la bande active (Liébault *et al.*, 2024) :

- Dynamiques sédimentaires en flux (sismique acoustique passive) et pluri-annuelles (traçage sédimentaire par RFID, cf. Chapuis, 2025 ; thèse sismique O. Dib, Géoazur, 2026-2029)
- Evolution topographique des chenaux (analyse longitudinale et transversale de la mobilité latérale, cf. Liébault *et al.*, 2024 ; Terrier *et al.*, 2019)
- Modélisation hydro-sédimentaire pour évolution prospective du lit (scénario de changement climatique : crues éclair intenses et fréquentes).

Poursuite du traçage sédimentaire RFID entrepris depuis 2018 sur la Roya : campagnes de relevé 2027 et 2028 et analyse des campagnes post-Alex. Le doctorant pourra en particulier s'appuyer sur le projet StS-SEALEX pour l'assistance dans les campagnes de terrain

(encadrement de stagiaires). Mise en place du suivi sédimentaire en Vésubie : le doctorant sera en charge de l'analyse des premières données récoltées dans le cadre du projet StS-SEALEX, dans une logique de comparaison inter-bassin versant avec la série plus longue obtenue en Roya.

- suivi des flux sédimentaires par sismique passive : analyses des données issues des deux géophones en place et mise en place de la télétransmission
- suivi des flux sédimentaires par RFID active (installation antenne RFID fixe, déploiement de 200 traceurs actifs, suivi pluri-annuel)
- levés topographiques : profil en long (post-crue et post-travaux en cours d'eau) et topographie de toute la largeur du lit pour analyses de la mobilité de la section en travers sur certains secteurs-clefs, par photogrammétrie-drone par exemple si ce n'est pas fait par d'autres partenaires entretemps.

Cadre professionnel et planning prévisionnel

La personne recrutée sera basée à Nice (campus Carlone).

- Relations internes
 - L'équipe de l'UMR ESPACE (sites de Nice, d'Avignon et d'Aix-en-Provence)
 - L'équipe projet OFB (OFB national, DR PACA Corse, SD Alpes Maritimes)
 - Géotéca (Université de Paris)
- Relations externes
 - Partenaires scientifiques et techniques : Office National des Forêts (ONF), service Restauration des terrains de montagne (RTM) de l'ONF, Géoazur.
 - Acteurs locaux : maires, Fédération de Pêche des Alpes-Maritimes, SMIAGE, EDF R&D, services de l'Etat.
- Début envisagé à la rentrée universitaire 2026 (probablement au 1^{er} sept. ou 1^{er} oct. suivant les contraintes administratives)

Tableau 1. Planning prévisionnel (36 mois).

	Sept. 26 – Fév. 27	Mars 27 – Févr. 28	Mars 28 – Févr. 29	Mars 29 – Août. 29
Etat de l'art et définition des protocoles de mesure				
Campagne de terrain année 1, analyses et rédaction article 1				
Campagne de terrain année 2, analyses et rédaction article 2				
Finalisation articles et rédaction manuscrit				

Profil attendu et équipe d'encadrement

- Profil attendu du doctorant :
 - Les candidatures relevant d'une formation en géographie physique ou en sciences environnementales seront *a priori* privilégiées, un parcours en sciences sociales (du type : histoire environnementale) pourra être considéré ; une formation en biogéographie/dendro/botanique, SIG et gestion de bases de données est nécessaire ; des compétences en hydrologie et géomorphologie fluviales seront appréciées ;
 - Une expérience de travail sur le terrain est indispensable, ainsi qu'une aptitude au déplacement en terrain de montagne (déplacement en terrain difficile) ;
 - Des notions de programmation (sous R par exemple) seront appréciées ;
 - Des capacités rédactionnelles avérées, un esprit de synthèse et une aisance à l'oral sont indispensables pour mener à bien un doctorat.
 - Forte capacité d'organisation, rigueur et autonomie ;
 - Permis B et véhicule personnel indispensables ;
 - Maîtrise du français indispensable ;
 - Des notions d'italien seront appréciées, un niveau minimal d'anglais exigé.
- Direction et encadrement : le doctorat sera dirigé par M. Chapuis (MCF HDR, UMR ESPACE), avec une co-direction M. Vignal (MCF, ESPACE Avignon). Il est attendu que le comité de pilotage sera composé de : G. Melun (OFB) ; P. Passy (MCF, Université Paris Cité), F. Lombard (MCF, ESPACE Aix-en-Provence), et éventuellement un membre du service RTM 06 de l'ONF.
- Comité de recrutement : M. Chapuis ; M. Vignal ; G. Melun.

Modalités de candidature

Les pièces suivantes en .pdf :

- CV
- lettre de motivation qui présente votre capacité à mener à bien les missions correspondant à ce doctorat, et qui inclut le nom d'un contact universitaire référent
- relevé(s) de notes de l'année précédente et/ou de celle en cours

sont à adresser par courriel sous la référence [candidature_DyP-Sed_2026_NOM] à Margot Chapuis (margot.chapuis@unice.fr) et Matthieu Vignal (matthieu.vignal@univ-avignon.fr). Pour des renseignements complémentaires, utiliser ces mêmes contacts.

Les candidatures sont à envoyer le plus tôt possible et jusqu'au 03/05/2026 minuit. Les candidatures seront examinées au fur et à mesure, et vous serez éventuellement convoqué.e pour une audition le 03/06/2026 (en visio).

Références bibliographiques choisies relatives à l'ensemble du projet

- Boillat S., Burga C. A., Gigon A., Backhaus N., 2004. La succession végétale sur les cultures en terrasses de la Vallée de la Roya (Alpes-Maritimes, France) et sa perception par la population locale. *Geographica Helvetica*, 59, pp 154-167, <https://www.geogr-helv.net/59/154/2004/gh-59-154-2004.pdf>
- Chapuis M., Adnès C., 2023. Pluri-annual bedload monitoring in a Mediterranean mountain stream prior and after a ~200-year flood. *Gravel-Bed Rivers 9 Conference (GBR9)*, Jan. 2023, Villarrica, Chile. <https://hal.science/hal-03975995>

- Liébault F., **Melun G.**, Piton G., **Chapuis M.**, **Passy P.**, Tacon S., 2024. Channel change during catastrophic flood: Example of Storm Alex in the Vésubie and Roya valleys. *Geomorphology*, vol. 446, 109008, <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2023.109008>
- ONF-RTM, ONF-DRN, INRAE-ETNA, 2023. *Retour d'expérience technique de la crue du 2 octobre 2020 dans la vallée de la Vésubie – Volet torrentiel*. <https://doi.org/10.57745/UGJZWT>, Recherche Data Gouv, V1
- **Passy P.**, Gratacap V., *en ligne*. Evolution des paysages dans les vallées de la Roya et de la Vésubie. https://ppassy.gitpages.huma-num.fr/roya-vesubie_rephotographie/#12/43.9731/7.3025 [consulté le 15/05/2024]
- Tubog M.V., Emsellem K., Bouissou S., 2025. Detection of agricultural terraces platforms using machine learning from orthophotos and LiDAR-based Digital Terrain Model: a case study in Roya valley of Southeast France. *Land*, 14(5), 962. <https://doi.org/10.3390/land14050962>
- **Vignal M.**, 2020. *L'impact du changement global sur la flore du Sud-Est de la France : Modélisation multiscalaire de la répartition de 25 espèces à l'horizon 2100 par la dynamique de population*. Thèse de doctorat, Université Côte d'Azur, 2020. <https://theses.hal.science/tel-03105744>