



HAL
open science

Un Institut Environnement - Société à l'UGA Vers une pérennisation de la dynamique impulsée autour des études des trajectoires des socio-écosystèmes dans un contexte d'évolution climatique

Sandrine Anquetin, Nicolas Buclet, Sandra Lavorel, Philippe Bourdeau, Nicolas Eckert, Anne Dalmasso, Emmanuelle Georges-Marcelpoil, Charline Giguet-Covex, Julia Grosinger, Catherine Haenni, et al.

► To cite this version:

Sandrine Anquetin, Nicolas Buclet, Sandra Lavorel, Philippe Bourdeau, Nicolas Eckert, et al.. Un Institut Environnement - Société à l'UGA Vers une pérennisation de la dynamique impulsée autour des études des trajectoires des socio-écosystèmes dans un contexte d'évolution climatique. [Rapport de recherche] Université Grenoble Alpes (UGA). 2021. hal-03728916

HAL Id: hal-03728916

<https://hal.science/hal-03728916v1>

Submitted on 20 Jul 2022

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.

LIVRE BLANC

CDP TRAJECTORIES 2017 - 2020

Un Institut Environnement - Société à l'UGA

Vers une pérennisation de la dynamique impulsée autour des études des trajectoires des socio-écosystèmes dans un contexte d'évolution climatique

Document co-écrit par les membres du Comité de Pilotage du CDP TRAJECTORIES, complété de quelques chercheurs.

Par ordre alphabétique :

Sandrine Anquetin (IGE-PAGE), Philippe Bourdeau (PACTE-PSS), Nicolas Buclet (PACTE-PSS), Nicolas Eckert (ETNA-PAGE), Anne Dalmasso (LARRHA-SHS), Emmanuelle George (LESSEM-PAGE), Charline Giguët-Covex (EDYTEM-PAGE), Julia Grosinger (Doctorante SHPT), Catherine Hanni (LECA-PAGE), Pierre-Marie Judet (LARRHA-SHS), Raphaël Lachello (Doctorant SHPT), Sandra Lavorel (LECA-PAGE), Céline Lutoff (PACTE-PSS), Martin Menegoz (IGE-PAGE), Clémentine Prieur (LJK-MSTII), Thomas Spiegelberger (LESSEM-PAGE), Bjorn Reinekin (LESSEM-PAGE), Isabelle Ruin (IGE-PAGE), Wilfried Thuiller (LECA-PAGE), Danielle Ziebelin (LIG-MSTII)

Depuis Janvier 2017, le projet TRAJECTORIES, financé par l'IDEX Grenoble Alpes, a permis l'impulsion d'une dynamique scientifique interdisciplinaire et transdisciplinaire autour des trajectoires des socio-écosystèmes dans les Alpes françaises. Cette dynamique nous semble aujourd'hui importante à maintenir au sein d'une « *structure fédérative*¹ » au sein de l'UGA pour répondre aux enjeux de recherche mais également pour faciliter les liens recherche-formation et ainsi être en capacité de proposer des filières de formation (initiale et continue) pour préparer les acteurs de demain.

Rappelons brièvement ici les enjeux de TRAJECTORIES:

- **un enjeu de connaissance** : mieux comprendre les processus de co-évolution entre sociétés humaines et environnement ; le projet TRAJECTORIES visait la mise en place de démarches fondamentalement interdisciplinaires et était ciblé sur les territoires alpins ; le transfert vers d'autres territoires était, dès le départ, un objectif annoncé pour « l'après CDP » ;
- **un enjeu socio-économique** : co-construire et anticiper les mutations des territoires touchés par les changements climatiques ; la communauté scientifique est de plus en plus interpellée pour accompagner les territoires dans leur trajectoire d'adaptation face aux défis climatiques ; au fil du projet, ces interrelations se sont intensifiées, et aujourd'hui les acteurs des territoires sont désireux d'un ancrage plus pérenne ;
- **un enjeu à l'échelle de l'UGA** : contribuer à l'essor puis à la pérennisation d'une communauté scientifique autour des interrelations Environnement <-> Société ;
- **un enjeu à l'échelle internationale** : rendre visible les travaux de l'UGA dans le champ de l'analyse des socio-écosystèmes.

Notre objectif, à travers ce libre blanc, consiste à revenir sur les principales raisons qui nous mènent à penser que TRAJECTORIES est un succès dont il convient de pérenniser la dynamique à l'échelle du site grenoblois et chambérien. Pour ce faire, nous présentons dans un premier temps un bilan scientifique du projet, en terme cognitif et méthodologique, notamment sur les avancées en termes d'interdisciplinarité, puis dans nos relations avec les acteurs de terrain. Dans un second temps nous nous proposons une prospective afin de mettre en avant ce que nous souhaiterions poursuivre et renforcer dans les années à venir, pour enfin aboutir à des propositions que nous adressons à la Communauté Scientifique de l'UGA.

¹ « Structure » à définir dans le cadre de l'organisation du renouvellement de l'IDEX UGA

I.	BILAN SCIENTIFIQUE	4
1.	<i>Des avancées scientifiques</i>	4
	A. Observation	4
	Encadré 1 : L'observatoire ORCHAMP	5
	Encadré 2 : Refuges Sentinelles	6
	Encadré 3 : La plateforme de métadonnées Trajectories.....	7
	B. Modélisation	8
	Encadré 4 : Trajectoire passée du climat dans les Alpes	9
	Encadré 5 : Évolution passée des risques liés aux phénomènes gravitaires.....	10
2.	<i>Des avancées pour les démarches scientifiques interdisciplinaires</i>	11
	Encadré 6 : Associer Art & Sciences pour communiquer autrement sur les enjeux climatique.....	12
	Encadré 7 : Trajectories en Maurienne	13
	A. Les Socio-Ecosystèmes	14
	B. Les trajectoires, points de bascule et de rupture	14
	C. Autres dynamiques interdisciplinaires	15
	Le collectif Jeunes-Trajectories	15
	L'école thématique : Comprendre, reconstituer et analyser les trajectoires des socio-écosystèmes.....	16
3.	<i>Dimensions internationales</i>	17
4.	<i>Références citées</i>	17
5.	<i>Thèses soutenues ou en cours de finalisation</i>	19
II.	LES PERSPECTIVES	21
1.	<i>Renforcer et pérenniser la dynamique en cours</i>	21
2.	<i>Un contexte favorable et des incitations à élargir le périmètre</i>	22
3.	<i>Des orientations pour répondre aux enjeux</i>	22
4.	<i>Quelle suite à TRAJECTORIES</i>	22
	ANNEXE 1 : Vers une structuration de la communauté académique grenobloise autour des questions environnementale. La proposition CHANS élaborée par Jean-Dominique Creutin et Céline Luttoff en 2013.....	24
	ANNEXE 2 : Initiative interdisciplinaire Environnement et Société (EnSo) portée par Nicolas Buclet et Sandrine Anquetin en 2014	26

I. BILAN SCIENTIFIQUE

Notre propos est structuré en trois temps. Tout d'abord nous revenons sur les résultats obtenus par la communauté TRAJECTORIES notamment eu égard aux annonces faites en début de projet, pour ensuite insister sur des résultats et des avancées liés à l'interdisciplinarité, puis au démarrage de démarches de transdisciplinarité (en interaction avec les acteurs de nos terrains d'investigation).

1. Des avancées scientifiques

Le projet TRAJECTORIES est organisé en 5 « work packages » (WP), trois WP méthodologiques (observation ; modélisation ; construction de l'interdisciplinarité) et deux WP étudiant respectivement les trajectoires passées (1850 – aujourd'hui) et futures (aujourd'hui – 2100) des socio-écosystèmes alpins. Assez rapidement, la dynamique humaine du projet a mentionné que cette présentation du projet n'était pas pleinement opérationnelle. Si les deux WP Observation et Modélisation sont restés en l'état, des « axes transversaux » ont émergé (Socio-écosystèmes ; Points de rupture et de bascule ; Extrêmes). Ces trois axes sont une illustration d'une démarche scientifique interdisciplinaire conduisant à des résultats prometteurs.

A. Observation

Parmi les dynamiques préexistantes à TRAJECTORIES, celle des dispositifs sentinelles, fortement soutenues par la Zone Atelier Alpes ainsi que par les Labex ITEM et OSUG@2020, est particulièrement importante. Il était donc stratégique pour le projet d'appuyer cette dynamique dans un objectif essentiel à la fois de pérennisation et de dialogue entre ces dispositifs.

