

Sujet de thèse : Trajectoire du système multirisque de la Vallouise entre 1600 et 2020 AD

Résumé

Étudier les trajectoires des systèmes risques au sein des socio-écosystèmes de montagne sur la longue durée est crucial pour anticiper leurs évolutions futures et garantir leur durabilité. L'examen critique de la littérature existante montre toutefois que les évolutions des aléas et des risques en contexte montagnard restent insuffisamment documentées à l'échelle séculaire, notamment pour les territoires affectés par des risques multiples et/ou en cascade. Cette thèse vise à appréhender l'évolution des risques en montagne entre 1600 et 2020 dans un système socio-environnemental archétypal des hautes vallées alpines, la Vallouise, dans le massif des Écrins (Hautes-Alpes). L'occurrence régulière de différents aléas étagés sur une large gamme d'altitudes ainsi que l'existence d'inventaires que cette thèse complètera y autorisent la construction de chronologies multirisque les plus exhaustives possibles sur une période exceptionnellement longue. Celles-ci permettront de documenter et de comprendre les évolutions des aléas et des risques (nature, localisation, saisonnalité, etc.), notamment celles résultant du recul glaciaire et de l'afforestation consécutive à la déprise agropastorale. Le travail sera mené dans un cadre systémique holistique et interdisciplinaire associant géohistoire et géosciences. Des résultats novateurs de nature méthodologique (combinaison de sources systématiques/historiques et quantitatives/qualitatives) comme plus thématique (évolutions du système multirisque, des aléas et des liens avec le climat) sont attendus.

Description du projet de thèse

Contexte et enjeux scientifiques et socio-économiques auxquels répond le projet

Les milieux montagnards sont particulièrement sensibles aux évolutions sociétales et climatiques et leur réponse au changement global actuel est plus marquée que celle d'autres milieux (Beniston et al., 1997). Ils sont donc en évolution permanente sous l'effet des changements rapides et forts qui ont eu lieu durant les derniers siècles : Petit Âge Glaciaire (PAG) puis réchauffement récent, accroissement des activités agro-sylvo-pastorales puis transition vers un modèle orienté vers les activités touristiques, etc. En parallèle, les caractéristiques biophysiques (pentes, glaciers, etc.) et sociétales (urbanisation concentrée sur l'espace disponible, etc.) de ces milieux les rendent particulièrement susceptibles de subir des dommages importants du fait de l'occurrence d'aléas hydrologiques ou gravitaires (Altaweel et al., 2015). Les risques dits naturels y sont donc exacerbés et de nouvelles situations de risque émergent, liées par exemple à la déstabilisation des pentes consécutive à la fonte du permafrost et au recul des glaciers qui peuvent engendrer des risques en « cascade » : crues catastrophiques résultant de la rupture de poches d'eau sous-glaciaires, décrochements de séracs dégénéralant en avalanches destructrices, matériel peu consolidé avec la fonte du permafrost permettant l'initiation d'une lave torrentielle en réponse à de fortes précipitations, etc. En outre, crues/inondations, glissements de terrain et avalanches sont susceptibles de se produire dans de nouveaux endroits et à des saisons différentes de celles qui prévalaient jusqu'alors (Hock et al., 2019). Enfin, la présence de nombreux enjeux liée à la pression foncière, contrainte par la topographie et une économie souvent axée sur le tourisme, peut conduire à une surexposition au risque. Or, la mise en sécurité des personnes et des biens est une des conditions indispensables du développement socio-économique des territoires de montagne. À l'heure où l'adaptation au réchauffement climatique et, plus largement, au changement global, est devenue une nécessité impérieuse, étudier les trajectoires des systèmes mono- et multirisque au sein des socio-écosystèmes de montagne sur la longue durée est de ce fait crucial pour anticiper leurs évolutions futures et garantir ainsi leur durabilité. Ceci nécessite la mise en œuvre d'approches holistiques et interdisciplinaires permettant de prendre en compte dans toute leur complexité les interactions entre les hommes et leur environnement, et, plus largement, les composantes biophysique (l'aléa potentiellement dommageable et le milieu dans lequel il se produit) et sociétale (les enjeux et leur vulnérabilité et exposition)

des socio-écosystèmes de montagne. Notons que par multirisque nous entendons plusieurs risques, sur un même territoire, non indépendants en termes de cause ou de conséquences.

