

"Du patrimoine culturel à une solution fondée sur la nature : aider à la décision pour l'aménagement des paysages en terrasses méditerranéens soumis aux événements extrêmes".

Contexte, problématique et travaux antérieurs pertinents.

Le sujet de thèse proposé s'insère dans le groupe de travail transdisciplinaire STORY (*Risk to society in the Roya basin (Alpes-Maritimes, France): multi-temporal and transdisciplinary analysis*, <https://projetstory.wordpress.com/>), coordonné par Ch. Gorini (PR géosciences, ISTEP, FSI_SU) et M. Cohen (PR biogéographe, Médiations, FL_SU). Le projet STORY a été élaboré suite aux événements hydro-sédimentaires, géomorphologiques et biologiques déclenchés le 2 octobre 2020, par un épisode méditerranéen exceptionnel en lien avec la tempête Alex, dans les vallées de la Roya et de la Vésubie (Alpes-Maritimes, Carrega & Michelot, 2021). Par la suite, l'équipe a répondu à l'appel lancé par la cellule Prématuration de l'ASU, avec le projet TERRCATT, qui a amorcé un dialogue fructueux avec les associations locales et évalué le potentiel agro-écologique et les risques de glissements de terrain associés à la culture en terrasses, retransmis aux habitants par un jeu sérieux.

Dans le contexte de changement environnemental, les Solutions fondées sur la nature (SFN), définies par l'UICN dès 2005 (<https://www.iucn.org/fr/notre-travail/solutions-fondees-sur-la-nature>), sont aujourd'hui inscrites à l'agenda des décideurs. En parallèle, ces changements se matérialisent par des risques accrus face à la multiplication et l'amplification d'événements extrêmes attribués au changement climatique (Ginesta et al. 2022). Les acteurs locaux sont relativement démunis face à cette crise environnementale, alors que leur legs culturel pourrait constituer un atout pour leur adaptation future (<https://www.fao.org/giahs/fr/>). Les SFN sont aujourd'hui mobilisées au sein de la communauté scientifique par les géographes afin de renouveler l'aménagement des territoires dans un contexte de crise de la biodiversité, en s'appuyant sur des méthodes de modélisation des continuités écologiques (Clauzel, 2022). En parallèle, la question du risque a été traitée de façon évolutive et différenciée selon les disciplines (notamment géographie, géologie), la notion de modèle de cycle adaptatif (Matthews et al., 2019) synthétisant dans la profondeur historique celles de vulnérabilité, de résilience et d'adaptation (IPCC_G2, 2021, IPCC 2023).

Outre l'inventaire et l'évolution de ces paysages de terrasses (Varotto et al. 2019), plusieurs états de l'art ont montré leur rôle dans la régulation de l'érosion (Dorren & Rey, 2004, Stanchi et al. 2012 ; Arnaez et al. 2015), à condition qu'elles soient entretenues (Garcia-Ruiz et al., 2011). Fait pendant à cette littérature un autre pan de la connaissance sur la morphologie des corridors fluviaux, qui évolue sur le temps long en fonction du contexte climatique, démographique et de l'occupation du sol, avec des phases alternant entre cours en tresse et cours linéaire (ex. Benito et al. 2018, Whilhem et al., 2022). Un autre aspect de la littérature concerne les méthodologies à mettre en œuvre pour inventorier et retracer l'évolution historique des terrasses, avec l'apport décisif du LiDAR (Sevara et al., 2025), qui vient compléter aujourd'hui les méthodes géo-historiques (Varotto et al. 2019), ainsi que les perspectives ouvertes par de nouvelles méthodes de datation en collaboration avec l'ETH de Zurich. Parmi les travaux de notre équipe, nous pouvons citer les études sur le rôle des trajectoires historiques d'utilisation du sol sur la biodiversité des milieux agricoles (Cohen et al, 2024, 2023, 2015), la cartographie des terrasses et de leurs trajectoires d'usage dans le bassin-versant français de la Roya (Le Vot et al., 2024). Dans le cadre du projet Terrcat, une méthode de détection automatique des terrasses, d'estimation de la longueur potentielle des terrasses et de leur état de conservation est en cours d'élaboration en collaboration avec Maciej Nowak. Un autre volet de nos travaux se réfère à la quantification et la modélisation des risques, provoqués par les événements extrêmes, en terme de production et de dépôt de sédiments (Kerverdo et al. 2024, 2025) et de bois flottés (Piton et al. 2024), pendant l'événement Alex, événement à situer dans une séquence historique à l'échelle de l'Holocène.

2. Objectif scientifique

Notre proposition vise à rendre accessible la notion de SFN auprès des acteurs locaux, en testant le rôle que pourrait jouer un paysage culturel dans la résilience des territoires (Antrop, 2003). Notre hypothèse est qu'un paysage culturel peut être considéré comme faisant partie d'une solution fondée sur la nature, qui présenterait le double avantage de contribuer à la réduction des risques (érosion du sol, perte de biodiversité, de ressources en eau et de production agricole) et d'être portée par une mobilisation sociale par les acteurs locaux, avec lesquels des interactions suivies sont assurées. Un des verrous scientifiques est la capacité des terrasses de cultures à résister, et des fonds de vallée attenants à se rétablir après de tels événements (notion de résilience), qui doit être documentée par une approche retro-prospective. Ces questions scientifiques sont au cœur des préoccupations des associations locales souhaitant réhabiliter et valoriser ces espaces (Ciappea, Maison du Vivant, Remontons la Roya, Conservatoire de la châtaigne) avec lesquelles des contacts suivis ont été établis par l'équipe Story, que le projet Terrcat a fait fructifier.