Ces dispositifs requièrent en effet à la fois des moyens de déploiement sur différents sites, ceci afin de constituer des **réseaux d'observation** permettant de monter en généralité, et des moyens de suivi dans le temps, afin de disposer de données sur une période suffisamment longue pour observer des modifications des milieux.

Le projet a accompagné et permis le renforcement des dispositifs ORCHAMP (**Encadré 1**) et Refuges Sentinelles (**Encadré 2**). Dans une moindre mesure, TRAJECTORIES a également soutenu le Service National d'Observation GLACIOCLIM en apportant un soutien humain sur la réalisation de plusieurs missions terrain. Ce rapprochement entre GLACIOCLIM et ORCHAMP a facilité les interactions entre les scientifiques de l'IGE et du LECA. La dynamique produite a profité à l'Infrastructure de Recherche Européenne eLTER, en construction, où le site du Lautaret (regroupant des sites GLACIOCLIM et de la ZA-Alpes) est aujourd'hui un Master Site, offrant ainsi une visibilité européenne de la dynamique UGA.

Si l'observation long-terme est un enjeu majeur pour l'étude des trajectoires des socio-écosystèmes, la **mise en cohérence des diverses bases de données et l'accessibilité à la données** sont un deuxième enjeu auquel le projet a proposé des avancées significatives. L'objectif était de parvenir à une meilleure interconnaissance de ce que produisent différentes équipes et communautés de recherche. La plateforme de méta-données TRAJECTORIES (**Encadré 3**) a été spécifiquement développée à cet effet dans un cadre suffisamment générique pour que l'architecture et les technologies déployées puissent être reprises dans le projet CDP PATRIMALP. Cette technologie fait aujourd'hui l'objet de dépôt logiciel auprès de l'UGA. Ces développements menés par le LIG ont également été nourris par des interactions avec l'équipe nationale en charge du portail de données THEIA/OZCAR du pôle national de données THEIA de l'Infrastructure de Recherche Système Terre.

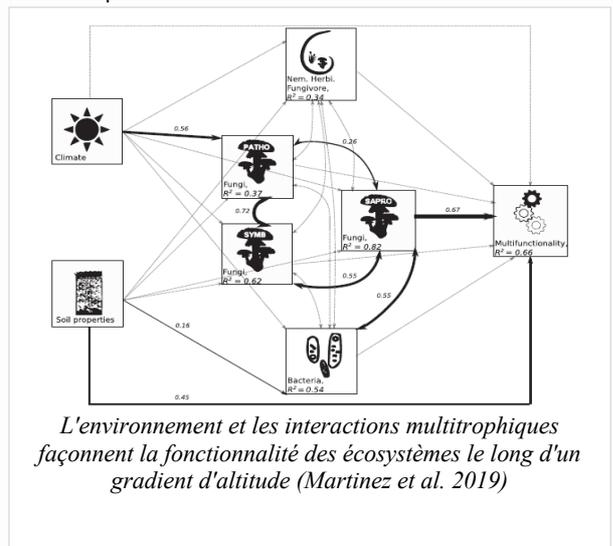
Encadré 1 : L'observatoire ORCHAMP



Dans le but de surveiller et de comprendre la biodiversité et les réponses des écosystèmes aux changements combinés du climat et de l'utilisation des terres, ORCHAMP s'est doté de 24 sites d'observation de la biodiversité dans les Alpes françaises. Dans ce contexte, le projet TRAJECTORIES a permis d'augmenter la densité d'échantillonnages sur les territoires de la vallée de l'Arve, de la Maurienne et des pays de la Meije avec la mise en place de 9 sites (*Plan de l'aiguille, Loriaz, Argentière, Anterne, Vanoise, Lautaret, Lauvitel, Valloire, Clarée*). Sur ces territoires, la forte densité des échantillonnages, en fait des 'Master sites' qui permettent de mesurer plus finement les variations spatiales de biodiversité et de fonctionnement des écosystèmes de montagne.

Sur chaque site, un plan d'échantillonnage standardisé est répété en moyenne tous les 5 ans le long des gradients d'altitude répartis sur l'ensemble des Alpes françaises. Le long de chaque gradient, nous installons jusqu'à 8 parcelles permanentes distantes de 200 m et mesurons les données sur le climat, l'utilisation et les propriétés physico-chimiques du sol, la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes en utilisant une combinaison de techniques de surveillance traditionnelles (ex. : inventaires botaniques) et des outils de dernière génération (ex. : l'ADN environnemental, les analyses enzymatiques, la télédétection) pour surveiller toute la biodiversité (des bactéries aux vertébrés) et un grand nombre de descripteurs du milieu. ORCHAMP implique des chercheurs de plusieurs laboratoires (LECA, EDYTEM, INRAE, SAJF, IMBE, IGE, CEN) et des gestionnaires de parcs nationaux ou régionaux, les conservatoires d'espaces naturels, les conservatoires botaniques nationaux et plusieurs associations naturalistes.

En plus de l'observation long terme, ORCHAMP contribue déjà à une compréhension plus mécaniste de la relation entre l'environnement et la biodiversité. Plus précisément, nous avons combiné les derniers développements en matière de surveillance de la biodiversité, tels que l'analyse de l'ADN environnemental (Calderon et al. 2019), avec des approches statistiques de pointe telles que les modèles graphiques (Ohlmann et al. 2018) et d'équations structurelles (Martinez et al. 2019) afin de mettre en lumière les interactions multitrophiques au sein du compartiment plantes-sol et leurs effets sur le fonctionnement des écosystèmes.



Encadré 2 : Refuges Sentinelles

La haute montagne (> 2000 m) est un milieu peu étudié, malgré des enjeux de connaissance liés aux problématiques climatiques, géomorphologiques, écologiques et paysagères. Les refuges de montagne constituent des observatoires privilégiés des effets croisés des changements environnementaux et culturels, dont ils sont à la fois acteurs et témoins, tout en offrant des ressources logistiques pour la recherche dans des milieux isolés. Par le renouvellement des publics et des pratiques sportives, culturelles et éducatives qu'ils accueillent, leur rôle structurant dans la fréquentation touristique de la montagne peu aménagée s'est renforcé. Ils jouent un rôle de laboratoires récréatifs dans lesquels des innovations de niche contribuent à l'émergence de modèles de développement en phase avec les enjeux de transition du tourisme de montagne.

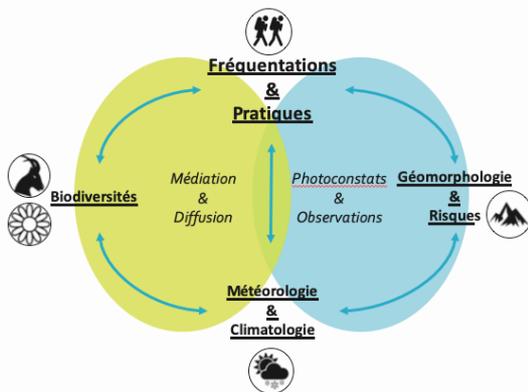


Figure 1 : Les 4 axes du dispositif Refuges sentinelles

C'est sur la base de ce constat que le programme « **Refuges sentinelles** » a été développé depuis 2017 dans une logique partenariale associant le CDP TRAJECTORIES, le Labex IT(T)EM, le Parc National des Écrins et l'Agence Française de la Biodiversité, dans le cadre du programme Sentinelles des Alpes. Cette démarche vise à amplifier la dynamique de recherche en haute montagne, en interrogeant ensemble les changements environnementaux et culturels, dans une perspective socio-géo-écosystémique.

Les principaux axes de recherche (Fig.1) mis en œuvre croisent l'observation et l'étude des fréquentations, pratiques et métiers touristiques et sportifs avec la météorologie, la climatologie, la biodiversité, et la géomorphologie. Ils sont mis en œuvre sous forme d'enquêtes et de collecte de données quantitatives et qualitatives, d'observations in situ, de photoconstats et d'ateliers collaboratifs, basé.e.s sur l'expérimentation de méthodologies adaptées au contexte de tourisme diffus et à la haute montagne déconnectée.

Ce déploiement implique 8 laboratoires grenoblois et chambériens (PACTE, IGE, LECA, SENS, CERAG, LESSEM, EDYTEM, IREGE), un espace protégé (Parc National des Écrins), des territoires, des fédérations et clubs sportifs, et des organisations professionnelles. Les gardien.ne.s, acteurs centraux du dispositif, sont impliqués sur la base du volontariat. A la fin de chaque saison un débriefing interprofessionnel permet de mutualiser les observations, de croiser le regard des chercheurs et parties prenantes dans une logique d'intelligence collective et territoriale afin de faire émerger et de co-construire des questions croisées.