Etat de l'art scientifique

Les résultats fermement établis concernant les évolutions des aléas et des risques en contexte montagnard restent lacunaires (IPCC, 2019) car :

- Les chronologies événementielles longues à haute résolution spatiale et temporelle restent peu nombreuses (Hock et al., 2019) et celles qui existent souffrent d'un déficit d'analyse critique, rendant illusoire d'en déduire des informations relatives à la dynamique des aléas et des risques associés ;
- La recherche reste largement menée en silos, se focalisant soit sur les phénomènes pouvant être générateurs de risques et leur milieu biophysique, soit sur les enjeux et leurs vulnérabilités socio-économiques, plus rarement sur ces deux volets simultanément (Gardner et Dekens, 2007). Il existe ainsi un déficit de compréhension des mécanismes causaux aboutissant à l'occurrence de dommages, notamment pour les territoires affectés par des risques multiples et/ou en cascade.

Ainsi, d'une part, le cadre d'analyse systémique est encore peu utilisé alors qu'il est largement promu par le cadre d'action de Sendai (UNDRR, 2019). D'autre part, des évolutions significatives de la dynamique des aléas et des risques restent difficiles à mettre en évidence et à attribuer à une cause précise (climat ou activités anthropiques par exemple). En outre, les (maigres) résultats disponibles (Keiler et al., 2010 ; Eckert et al., 2013 ; Lopez Saez et al., 2016 ; García-Hernández et al., 2017) sont difficiles à généraliser d'un contexte à l'autre. En conséquence, les synthèses existantes (IPCC 2012 ; Einhorn et al., 2015 ; Beniston et al., 2018 ; Hock et al., 2019) font toutes référence aux mêmes études et concluent que la forte incertitude qui entoure encore les évolutions passées ne permet pas d'anticiper les évolutions futures des aléas et leurs contributions aux risques en montagne, en particulier pour les territoires concernés par des risques multiples et/ou en cascade.

Verrous auxquels la thèse répond

En réponse à ces manques, cette thèse appréhendera l'évolution des risques en montagne dans un système socio-environnemental archétypal des hautes vallées alpines, la vallée de la Vallouise (communes de Vallouise-Pelvoux, Puy-Saint-Vincent et Les Vigneaux) dans le massif des Écrins (Hautes-Alpes) sur la période 1600 – 2020. Ce territoire iconique (le Glacier Blanc qui domine la Vallouise est l'une des images du Parc National des Écrins) autorise une étude multirisque originale incluant à la fois les aléas d'origine hydrométéorologiques (crues torrentielles, avalanches) et les effets cascade en lien avec le recul glaciaire :

- Différents aléas s'y produisent de manière étagés sur une large gamme d'altitude (1000 à 4100 m a.s.l) particulièrement sensible au réchauffement climatique (variation de l'isotherme 0).
- Le terrain glaciaire s'est fortement rétracté avec le réchauffement post-Petit âge glaciaire, le rendant particulièrement propice à des aléas d'origines glaciaires et périglaciaires.

En outre, le recul glaciaire, combiné au déclin des activités agro-sylvo-pastorales et à l'essor d'une économie touristique a considérablement modifié l'usage des sols.

Les diverses sources déjà existantes que cette thèse complètera (cf. matériel nécessaire) permettront la construction de chronologies multirisque les plus exhaustives possibles sur une période exceptionnellement longue. L'étendue 1600-2020 a été choisie car (1) elle est relativement homogène en termes de sources, (2) le fonds Colmant-Clouzot¹ recense des informations « régulières » à partir du XVII^e siècle dans ce secteur, (3) cette période a l'avantage de comprendre le minimum de Maunder (~1650-1700), période la plus froide du dernier millénaire. La trajectoire complète du système en réponse à des évolutions climatiques et sociétales très marquées pourra donc être étudiée.