L'objectif principal de cette recherche est donc de réaliser une étude approfondie et étendue à l'ensemble du bassin-versant (partie italienne incluse) sur les terrasses de culture et les fonds de vallée attenants, en mettant l'accent sur leur inventaire, leur histoire, et leur rôle dans la résilience des territoires face aux changements et défis environnementaux. Nous cherchons

à examiner l'efficacité des terrasses dans l'atténuation des impacts de phénomènes météorologiques extrêmes, tels que la tempête Alex, et les tempêtes de moindre ampleur, entrecoupées de périodes de sécheresse, leur capacité à préserver la biodiversité ainsi qu'à tester la faisabilité de leur remise en culture. Notre projet de plateforme cartographique participative permettant aux acteurs locaux d'évaluer les risques et potentiels associés à leurs territoires voire à très grande échelle à leurs parcelles de propriété contribuera à l'appropriation de nos résultats ; son caractère opérationnel dans d'autres territoires pourra être évalué.

3. Justification de l'approche scientifique

L'approche holistique et interdisciplinaire (géographie-géologie-biogéographie-géomatique) est particulièrement adaptée à l'objectif de vérifier dans quelle mesure des structures anthropiques peuvent constituer des SFN, renouvelant ainsi la question du risque. Le programme Story offre une opportunité unique de collaboration avec une équipe de jeunes chercheurs de disciplines connexes, plusieurs instituts de SU mais aussi extérieurs à SU autour des questions complexes se posant dans ces territoires fragiles. En outre le.a thésard.e bénéficiera de la mutualisation des outils de géomatique (dont les approches de télédétection par drone, avec LiDAR embarqué). La méthodologie est basée sur l'association entre l'enquête de terrain, l'enquête historique et la géomatique. L'enquête de terrain recouvre outre les dispositifs collaboratifs, des campagnes de mesure par drone et par LiDAR, le suivi de la biodiversité dans les terrasses remises en culture et témoin. L'enquête historique s'appuie sur l'exploitation d'archives entre le 17^{ème} et le 21^{ème} siècle (cartes, rapports, images de télédétection, données LiDAR) afin d'inventorier les terrasses et les fonds de vallée attenants, de reconstituer leurs trajectoires historiques, ainsi que sur des datations (Kerverdo et al., 2023, ETH Zurich). Ces données seront intégrées et analysées dans un système d'information géographique (SIG). Des techniques de modélisation des continuités paysagères, inspirées de la théorie des graphes, seront mobilisées et croisées avec la modélisation des processus hydro-sédimentaires (thèse de Mina Jafari, Institut d'Alembert, collaboration avec l'INRAE). Un inventaire statistique des relations entre le volume de glissements de terrain (thèse de Raphael Kerverdo, ISTEP) et les continuités paysagères du modelé en terrasse, permettra de vérifier leur fonction de régulation (ou non) de l'érosion. L'ensemble de ces résultats permettra de construire un modèle général potentiel/risque en vue de l'élaboration de la plateforme cartographique d'aide à la décision.

4. Adéquation aux Thématiques de l'Appel à Projets

Le sujet de thèse s'intègre dans la priorité « solutions fondées sur la nature » (SFN) du thème « mondes durables » du programme SOUND. Le projet vise à renouveler et enrichir les notions de SFN et de risque, en considérant les services écosystémiques d'un paysage culturel. Il associe un panel d'innovations méthodologiques et techniques avec un engagement sociétal et éthique. Il s'appuie sur une approche interdisciplinaire, avec un co-encadrement géographie/ géologie (PR FL et FSI, + Maciej Nowak [géographe-géomaticien HDR] et à terme de Stéphane Desruelles [geo-archéologue MCF]), et une intégration dans un écosystème de recherche porteur (équipe Story et réseau scientifique). Il vise à répondre à des enjeux sociétaux de reconstruction des territoires post-événement extrême, en lien avec des partenaires associatifs avec lesquels l'équipe Story collabore depuis 2020. Cet ancrage s'est réalisé jusqu'à présent par des actions de partage de résultats, de formulation de questions posées aux chercheurs par les partenaires associatifs, et par l'association d'un des membres de l'association Remontons la Roya à l'équipe Story et au programme Terrcatt. De plus, la recherche visera à tester la reproductibilité de la démarche dans d'autres territoires péri-méditerranéens à risque potentiellement intéressés par notre approche des solutions fondées sur la Nature et la Culture. L'impact environnemental du programme est à priori peu important, mais les conseils de l'équipe SOUND seront les bienvenus pour le réduire.

5. Profil Recherché pour la candidature :

La réalisation de ce projet de doctorat devra s'appuyer sur de solides connaissances en géomatique, en géographie de l'environnement, sur une ouverture à l'interdisciplinarité (notamment en géologie) et sur une disposition à interagir avec les acteurs locaux (mission de médiation). Une connaissance des milieux méditerranéens serait un plus.

Conclusion :

Le contexte de demande sociétale et d'un écosystème de recherche particulièrement stimulant justifient le soutien de ce projet. Il a un potentiel de généralisation à d'autres vallées péri-méditerranéennes, soumises aux événements extrêmes attribués au changement climatique. L'innovation apportée par le projet est :

- Réflexive (en élargissant et connectant les notions de solution fondée sur la nature et de risque) ;
- Culturelle (en valorisant un patrimoine vivant, matériel et immatériel) ;
- Éthique/déontologique et sociale (en donnant du poids à l'appréciation des acteurs locaux et en leur donnant les moyens d'une évaluation basée sur leurs expériences et usages) ;
- Technologique (en associant une expertise fine en géosciences, biogéographie et géohistoire, articulée avec une approche de recherche adaptée au contexte).