La contribution de TRAJECTORIES au développement de Refuges sentinelles concerne : i) l'animation du dispositif, notamment dans sa dimension collaborative avec les gardien.ne.s de refuges ; ii) la mise en cohérence et la structuration des données hétérogènes collectées notamment à l'échelle des Alpes afin de parvenir à une meilleure interconnaissance entre les dispositifs sentinelles ; iii) la consolidation de l'approche pluri/interdisciplinaire. Après une phase initiale d'expérimentation et de consolidation dans le massif des Écrins (15 refuges partenaires), l'essaimage du dispositif sera mis en œuvre en 2021 à l'échelle des massifs du Mont-Blanc (partenariat avec le CREA et la FFCAM) puis en Vanoise via le Parc.

L'expérience des dispositifs sentinelles montre que 4 à 5 années sont nécessaires avant de stabiliser les protocoles de recherche à dimension pluridisciplinaire et collaborative. Dans le cas de Refuges sentinelles, les difficultés rencontrées sont accentuées par le caractère social et culturel des données collectées. Pour autant certains résultats portant sur la fréquentation commencent à atteindre une dimension significative (Balzarini et al., 2018² ; Marcuzzi et al., 2019³ ; Balzarini et al., 2021⁴).

Par ailleurs, les résultats et l'expertise issus du dispositif sont valorisés comme ressources opérationnelles dans les champs de l'observation et de l'ingénierie touristique, de la formation professionnelle et de l'éducation à l'environnement.

² Balzarini, R., E. Ployon et M. Marcuzzi, 2018, La montagne en été : une approche empirique pour étudier spatialement le changement des pratiques, Conférence francophone SIG ESRI 2018, Paris

³ Marcuzzi, M., Ph. Bourdeau, C. Dentant, J. Charron, R. Bonet, 2019, Mountain huts: laboratories for environmental and cultural change. The transdisciplinary approach of the "Sentinel mountain huts" research program in Écrins National Park (France)., International Mountain Conference, Innsbruck, 2019

⁴ Balzarini, R., E. Ployon, Ph. Bourdeau Observations d'évolutions socio-écosystémiques en haute montagne : l'apport de la géomatique au dispositif Refuges Sentinelles. Colloque SAGEO 2021

Encadré 3 : La plateforme de métadonnées Trajectories

<http://lig-tdcge.imag.fr/steamer/trajectories/public/>

Une plateforme pour l'interopérabilité des données multidisciplinaires a été développée en suivant les principes F.A.I.R. (Findable, Accessible, Interoperability, Reusable). Elle indexe des données provenant de différents observatoires (e.g. ZA-Alpes, SNO CRYOBSCLIM, Dispositifs sentinelles) et couvre actuellement 24 producteurs qui ont chacun développé leur propre portail d'accès à leurs données. L'indexation des ressources se fait au travers de techniques du web des données et de clustering. Elle se fonde sur une architecture multi-ontologies utilisant les modèles conceptuels de données (MCD) fournis par les fournisseurs de données, des ontologies et normes des disciplines concernées et assure une correspondance (mapping) entre les différents modèles, ontologies et normes. Cette approche permet à chaque utilisateur d'interroger la plateforme avec son propre vocabulaire, normes ou standards, et ne nécessite donc pas l'établissement d'un modèle pivot consensuel souvent long à établir. Le mapping nécessite en revanche une indexation minutieuse des MCD à l'aide des normes et ontologies (Fig.2). Le système comprend un module d'interrogation permettant de sélectionner des ressources internes ou externes (e.g. Corine land cover, cartes géologiques du BRGM, cartes des teneurs en métaux de l'INRAE, données statistiques de l'INSEE ou d'Eurostat) et de les combiner dans un même espace (Fig.3). Une fois l'identification de ressources réalisées, un module de classification et de visualisation de données a été mis en place. Cet outil permet de rechercher des similarités et des tendances à partir d'un ensemble de données préalablement défini. Cette classification fondée sur des techniques de clustering (hiérarchique par classification ascendante) permet de constituer des propositions d'ensemble de variables, d'expérimenter un seuil de coupure et des distances de classification, et enfin de comparer, de nommer, de documenter et d'annoter ces classes en fonction de l'importance relatives des variables choisies (Fig.4). Enfin il est possible d'exporter les résultats de cette analyse afin de constituer une nouvelle source de données, en créant une métadonnée de classification qui sera décrite et indexée dans le catalogue.

Figure 2 : Exploration des données existantes

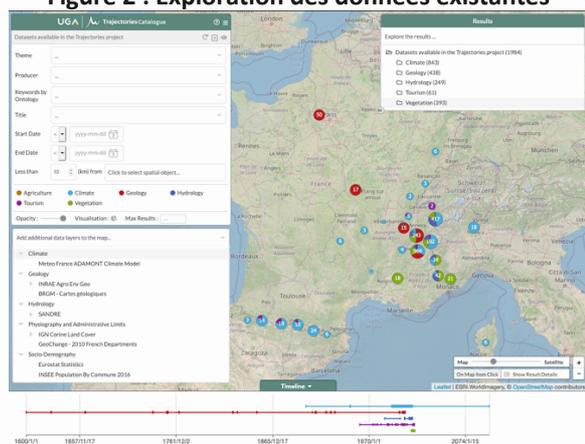


Figure 3 : Combinaison de plusieurs données

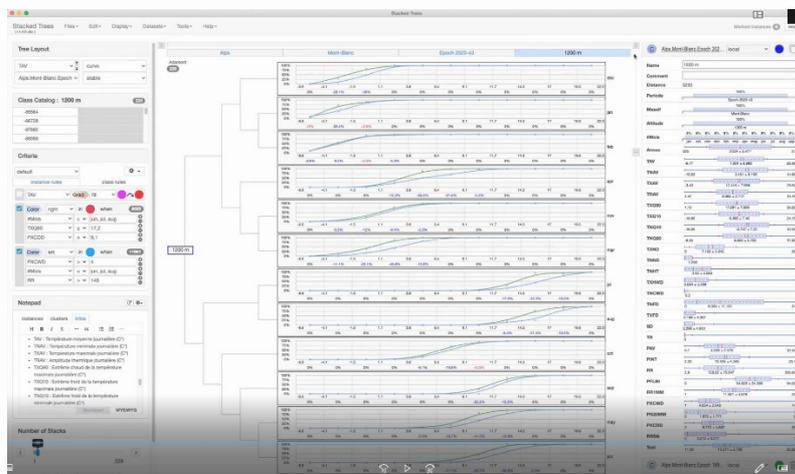
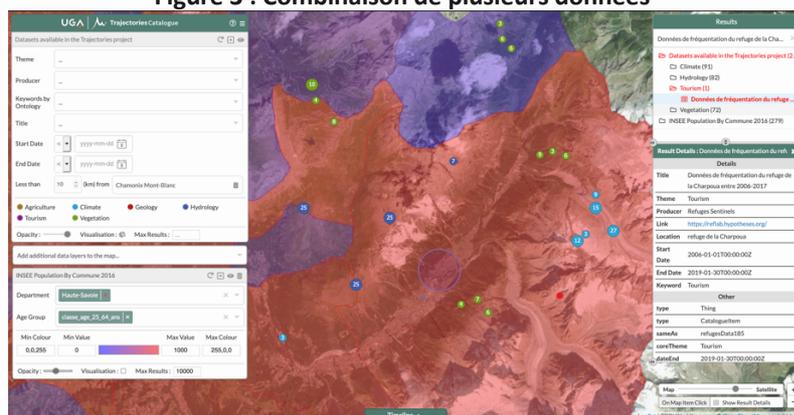


Figure 4 : Résultats d'une classification, représentation d'indicateurs socio-environnementaux

B. Modélisation

En parallèle de ces actions de renforcement des systèmes d'observation et de portée à connaissance et de mise à disposition des données, plusieurs actions ont été dédiées au développement d'approches de modélisation en synergie avec les observables.

Le soutien de TRAJECTORIES a permis la réalisation de **simulations climatiques régionales** sur toute la période d'étude (1900 – 2100) (**Encadré 4** ciblé sur la période 1900-2010) et pour tout l'arc Alpin. Ces simulations ont pu être analysées et comparées (Beaumet et al., révision) avec les travaux initiés par le projet ADAMONT (Verfaillie et al., 2018) et poursuivis sur la période du projet TRAJECTORIES. A l'échelle des massifs alpins français, les données ADAMONT ont été remises à jour en 2019 à partir d'une nouvelle version de la ré-analyse SAFRAN, qui sert de référence à Météo-France pour décrire le climat des Alpes par tranche d'altitudes. Ce jeu de données, disponible en ligne⁵ a été utilisé dans une dizaine d'articles publiés au cours de l'année 2019-2020 (e.g. George et al., 2019 ; Morin et al., 2019 ; Abegg et al., 2020), avec des questions sur l'adaptation des territoires de montagne au changement climatique, notamment dans les stations de ski (e.g. Bérard, Thèse 2021 ; Spandre et al., 2019). A partir de ce jeu de données, Vincent et al. (2019) ont montré que les deux plus grands glaciers alpins français sont voués à une disparition quasi-totale dans un scénario de type RCP4.5 (limitation modérée des émissions de gaz à effet de serre au niveau global).