Ainsi, le travail mené considèrera de manière équilibrée le système biophysique (les aléas et le milieu dans lequel ils adviennent) et le système sociétal source de vulnérabilité et d'exposition (pratiques au sens large : usage des sols, activités socio-économiques, aménagements et mesures de gestion, etc.) dont la rencontre génère les risques. Il prendra en compte l'ensemble des interactions entre et à l'intérieur du système biophysique et du système sociétal de même que leurs évolutions au cours du temps.

¹ Corpus constitué par des recherches en archives au début du XX^e siècle recensant des événements dommageables survenus majoritairement du XV^e au XVIII^e siècles.

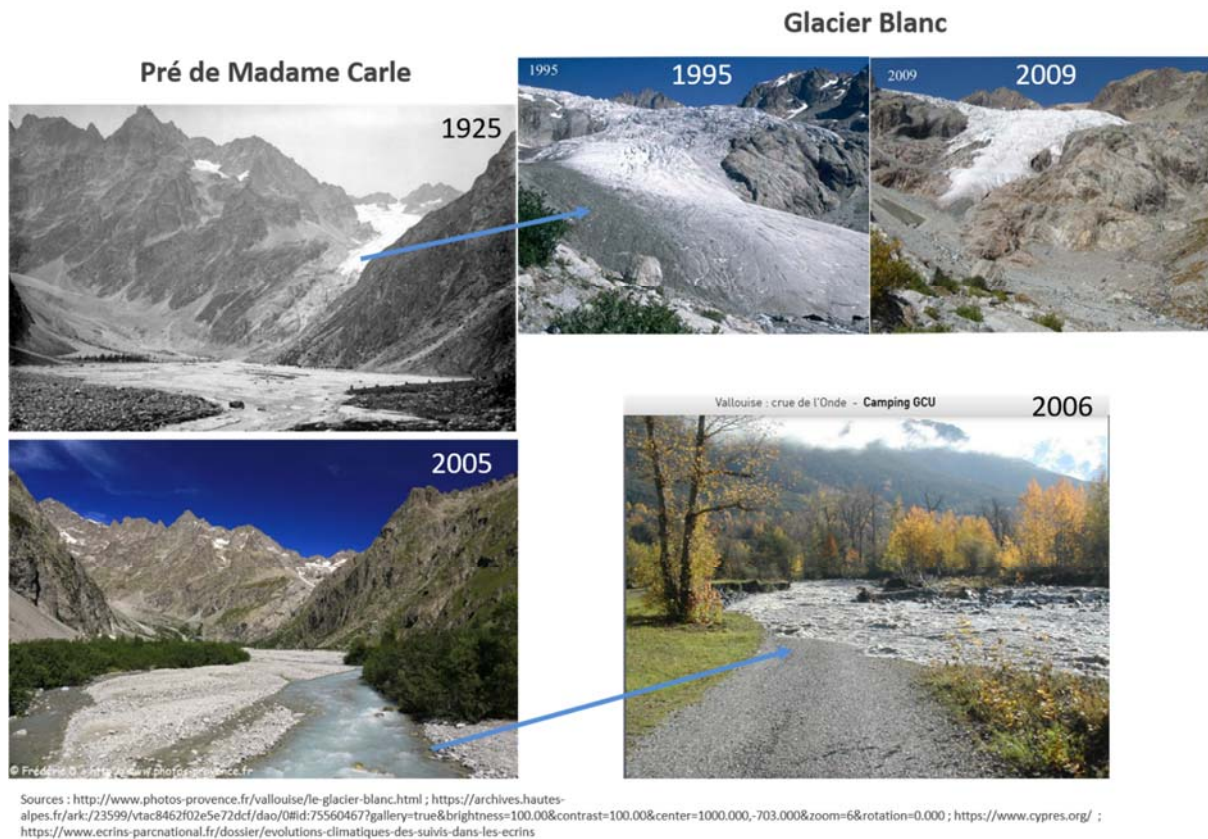


Figure 1 : La Vallouise un terrain marqué par le recul glaciaire, la morphodynamique torrentielle du Gyr et de l'Onde et une afforestation rapide.

Hypothèse de travail

Sur les derniers siècles, en zone de montagne, le système biophysique a fortement réagi aux évolutions climatiques et sociétales. Le système sociétal a lui-même fortement évolué. Les évolutions des risques ont donc a priori été rapides et marquées. Mieux les appréhender pourrait permettre d'anticiper certaines évolutions futures. Notre hypothèse de travail est que les aléas se déplacent selon un gradient d'altitude lié au réchauffement et au recul des glaciers, et que cela conduit, en combinaison avec les évolutions du système sociétal, à de profondes modifications de la nature et de la localisation des risques. Cette thèse vise à mettre à l'épreuve ces postulats dans le contexte spécifique d'une haute vallée alpine dans laquelle le recul glaciaire consécutif à la sortie du Petit âge glaciaire est particulièrement prégnant. D'un point de vue méthodologique, notre hypothèse est que la combinaison originale de sources et de méthodes proposées permettra de mettre à jour et d'expliquer les évolutions des risques et de leurs composantes biophysiques et sociétales sur une période inhabituellement longue de plus de 400 ans.

Question de recherche proposée au candidat

L'objectif de la thèse proposée est en premier lieu, via une approche holistique et interdisciplinaire, de documenter et d'expliquer l'évolution des risques en montagne sur une échelle multiséculaire (XVII^e-XXI^e siècles) au sein d'une haute vallée alpine archétypale. Pour cela, le ou la candidat(e) devra combiner des données systématiques et historiques pour la production et l'analyse de chronologies d'événements (au sens des phénomènes recensés, fortement dépendants de l'effet lié aux sources) afin de pouvoir en déduire des informations sur l'évolution des risques puis des aléas (voir ci-dessous). Pour cela, il sera nécessaire de comprendre le rôle tenu par les pratiques sociales et l'effet lié aux sources dans les changements observés. Les chronologies événementielles obtenues seront donc réunies sur une frise-chronosystème synthétisant l'évolution du système biophysique et du système sociétal ainsi que leurs interactions. L'analyse, à ce stade essentiellement qualitative, sera poussée jusqu'à proposer un modèle systémique diachronique de fonctionnement des risques (Giacona et al., 2019). Ce modèle graphique, qui n'inclut que les facteurs

principaux qui font les risques synthétisera de manière originale l'évolution des risques (nature, localisation au sein du territoire étudié) et de leurs causes sous-jacentes au cours du temps.

Dans un second temps, ces résultats permettront de déterminer quantitativement si, et dans l'affirmative, de quelle manière, les aléas ont évolué en termes de nature, de localisation, de fréquence, d'intensité et/ou de saisonnalité et d'en investiguer les causes, notamment en termes de liens aléas-climat. La période temporelle considérée n'étant pas homogène il sera nécessaire de la décomposer en sous-périodes pseudo-homogènes du point de vue des sources et/ou des caractéristiques du système sociétal. Pour chacune de ces périodes, il sera alors possible, par des approches statistiques simples (corrélations, régressions, etc.) complétées par des raisonnements phénoménologiques (contrôle de la torrencialité par la précipitation et la disponibilité sédimentaire, contrôle de l'activité avalancheuse par les conditions nivo-météorologiques) de mettre en évidence l'existence (ou l'absence) de tendances et leurs liens éventuels avec les évolutions concomitantes des températures, des précipitations, de l'enneigement (moyenne, variabilité, saisonnalité) et de l'occupation des sols (extension et localisation des zones boisées et du terrain glaciaire en particulier).