Plusieurs travaux ont permis d'identifier les **tendances et les occurrences des événements climatiques à fort impact** : les crues torrentielles dans la vallée de l'Arve (Raymond et al., 2019 ; Boisson et al., review ; Boisson, Thèse 2023) et les avalanches et les chutes de blocs (**Encadré 5**). Il s'agissait ici d'analyser, sur le long terme, les interactions environnement-société génératrices de risque dans une démarche pleinement interdisciplinaire. La définition du « risque » ou de l'événement à fort impact est celle du croisement entre un phénomène potentiellement dommageable et des enjeux exposés et vulnérables, i.e. susceptibles de subir des dommages, qu'ils soient humains ou matériels. Cette thématique dispose d'un ancrage grenoblois de long terme, en particulier dans sa démarche fondamentalement interdisciplinaire consolidée par le séminaire AMETIHST⁶ qui existe depuis 2010. Cette dynamique se manifeste également par son inscription comme un axe prioritaire du Labex OSUG renouvelé en 2020, dont l'entrée globale est celle de l'habitabilité dans un monde changeant, et par l'organisation sur Grenoble en février 2020 des prospectives risques de l'INSU, portée par l'OSUG.

La **quantification des incertitudes** est un point majeur en sciences de l'environnement. Les projections futures du changement climatique comme les évolutions de la biodiversité sont nécessairement présentées avec des incertitudes, associées notamment aux modèles, aux scénarios d'émissions ainsi qu'à la variabilité interne des systèmes étudiés. Il est fondamental de comprendre comment ces différentes sources d'incertitudes se propagent des échelles globales aux échelles régionales et locales, qui sont essentielles pour les enjeux sociétaux. Les recherches menées au sein de TRAJECTORIES ont été significatives sur ce thème, d'une part en terme de production de connaissances (Evin et al., 2019a ; Thuiller et al., 2019), en terme d'outils co-développés (Evin et al., 2019a) mais également dans ses enjeux de transfert et de partage à travers l'organisation d'une session dédiée (Prieur, 2019) lors des Ateliers de Modélisation de l'Atmosphère à Toulouse.

⁵ (<http://www.drias-climat.fr/>)

⁶ http://www.ametihst.fr/AMETIHST/Accueil_AMETIHST.html

Encadré 4 : Trajectoire passée du climat dans les Alpes

Les recherches sur l'évolution du climat alpin sont souvent basées sur des mesures météorologiques, disponibles grâce aux réseaux suisses, autrichiens, italiens et français, qui incluent parfois des systèmes d'observation de la neige et des glaciers. Les modèles climatiques, globaux et régionaux, sont aussi largement utilisés pour étudier le climat alpin, notamment pour les lieux et les périodes non couvertes par les observations. Ces modèles permettent d'étudier les tendances climatiques sur de longues périodes, la sensibilité du climat aux forçages anthropiques, notamment les aérosols et gaz à effet de serre, et ils permettent de produire des projections futures du climat dans différents scénarios au cours du XXI^{ème} siècle. La résolution des modèles de climat est souvent trop grossière pour appréhender la forte variabilité spatio-temporelle des conditions météorologiques typique des régions de montagne. Dans le cadre de TRAJECTORIES, le Modèle Atmosphérique Régional (MAR⁷) a été utilisé avec une résolution de 7km pour produire une expérience couvrant la période 1900-2010⁸. Cette simulation, confrontée à des observations météorologiques a été utilisée pour étudier les changements de température, de vent, de précipitations et du couvert neigeux sur l'ensemble de l'arc alpin.

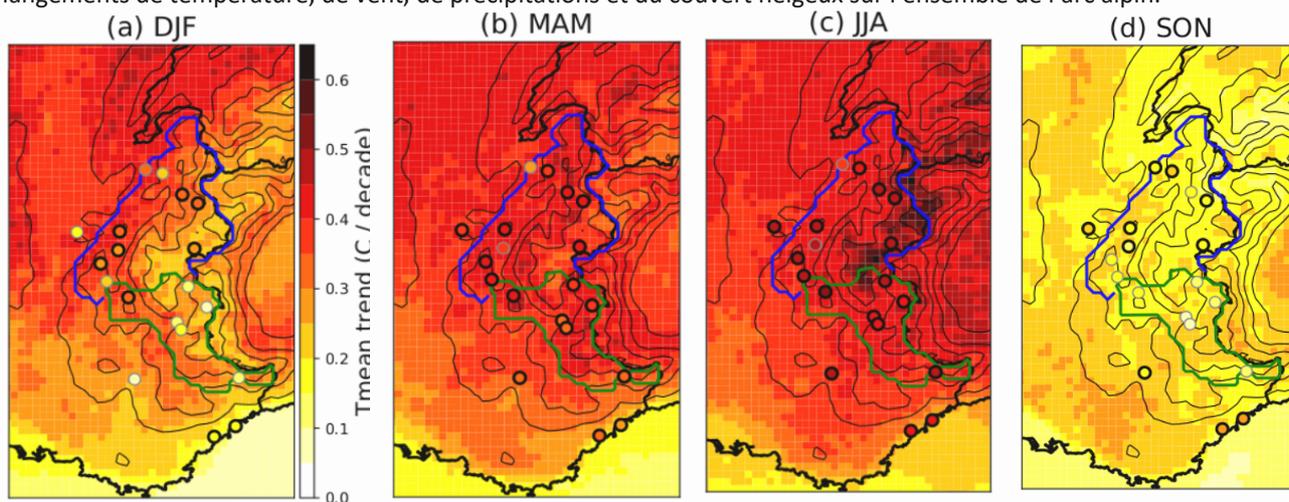


Figure 5 : tendance de température au sol (à 2m au-dessus du sol) dans les Alpes occidentales sur la période 1959-2010 simulée (MAR, fond de carte) et observée (ronds, stations Météo-France) en hiver (a, DJF), au printemps (b, MAM), en été (c, JJA) et en automne (d, SON) (Beaumont et al., révision).

La figure 5 illustre les contrastes saisonniers et altitudinaux de la tendance de température simulée et observée sur la période 1959-2010 : en été et au printemps, le réchauffement est de l'ordre de $\sim 0.3^{\circ}\text{C}$ par décennie en plaine alors qu'il atteint 0.6°C par décennie en altitude. En hiver, le réchauffement est modéré en altitude ($\sim 0.2^{\circ}\text{C}$ par décennie) et plus marqué en plaine (~ 0.3 à 0.4°C par décennie). Le réchauffement est plus faible en automne dans l'ensemble du domaine, atteignant des valeurs généralement sous 0.2°C par décennie. Ces travaux ont montré que la disparition du couvert neigeux à moyenne altitude au printemps et à haute altitude en été amplifiait le réchauffement en lien avec une rétroaction liée à la diminution de l'albédo de surface.

Une diminution marquée des précipitations a été mise en évidence dans les plaines situées au sud des Alpes, atteignant -20 à -50 % sur la période 1903-2010, un assèchement dû à une baisse du nombre de jours de pluie au printemps et en été (Ménégoz et al., 2020). En montagne, les variations de précipitations sont dépendantes d'une forte variabilité décennale. En outre, ce travail a permis de mettre en évidence une augmentation des événements extrêmes de précipitations se produisant en toute saison, avec le maximum annuel de précipitations journalières qui s'est intensifié de 20 à 40 % sur la période 1903-2010. Aucune tendance claire de la vitesse ou de la direction du vent n'a pu être estimée, notamment à cause des discontinuités trouvées dans les mesures disponibles pour cette variable.

⁷ <https://mar.cnrs.fr/>

⁸ Les données sont disponibles en ligne à l'adresse https://zenodo.org/record/3674607#.X_wt8uB7ITZ

Encadré 5 : Évolution passée des risques liés aux phénomènes gravitaires

On s'intéresse ici aux risques gravitaires en montagne, en particulier le risque lié aux avalanches et celui lié aux chutes de blocs. Des travaux méthodologiques de portée plus générique ont également été conduits en géohistoire des risques, en modélisation intégrée et diachronique des risques, de même qu'en matière de calibration et d'analyse de sensibilité globale des modèles d'aléas.