Matériel nécessaire et approches envisagées

Matériel – On dispose déjà pour le terrain choisi d'un inventaire diachronique des évolutions des surfaces glaciaires, ainsi que des volumes pour le Glacier Blanc qui est intégré depuis peu à l'observatoire Glacioclim-Alpes et suivi par l'unité ETNA. Des événements et des dommages sont documentés dans différents inventaires : base de données du RTM, fonds Colmant-Clouzot (particulièrement riche pour la Vallouise et non valorisé jusqu'à présent), Enquête Permanente sur les Avalanches. Afin de produire des chronologies à haute résolution spatiale et temporelle de l'aléa et du risque, le candidat devra les compléter par des sources géohistoriques : archives communales et départementales, sources orales, littérature locale, documentation iconographique, médias (dépouillement de la presse locale), relevés de terrain (observations de trace d'événements et du contexte d'occurrence), rapports et études existants. Les évolutions climatiques pourront être appréhendées en croisant les réanalyses et les reconstitutions existantes (réanalyses journalières issues de la chaîne Safran-Crocus, Durand et al., 2009 et du modèle MAR, Ménégoz et al., 2020 ; reconstitutions climatiques gridées à plus faible résolution, Casty et al., 2005), et les données de station, de même que des informations sur l'histoire du climat qui seront acquises « en passant » au cours du dépouillement des sources historiques. L'utilisation conjointe de données climatiques de résolution, précision et couverture temporelle différentes permettra d'additionner leurs forces pour parvenir à la quantification la plus précise possible des évolutions du climat sur la zone d'étude au cours de l'ensemble de la période couverte par les chronologies événementielles multirisque. Concernant la reconstitution de l'usage des sols, la méthodologie proposée par Zgheib et al. (2020) qui optimise la comparaison entre cartes et photographies aériennes sera mise en œuvre, éventuellement dans le cadre d'un stage de master. L'évolution du système sociétal sera appréhendée via des données relatives à la population, au cadastre, aux activités agro-sylvo-pastorales et touristiques, etc.

Méthodologie – Cette thèse combinera différentes approches. L'**approche géohistorique**, à l'interface de l'histoire et de la géographie, traite les relations entre les sociétés et leur environnement dans une perspective diachronique. Elle autorise de combiner sources historiques et analyses spatiales afin de maximiser la documentation et la compréhension des objets étudiés. Elle permettra de constituer des chronologies d'événements à haute résolution spatiale et temporelle (site précis et année voire date exacte d'occurrence) sur une échelle séculaire et de documenter le contexte dans ils se sont produits. L'**analyse systémique diachronique** poussée jusqu'à la formalisation graphique conduira à la compréhension du fonctionnement des risques dans leur ensemble, de leurs évolutions et des mécanismes causaux à l'origine des risques. Enfin les **interactions géohistoire – géosciences** permettront, par l'assemblage des savoirs, d'affiner l'interprétation des évolutions des aléas et de leurs causes à partir des chronologie d'événements et des données de contexte.

Programme de recherche et calendrier

Le programme de recherche se décompose en quatre axes :

- Axe 1 : **Reconstitution de chronologies événementielles multirisque**. Des chronologies les plus complètes possibles seront constituées sur la période 1600-2020. La résolution temporelle sera à minima annuelle, si possible inférieure afin de pouvoir remonter aux causes météorologiques. L'ensemble des informations recueillies (descriptions textuelles, photographies, emprises cartographiques, etc.) sera intégré dans une base de données spatialisée (SIG).

- Axe 2 : **Contextualisation des chronologies événementielles**. Les chronologies constituées seront contextualisées, autrement dit les événements seront rapportés à l’environnement social, biophysique et climatique dans lequel ils se sont produits. Cela permettra d’interpréter les distributions spatiales et temporelles des événements répertoriés.
- Axe 3 : **Construction d’un modèle systémique diachronique des risques** permettant de décrire et d’expliquer les évolutions observées dans les risques (nature, localisation, etc.) et ses composantes (aléa, enjeu) sur la période couverte par les chronologies.
- Axe 4 : **Focus sur l’évolution des aléas et liens aléas-climat**. Avoir acquis la compréhension du système sociétal ainsi que des liens entre système sociétal et système biophysique (axes 1-3) permettra *in fine* de quantifier et d’expliquer les évolutions des différents aléas et leurs causes (climat, occupation des sols).

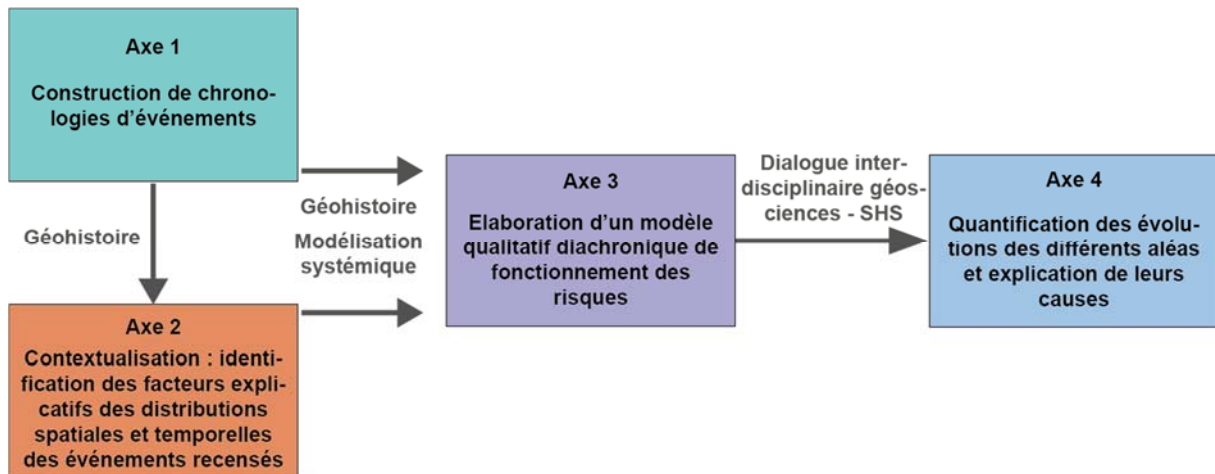


Fig. 2 : Schéma synoptique des axes de travail de la thèse

Les différents axes de la thèse et publications se répartiront sur les 3 ans de la thèse de la manière suivante :

	2021	2022			2023			2024	
Bibliographie, prise en main des outils, méthodes et familiarisation avec le terrain	■								
Axe 1		■	■	■	■	■			
Axe 2			■	■	■	■			
Axe 3					■	■	■	■	
Axe 4							■	■	■
Article 1 : constitution de chronologies multirisque pluriséculaires à partir de sources variées					■	■			
Article 2 : modélisation systémique multirisque avec focus sur les risques en cascade						■	■		
Articles 3-(4) : évolution des aléas et liens aléas-climat							■	■	
Finalisation de la thèse sur articles et préparation de la soutenance								■	■

Publications envisagées et impacts

Le sujet étant novateur (1) par l’approche multirisque, (2) l’étendue temporelle multiséculaire considérée et (3) sa démarche intégrative et interdisciplinaire, cette thèse répondra à des verrous identifiés dans la littérature. 3-4 publications sont prévues dans des revues à fort facteur d’impact (cf. calendrier ci-dessus). La première de nature méthodologique traitera de la combinaison de sources de différentes nature (systématiques/historiques et quantitatives/qualitatives) pour la constitution et la contextualisation des chronologies. La seconde décrira les évolutions du système multirisque. Enfin, une ou deux publications plus thématiques traiteront des évolutions des aléas et des liens avec le climat.

Ces résultats viendront compléter l’état de l’art relatif à l’évolution des aléas et des risques en montagne (Beniston et al., 2018 ; Hock et al., 2019), qui, mis à part quelques études (Garcia Hernandez et al., 2017), reste lacunaire au-delà des dernières décennies et se limite en général à la composante « aléa » des risques (par exemple, Wilhelm et al., 2012 ; Mainieri et al., 2020). Plus généralement, les évolutions documentées dans la

vallée de la Vallouise permettront d'anticiper les évolutions futures des risques en montagne en termes de localisation et de typologie (notamment à cause des effets « cascade » résultant de la fonte du permafrost encore présent à l'heure actuelle), ces derniers étant amenés à se décaler à plus haute altitude avec la poursuite du réchauffement. Cela permettra de mieux qualifier quelles zones seront exposées à quelle(s) menace(s) et à quel horizon temporel, ce qui constituera une contribution forte à l'adaptation de l'habitabilité en zone de montagne.