Ces travaux ont été menés dans le cadre de 3 thèses et d'un post doctorat. En termes de questionnements scientifiques, ces travaux possèdent des liens forts avec ceux qui ont été menés dans TRAJECTORIES sur l'évolution passée et future du climat alpin et de l'enneigement, de même que sur la quantification des incertitudes dans les projections climatiques. Ces travaux ont également bénéficié de la dynamique grenobloise autour des CDP. A titre d'exemple, des échanges à bénéfices mutuels ont eu lieu avec la thèse de Manon Farvacque menée dans le cadre du CDP RISK@UGA, complété d'un financement ARC Environnement, en matière de prise en compte des dynamiques socio-environnementales dans la modélisation quantitative du risque. Plus largement, la thématique de l'évolution des risques environnementaux de diverses natures (risques d'origine glaciaires et périglaciaires, risques liés aux extrêmes hydrométéorologiques, notamment en zone de montagne, etc.), actuellement très active sur la place grenobloise, a fortement interagi avec ces développements, avec un apport structurant pour la recherche qui sera menée dans les années à venir.

La thèse de Maria-Belen Heredia, financée par le Labex OSUG@2020 (Heredia, Thèse 2020 ; Heredia et al., 2020) a vu le développement de méthodes innovantes de calibration bayésienne et d'analyse de sensibilité globale dans le cadre des modèles d'avalanche. Ces méthodes, potentiellement transférables à des problématiques bien plus diverses, autorisent notamment la prise en compte de dépendances complexes de même que du caractère multivarié des entrées-sorties des modèles, permettant de limiter les biais, de prioriser les facteurs et de réduire l'effort de calcul pour, in fine, mieux évaluer le risque.

La thèse de Robin Mainieri, financée à part égale par le Labex OSUG@2020 et INRAE (Mainieri, Thèse 2020 ; Mainieri et al., 2019) a mis en évidence le potentiel de la dendrogéomorphologie pour la reconstitution de chronologies événementielles de chutes de blocs. Elle a montré, aux altitudes basses et moyennes des Préalpes calcaires, un faible contrôle de l'activité des chutes de blocs par les précipitations intenses, de même qu'une évolution très faible seulement avec les changements climatiques en cours.

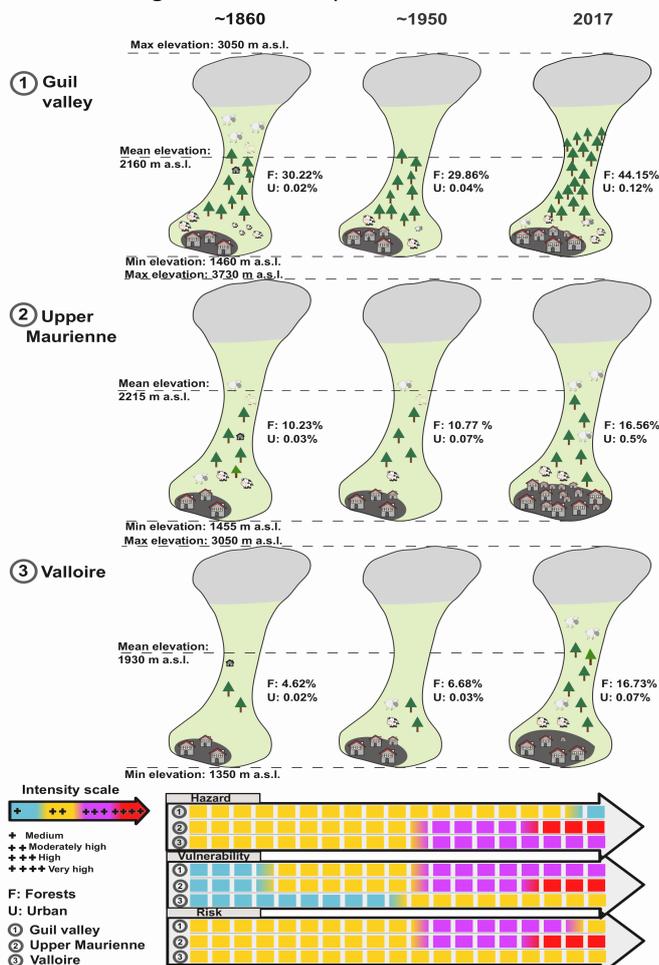


Figure 6 : Rôle de la recolonisation forestière, dans les évolutions du risque avalanche au cours des deux derniers siècles (issue de Zgheib et al., review)

La thèse de Taline Zgheib, financée à part égale par TRAJECTORIES et INRAE (Zgheib, Thèse 2021 ; Zgheib et al., 2020 ; Zgheib et al., review) a permis le développement d'une approche de modélisation holistique du risque avalanche appliquée aux hautes vallées alpines. Par la combinaison innovante de traitement diachronique de cartes et de photos anciennes, d'analyse géohistorique et de différentes techniques de modélisation qualitative et quantitative, elle a montré l'importance des dynamiques locales (Fig.6).

Le post-doctorat de Florie Giacona, financé à part égale par la DGPR et l'Université de Genève (Giacona et al., 2019) s'est traduit par des avancées méthodologiques dans l'appréhension des évolutions des risques en montagne à l'interface entre géohistoire, analyse systémique et interdisciplinarité géosciences-SHS. Ce travail a permis notamment la mise en évidence de l'impact des interactions entre activité avalancheuse, évolutions climatiques et pratiques sociales dans la genèse des paysages forestiers et la démonstration, via la prise en compte de l'évolution des sources historiques dans la modélisation quantitative, de la diminution drastique de l'activité avalancheuse dans le Massif vosgien à la fin du Petit âge glaciaire.

2. Des avancées pour les démarches scientifiques interdisciplinaires

L'un des grands enjeux de TRAJECTORIES a consisté dans sa capacité à développer des méthodes de travail entre disciplines, en particulier entre sciences de la nature d'un côté et sciences humaines et sociales d'autre part. Le WP1 du projet était dédié à cet objectif et par la suite, ces approches ont pu être mises en œuvre dans le cadre des axes transversaux. Sans objectif particulier de production et de valorisation de connaissances, il s'agissait d'échanger et de mettre en partage vocabulaire, concepts et méthodes. Les sujets portent sur les extrêmes environnementaux, la co-production de la recherche avec les acteurs des terrains d'étude, l'exploration du concept de socio-écosystèmes, et la question des points de bascule et de rupture tout au long des trajectoires des socio-écosystèmes. C'est sur ces deux derniers thèmes que nous développons particulièrement les sections suivantes.

Les travaux menés sur les **extrêmes environnementaux** sont pleinement intégrés dans la dynamique interdisciplinaire menée par Isabelle Ruin (IGE) et Céline Lutoff (PACTE) au sein du groupe grenoblois AMETIHST depuis 2010. Ce groupe associe des scientifiques, avancés dans leur carrière ou plus jeunes, notamment des doctorants ou postdoctorants, en sciences humaines et en géosciences. La méthode de travail privilégiée s'appuie sur une vision « slow science⁹ » qui permet de construire des approches multi et interdisciplinaires. Plusieurs outils et approches ont été étudiés, partagés et mobilisés sur quelques cas d'étude particulier. Citons par exemple, les approches en échelles spatiales et temporelles proposés par Holling (2001) ou Grossetti (2011) et la socio-hydrologie (Sivapalan et al., 2011). Dans le cadre du projet TRAJECTORIES, une analyse comparative de ces différentes approches a été menée autour d'un même cas d'étude, celui sur les crues torrentielles du Verderet à Eybens. L'ensemble des travaux menés au sein de ce collectif est accessible sur un site web dédié¹⁰.

La **co-production de la recherche avec les acteurs des territoires** (Lutoff et al., 2019) s'est inscrite, entre autres, autour des activités de la structure d'intermédiation Ouranos-AuRA¹¹ co-animée par Céline Lutoff (PACTE) et Sandrine Anquetin (IGE). Fin 2020, un rapport de bilan et de perspectives a été écrit et est disponible sur demande. Le projet TRAJECTORIES a permis de contribuer à la mise en place et l'accompagnement de projets visant à communiquer autrement sur les enjeux climatiques, notamment en s'appuyant sur le sensible à travers des actions Art & Sciences (**Encadré 6**).