Profil du candidat, compétences et techniques acquises

Ce sujet de thèse, qui combine des méthodes et outils géohistoriques, pourra être porté par deux types de profils :

- Un.e historien.ne s'intéressant à l'histoire environnementale et ouvert.e aux approches quantitatives.
- Un.e géographe ou un.e étudiant en géosciences ayant des accointances avec le temps long et l'histoire et, si possible, une expérience de la recherche en archives.

Il est demandé un intérêt pour les socio-écosystèmes de montagne et les risques naturels, pour le dialogue SHS-géosciences ainsi qu'un bon niveau d'anglais.

Le candidat complètera via cette thèse (1) ses connaissances des socio-écosystèmes de montagne et de leurs trajectoires d'évolution en matière de risque et (2) sa formation par l'ensemble de la palette méthodologique qu'il manipulera, en interaction forte avec son équipe d'encadrement : géohistoire, analyse systémique, phénoménologie des risques et des aléas, notamment via un ensemble d'approches quantitatives (SIG, analyses statistiques « simples »).

L'inscription en thèse se fera à l'Ecole Doctorale STEP de Grenoble, dans laquelle émerge le porteur du projet. Ce sujet de thèse entre pleinement dans les thématiques portées par l'ED STEP très interdisciplinaire, notamment autour des sciences de l'environnement. Enfin, elle offre la mention « géographie » bien adaptée aux deux profils de candidats recherchés.

Encadrement

Cette thèse, interdisciplinaire, bénéficiera d'un co-encadrement associant géosciences et géohistoire au sein des équipes STRIM et ECRINS de l'UR ETNA d'INRAE :

- Philippe Frey (ICPEF, HDR, INRAE), Directeur de thèse, spécialiste des risques torrentiels (mécanique des fluides, transports sédimentaires, géomorphologie fluviale).
- Florie Giacona (CR, INRAE), co-encadrante de thèse, géohistorienne des risques naturels en montagne (relations entre les sociétés et leur environnement, reconstitution et interprétation de chronologies, analyse systémique diachronique) <https://www6.lyon-grenoble.inrae.fr/etna/MEMBRES/Personnel-permanent/Florie-GIACONA>

Ces compétences seront complétées par celles d'un comité de thèse qui réunira des disciplines variées permettant de traiter le sujet. Les personnes suivantes sont pressenties en tant que membres de ce comité :

- Christophe Corona (CR, HDR, CNRS, Géolab, université de Clermont Auvergne) : dendrochronologie, biogéographie, paléoenvironnements montagnards, liens aléas-climat
- Brice Martin (MCF, CRESAT, université de Haute-Alsace) : géohistoire des risques, crues et inondations
- Anne-Marie Granet-Abisset (PR, LARHRA, université Grenoble Alpes) : histoire environnementale, milieux alpins
- Pascal Hagenmuller (IPEF, CNRM, université Grenoble Alpes, université de Toulouse) : nivologie, liens avalanches-climat
- Emmanuel Thibert (IR, INRAE ETNA, université Grenoble Alpes) : glaciologie, Parc National des Écrins
- Bruno Wilhelm (MCF, IGE université Grenoble Alpes) : paléoenvironnements montagnards, liens aléas-climats
- Denis Cœur (historien conseil, ACTHYS-Diffusion) : crues et inondations

Financement de la thèse

Ce projet de thèse bénéficie d'un contrat doctoral INRAE dont le financement est acquis (Labex OSUG et INRAE).