Par ailleurs, trois thèses ont construit leur problématique scientifique sur cet ancrage avec les territoires, celle d'Anastasia Panenko (Panenko, Thèse 2021) sur la co-construction de services d'adaptation face au effets du changement climatique, celle d'Enora Bruley (Bruley, Thèse 2021 ; Bruley et al., 2021) sur les solutions basées sur la nature pour co-produire des solutions d'adaptation aux changement globaux dans le Pays de la Meije et celle de Julia Grosinger (Grosinger, Thèse 2021 ; Grosinger et al., review) sur l'intégration des services écosystème à la création de richesse en Maurienne (**Encadré 7**).

⁹ <http://slow-science.org/>

¹⁰ http://www.ametihst.fr/AMETIHST/Accueil_AMETIHST.html

¹¹ <https://plateforme-ouranos.fr/>

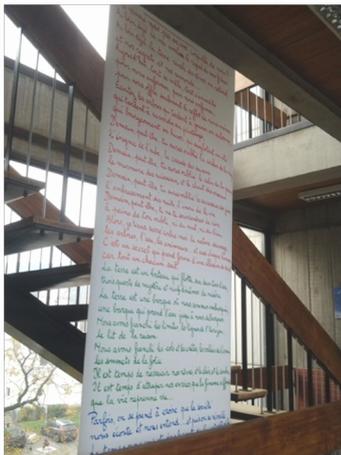
Encadré 6 : Associer Art & Sciences pour communiquer autrement sur les enjeux climatiques

Nous sommes aujourd'hui conscients que le travail conjoint d'acteurs d'origines très différentes (chercheurs, décideurs, agents de collectivités et d'entreprises, acteurs associatifs, citoyens mais aussi artistes) est indispensable pour faire face aux défis que le changement climatique fait peser sur les territoires à différentes échelles.

Dans ce contexte, la recherche a un rôle central à jouer auprès des sociétés locales, pour permettre de comprendre les phénomènes en cours et à venir, pour contribuer à définir comment réduire les impacts et comment s'adapter à ces situations inédites. Néanmoins, ces recherches seront d'autant plus utiles si leurs résultats sont partagés avec les acteurs des territoires.

La dynamique menée au sein de TRAJECTORIES en particulier animée par la structure d'intermédiation Ouranos-AuRA a permis l'émergence et la réalisation de trois projets décrits ci-dessous.

L'exposition d'Etienne Maury offre au spectateur le **regard du photographe** sur le changement climatique. En interaction avec les scientifiques de TRAJECTORIES, les photos sont accompagnées de données scientifiques, ainsi que des documents permettant d'aborder plusieurs grands thèmes du changement climatique en montagne (retrait glaciaire ; diminution de l'enneigement ; ressource en eau ; érosion de la biodiversité ; ...)
Cette exposition a été ouverte au grand public à l'automne 2020.
Une conférence sur ce sujet est prévue en avril 2021 lors de la 3^{ème} édition de la biennale des villes en transition à Grenoble.



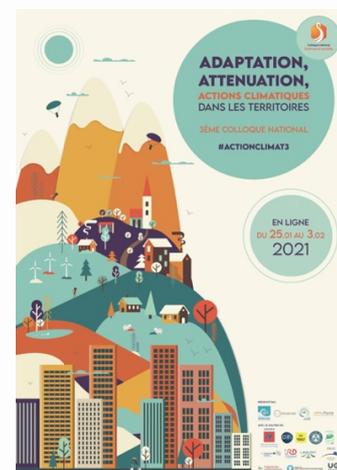
En lien avec la VP Culture et culture scientifique de l'UGA, le projet de résidence d'artistes à l'IGE (**Sur une Coquille de Noix**) a permis l'accueil du collectif d'artistes « Un Euro ne fait le printemps » sur 5 semaines réparties entre l'automne 2019 et l'automne 2020. Plusieurs créations artistiques sont nées de ce travail d'immersion : des spectacles (2222 ; Glaciers en vacances ; Les Clairières de l'autres) et des poèmes dont le poème le plus long (photo) co-écrits avec 52 membres du laboratoire et les écrivains du collectif d'artistes.

Le journal de cette résidence artistique dans un laboratoire de recherche est accessible¹².

La communauté TRAJECTORIES a été fortement mobilisée dans l'organisation du 3^{ème} colloque national sur l'Adaptation et l'Atténuation des Territoires face au effets du Changement Climatique.

Au-delà des enjeux inter et transdisciplinaires, cette 3^{ème} édition a eu la particularité de proposer des événements mêlant arts et sciences à des destinations des participants mais aussi du grand public.

Les Échappées Climatiques ont proposé des séances de jeu collaboratif et des présentations des spectacles. La programmation est consultable¹³.



¹² <https://view.genial.ly/5fb3e0dbac09ff0d9578bd5a/presentation-sun>

¹³ <https://action-climat-3.sciencesconf.org/resource/page/id/18>

Encadré 7 : Trajectories en Maurienne

Avant 2017, les différentes institutions de l'Université Grenoble Alpes avaient déjà mené une série de projet et de travaux en Maurienne :

- École thématique CNRS sur l'écologie territoriale organisée notamment par Nicolas Buclet à Aussois en juin 2013 (et ayant donné lieu à une publication collective) ;
- « Le chantier Maurienne » mené dans le cadre du Labex Item entre 2014 et 2018 en partenariat avec le LARHRA, le master recherche mention histoire de l'UFR Arsh, la commune de Villarodin-Bourget puis de la communauté de commune Haute-Maurienne Vanoise (ex Terra-Modana) ;¹⁴
- Les travaux sur le risque d'avalanche en Haute-Maurienne (Lanslevillard, Bessans et Bonneval-sur-Arc) menés par l'unité ETNA, le LARHRA et le CNRM.

Quatre ans après les recherches menées par Trajectories en Maurienne se structurent autour de quatre dynamiques :

- L'étude du risque d'avalanche (Zgheib, Thèse 2021, INRAE, LARHRA, CNRM);
- L'étude du tissu économique de la vallée autour de deux stages encadrés à PACTE par M. Donsimoni et M. Talandier ;
- L'étude de la ressource patrimoniale autour d'un stage encadrés à PACTE par N. Buclet et P.-A. Landel ;
- et enfin une dynamique d'étude des socio-écosystèmes agro-forestiers dans le cadre de TRAJECTORIES Jeunes.

La dynamique « jeunes chercheurs » TRAJECTORIES a permis à un groupe de cinq jeunes chercheurs de structurer leurs travaux autour d'une vision partagée des socio-écosystèmes. Ce groupe a ainsi pu être à l'initiative de plusieurs événements qui sont venus renforcer/créer des dynamiques de travail inter et transdisciplinaire.

L'organisation de la partie terrain du séminaire croisé entre le projet ANR Trasse et le CDP TRAJECTORIES en juin 2018 a permis de poser les bases de futures collaborations¹⁵. Le séminaire a débouché sur le co-financement Trasse/Trajectories de la thèse de N. Elleaume. Il a aussi permis de créer/renforcer des liens avec des institutions telles que l'Office National des Forêts (ONF), la Société d'Économie Alpestre de Savoie (SEA 73) et l'association de développement territorial *Mauriennisez-Vous*.

Les interactions fortes entre doctorants au sein du groupe Jeunes Trajectories ont notamment permis une collaboration interdisciplinaire entre trois doctorants (Elleaume, Thèse 2022 ; Blanchet, Thèse 2021 ; Lachello, Thèse 2021) concernant l'étude des dynamiques passées des socio-écosystèmes. L'analyse s'est concentrée sur la commune de Montaimont en Maurienne. La combinaison d'approches disciplinaires a permis une compréhension fine des interactions société et écosystème passées. Le croisement de recherches historiques, d'analyse pollinique et d'une étude de l'occupation du sol, ont permis de retracer les dynamiques passées de la végétation sur les trois derniers siècles. Cette étude en cours de publication constitue une mise en œuvre interdisciplinaire prometteuse du cadre conceptuel socio-écosystème (voir également le groupe interdisciplinaire sur les Socio-Ecosystèmes).

Ce travail collaboratif a aussi permis de faciliter la constitution d'un réseau partagé et la construction progressive d'un socle théorique commun. C'est fort de ces acquis qu'ils ont pu organiser la seconde édition de l'atelier Trajectories *In Situ* (8 au 11 octobre 2019) déjà mentionnée et destinée à expérimenter une méthode de co-construction de question de recherche chercheurs/acteurs et coorganisé avec la mairie de Villarodin-Bourget (<https://youtu.be/ZQ6iB81U5GA>). Cet atelier a rassemblé autour de la thématique forêt, 12 chercheurs et 12 acteurs du territoire issues d'institutions diverses et de la société civile : Office National des Forêts, Parc National de la Vanoise, Association Foncière Pastorale de Villarodin-Bourget, Station de la Norma, etc.