- Altaweel M., Virapongse A., Griffith D., Alessa L., Kliskey A., 2015, « A typology for complex social-ecological systems in mountain communities », *Sustainability: Science, Practice and Policy*, vol. 11, n°2, p. 1-13.
- Beniston M., Diaz H.F., Bradley R.S., 1997, « Climatic change at high elevation sites: an overview », *Climatic Change*, vol. 36, p. 233-251.
- Beniston M., Farinotti D., Stoffel M.,... , Fantini A., Giacona F., Hauck C., et al., 2018, « The European mountain cryosphere: A review of past, current and future issues », *The Cryosphere*, vol. 12, p. 759-794.
- Casty C., Wanner H., Luterbacher J., Esper J., Böhm R., 2005, « Temperature and precipitation variability in the European Alps since 1500 », *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, vol.25, n°14, p. 1855-1880.
- Durand Y., Giraud G., Laternser M., Etchevers P., Mérindol L., Lesaffre B., 2009, « Reanalysis of 47 years of climate in the French Alps (1958–2005): climatology and trends for snow cover », *Journal of applied meteorology and climatology*, vol.48, n°12, p. 2487-2512.
- Eckert N., Keylock C. J., Castebrunet H., Lavigne A., Naaim M., 2013, « Temporal trends in avalanche activity in the French Alps and subregions: from occurrences and runout altitudes to unsteady return periods », *Journal of Glaciology*, vol.59, n°213, p. 93-114.
- Einhorn B., Eckert N., Chaix C., Ravanel L., Deline P., Gardent M., Boudières V., Richard D., Vengeon J.-M., Giraud G., Schoeneich P., 2015, « Changements climatiques et risques naturels dans les Alpes », *Revue de géographie alpine*, vol.103, n°2.
- García-Hernández C., Ruiz-Fernández J., Sánchez-Posada C., Pereira S., Oliva M., Vieira G., 2017, « Reforestation and land use change as drivers for a decrease of avalanche damage in mid-latitude mountains (NW Spain) », *Global and Planetary Change*, vol.153, p. 35-50.
- Gardner J.S., Dekens J., 2007, « Mountain hazards and the resilience of social-ecological systems: lessons learned in India and Canada », *Natural Hazards*, vol.41, n°2, p. 317-336.
- Giacona F., Martin B., Eckert N., Desarthe J., 2019, « Une méthodologie de la modélisation en géohistoire. De la chronologie (spatialisée) des événements au fonctionnement du système par la mise en correspondance spatiale et temporelle », *PhysioGéo*, vol.14, p. 171-199.
- Hock R., Rasul G., Adler C., Cáceres B., Gruber S., Hirabayashi Y., Jackson M., Kääb A., Kang S., Kutuzov S., Milner A., Molau U., Morin S., Orlove B., Steltzer H., (2019), « Chapter 2: High Mountain Areas », In IPCC Special Report on Ocean and Cryosphere in a Changing Climate.
- IPCC, 2012, « Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation », In Field C.B., Barros V., ... Midgley P.M. (eds.), A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change Field, Cambridge UK and New York USA, Cambridge University Press, 582 p.
- IPCC, 2019, « Summary for Policymakers », In Pörtner H.- O., Roberts D.C., Masson-Delmotte V., et al., (eds.), IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, 1170 p.
- Keiler M., Knight J., Harrison S., 2010, « Climate change and geomorphological hazards in the eastern European Alps », *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, vol.368, n°1919, p. 2461-2479.
- Lopez-Saez J., Corona C., Eckert N., Stoffel M., Bourrier F., Berger F., 2016, « Impacts of land-use and land-cover changes on rockfall propagation: Insights from the Grenoble conurbation », *Science of the Total Environment*, vol.547, p. 345-355.
- Mainieri R., Favillier A., Lopez-Saez J., Eckert N., Zgheib T., Morel P., Saulnier M., Peiry J.L., Stoffel M., Corona C., 2020, « Impacts of land-cover changes on snow avalanche activity in the French Alps », *Anthropocene*, vol. 30, 13 p.
- Ménégoz M., Valla E., Jourdain N. C., Blanchet J., Beaumet J., Wilhelm B., ... Anquetin S., 2020, « Contrasting seasonal changes in total and intense precipitation in the European Alps from 1903 to 2010 », *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 37 p.
- UNDRR, 2019, *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*, Geneva, United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR), 472 p.
- Wilhelm B., Arnaud F., Enters D., Allignol F., Legaz A., Magand O., ... Malet E., 2012, « Does global warming favour the occurrence of extreme floods in European Alps? First evidences from a NW Alps proglacial lake sediment record », *Climatic Change*, vol. 113, n° 3-4, p. 563-581.
- Zgheib T., Giacona F., Granet-Abisttet A.-M., Morin S., Eckert E., 2020, « One and a half century of avalanche risk to settlements in the upper Maurienne valley inferred from land cover and socio-environmental changes », *Global Environmental Changes*, vol. 65, 21 p.