Le succès de cet atelier s'est traduit par la création de plusieurs nouvelles initiatives :

- Le projet de recherche sur les plateformes de charbonnage d'altitude en collaboration avec l'Office National des Forêts, le Parc National de la Vanoise et la commune de Villarodin Bourget.
- Un atelier de modélisation en collaboration avec l'Office National des Forêts
- La conférence « Maurienne face aux changements climatiques » en partenariat avec Mauriennisez-Vous^{16,17}.

¹⁴ <https://archive.labexitem.fr/projet/chantier-maurienne-un-laboratoire-dapplication-ditem>

¹⁵ <https://trajectories.univ-grenoble-alpes.fr/le-projet-trajectories/toutes-les-actualites/seminaire-croise-trasse-trajectories-760609.htm?RH=1489570334017>

¹⁶ <https://www.mauriennisezvous.fr/actualite/C3%A9s/conference-climat-maurienne/>

¹⁷ https://www.youtube.com/watch?v=qlvrsxo_3mc&feature=emb_title&ab_channel=MaurienneTV

A. Les Socio-Écosystèmes

Le concept de socio-écosystème est dès le départ au cœur du projet TRAJECTORIES, sans pour autant qu'une définition partagée ni une vision explicite réunisse l'ensemble des chercheurs. Entre la vision portée par Mc Ginnis and Ostrom (2014), centrée sur des préoccupations économiques et sociales (Fig.7a), et les visions portées par le réseau des Zones Atelier (Bretagnolle et al., 2019) (Fig.7b), dont la Zone Atelier Alpes se fait le relais, il existe tout un continuum de visions à partager entre chercheurs impliqués dans TRAJECTORIES.

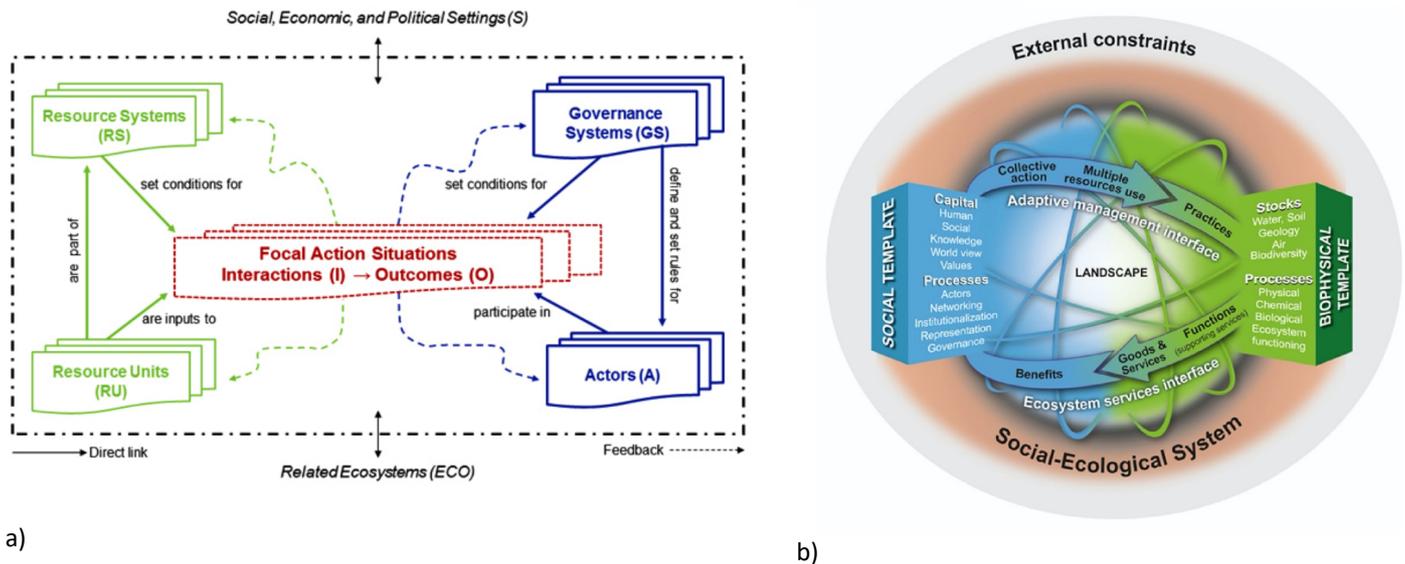


Figure 7 : représentation des éléments structurants les socio-écosystèmes proposés par a) Mc Ginnis and Ostrom (2014) et b) Bretagnolle et al. (2019)

Si ces deux schémas partent d'une même intention, illustrer la **dynamique des relations nature-société**, elles ne se structurent pas de la même façon et, surtout, ne mettent pas en avant les mêmes notions (gouvernance et acteurs d'un côté, processus de l'autre).

Les réunions du groupe ont permis de faire un tour plus large de la façon de représenter les socio-écosystèmes dans la littérature scientifique. L'objectif de départ était de parvenir à un méta-schéma sur les socio-écosystèmes en partant de la littérature existante. Après plusieurs séances de réflexion, nous avons opté pour un travail concret sur un cas bien précis, qui devrait donner lieu à publication, autour de la commune de Montaimont, en Savoie. Ce travail se structure autour du croisement entre les méthodes développées dans les thèses respectives de Claire Blanchet (Blanchet, Thèse 2021), Nicolas Elleaume (Elleaume, Thèse 2022) et Raphaël Lachello (Lachello, Thèse 2022). Ces trois doctorants, tout en travaillant sur des sujets bien séparés et dans des disciplines différentes, ont pris un terrain de travail commun liant élevage et forêt, afin de coupler leurs méthodes et d'obtenir une capacité accrue à décrire la trajectoire d'un socio-écosystème dans le temps, en l'espèce l'évolution de l'occupation des sols sur la longue durée. Le groupe de travail s'est attelé à pousser la démarche afin de mieux prendre en compte les différentes interactions au sein d'un socio-écosystème et d'améliorer les méthodes à mobiliser. Un article est en cours de soumission.

B. Les trajectoires, points de bascule et de rupture

L'étude des trajectoires socio-environnementales des vallées alpines pose deux grandes questions simultanées : la question de la périodisation et celle du territoire. En effet, le caractère particulièrement fractionné des ensembles socio-économiques des grandes vallées alpines pousse, d'une part, à examiner avec attention la question du territoire. Dans les derniers siècles, d'autre part, les grandes vallées alpines connaissent d'importantes transformations des activités humaines qu'il importe de périodiser. Ces activités qui relèvent de l'agriculture (cultures, élevages, forêt), des migrations (colportage, tourisme) ou de l'industrie (dispersée ou concentrée, permanente ou intermittente) sont très variées et leur place dans la vie locale a beaucoup évolué. Or les activités dominantes à tel ou tel moment participent à de vastes reconfigurations territoriales qui jouent un rôle déterminant dans la construction de socio-écosystèmes locaux successifs. La période pendant laquelle la métallurgie au bois constitue l'activité principale de la basse Maurienne (fin XVI^e-milieu XIX^e siècle) et influence grandement la nature de sa forêt en constitue un bon exemple (Judet, 2019).

L'évolution de la forêt et des activités humaines en Maurienne occupent une place de choix dont témoignent un certain nombre de sujets de thèses traités dans le projet TRAJECTORIES (Blanchet, Thèse 2021 ; Bruley, Thèse 2021 ; Lachello, Thèse 2022 ; Mainieri, Thèse 2020 ; Zgheib, Thèse 2021). Parmi les thèmes privilégiés, l'étude de la végétation et de la

forêt permet d'approcher la question de façon concrète et interdisciplinaire. Le travail sur la forêt, tel qu'il a été orienté ici impose notamment de croiser la critique des sources historiques et leur mise en forme cartographique (SIG) familière aux sciences de la nature. Ainsi la démarche historique proposée par Lachello¹⁸ a-t-elle permis de produire une cartographie des surfaces boisées et de l'exploitation des ressources au début du XIX^e siècle (Fig.8).

Couplés aux enregistrements de pollen et d'ADN des plantes, une reconstitution détaillée et originale de l'histoire du paysage et des pratiques sylvo-agro-pastorales autour du lac du Loup, en Maurienne, depuis 200 ans menée par Claire Blanchet est bien avancée¹⁹. La poursuite du travail sur le croisement sur SIG des sources relatives à la forêt (Enquêtes, carte d'Etat-major, cadastres et documents de gestion de l'administration forestières) ne coïncidant pas toujours, conduit à approfondir le croisement interdisciplinaire en lui donnant une dimension critique inédite (Fig.7).

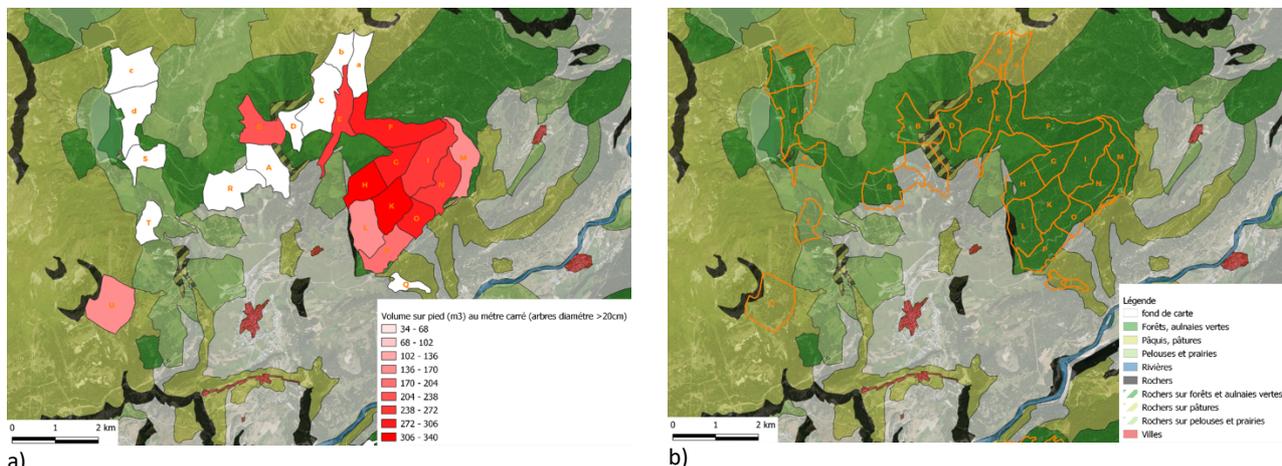


Figure 8 : Carte d'état-major de 1866, construites avec les données de IGN, ONF, PNV ; a) Aussois (Maurienne) ; Les parcelles en blanc sont celles pour lesquelles nous n'avons pas de données car les agents forestiers ont décidé de les laisser au repos, sans réaliser l'inventaire car le peuplement en bois est jugé trop faible pour être exploités ; b) Aussois (Maurienne) avec tracé des parcelles forestières communales et données de l'aménagement forestier de 1888 (Lachello, Thèse, 2022)

C. Autres dynamiques interdisciplinaires

L'ancrage interdisciplinaire au sein de TRAJECTORIES s'est également construit autour de deux autres dynamiques : la première tout au long du projet mais regroupant « uniquement » le collectif de « Jeunes TRAJECTORIES » et la deuxième, ouverte à l'échelle nationale par l'organisation d'une école thématique CNRS en juin 2019.

Ces deux autres dynamiques pleinement complémentaires dans leurs objectifs et leurs périmètres d'action ont été des vecteurs d'animation importants au sein du projet.

Accueillir, co-construire et faire vivre l'inter et la transdisciplinarité à l'UGA avec le collectif Jeunes-Trajectories.

Transmettre et former à l'inter et la transdisciplinarité dans le cadre des écoles thématiques.

Le collectif Jeunes-Trajectories

Dès décembre 2017 le comité de pilotage de TRAJECTORIES a donné l'opportunité à ses 18 Jeunes Chercheurs (Doctorant, Post-Doctorant, Ingénieur de Projet...) de créer un groupe de recherche : *Trajectories Jeunes*. Financé par le programme à hauteur de 8 000 euros ce groupe s'est géré de manière autonome. Les membres proviennent de disciplines diversifiées telles que l'écologie, la climatologie, la palynologie, l'histoire, la géographie, l'informatique et les sciences politiques. Après quelques mois de réflexion, ils se sont rapidement retrouvés face à une question : **comment réussir à travailler ensemble avec une telle diversité de parcours mais aussi de thèses sur des sujets et des études de cas différents ?** Conscients des difficultés induites par ces pratiques de recherche, ils ont fait l'hypothèse que leur statut de chercheur en début de carrière leur offrait deux avantages par rapport aux chercheurs statutaires. Premièrement, ils constituent la première génération de chercheurs à commencer leur carrière dans un contexte interdisciplinaire tel que le propose TRAJECTORIES. Étant ainsi « natifs de l'interdisciplinarité », les jeunes chercheurs du groupe ont présumé qu'ils auraient des facilités, moins contraints par des enjeux de laboratoire et moins marqués par les aspects disciplinaires. Deuxièmement, les débuts de carrière (notamment en doctorat) permettent un investissement sur le terrain plus important, facilitant ainsi la création d'interactions avec les acteurs de leurs territoires d'étude.

¹⁸ Raphaël Lachello, *Retracer l'histoire des paysages forestiers alpins : plans d'aménagements forestiers et carte d'état-major, sources fiables?*, Séminaire Brico 4D, Edytem, le 24 janvier 2020, Pôle Montagne, Le Bourget-du-Lac, France.

¹⁹ Raphaël Lachello, Claire Blanchet, *A socio-ecological system trajectory in the French Alps (Savoie, Maurienne) since 1815, from lake records and historical archives*. Global Challenges Science Week 2019, Université Grenoble Alpes, Juin 2019, Grenoble, France.

Après plusieurs mois de travail, il leur est apparu qu'il était difficile, voire impossible de travailler ensemble en interdisciplinarité : leurs sujets de recherche n'avaient pas été construits pour qu'ils puissent travailler tous ensemble (terrains, sujets et approches trop éloignées). Il était donc nécessaire de rompre avec les pratiques habituelles pour réussir à construire une interdisciplinarité opérant dès la création des questions de recherche. La réponse proposée pour faire naître les conditions d'une recherche interdisciplinaire a été de trouver un terrain d'étude partagé, s'y rendre sans travaux préalables et laisser les perspectives de chacun s'exprimer grâce à des lectures de paysages collectives réalisées pendant une marche de 2 jours. Cette expérimentation a pris la forme d'un atelier terrain : **TRAJECTORIES In Situ I**.

Un état des lieux des travaux des membres a permis de mettre en évidence que la meilleure façon de travailler ensemble était d'étudier une zone de haute montagne à l'échelle de 10 à 100 km de rayon et avec une résolution allant de l'année à la décennie. Le groupe a donc choisi d'organiser *In Situ I* au « Pays de la Meije » (La Grave, Villard d'Arènes) du 11 au 13 septembre 2018. Les participants y ont partagé leurs approches disciplinaires et leurs méthodes de recherche respectives afin de co-analyser la dynamique de la zone étudiée. Enfin, à partir des spécialités de chacun, ils ont reconstitué une trajectoire socio-écologique interdisciplinaire du « Pays de la Meije » de 1800 à 2050. Les données recueillies leur ont permis de structurer l'analyse autour des co-évolutions des écosystèmes et des activités humaines.

In Situ I a fourni des conditions favorables à l'interdisciplinarité en veillant à ce que les questions de recherche soient issues d'une expérience collective sur le terrain. Il a aussi permis de constater que la notion de socio-écosystème, lorsqu'elle est définie de manière large, facilite le dialogue entre disciplines. Leurs résultats ont été présentés à l'International Mountain Conference d'Innsbruck en septembre 2019²⁰.

TRAJECTORIES In Situ II

Cette pratique du terrain a apporté ses propres questionnements : comment comprendre la complexité d'un socio-écosystème sans les personnes qui le vivent au quotidien ? Comment s'assurer que nos questions de recherche sont pertinentes pour notre territoire ?

La deuxième partie du projet visait donc à étendre la pratique de création de problématiques de recherche aux acteurs des territoires. La transdisciplinarité fut donc le thème de l'atelier *In Situ II*, qui s'est déroulé à Villarodin-Bourget du 8 au 11 octobre 2019. Les jeunes chercheurs ont ainsi pu travailler sur le sujet de la forêt avec des acteurs de la municipalité, de la station de ski, de l'ONF, du Parc National de la Vanoise, de la station de la Norma et de l'Association Foncière Pastorale de la commune. Divisé en trois équipes thématiques, le groupe a tenté de formuler des questions de recherche pertinentes vis-à-vis des changements globaux et des dynamiques territoriales. Pour nourrir la démarche transdisciplinaire et documenter les interactions chercheurs/acteurs, l'atelier a été filmé en vue de produire un rendu qui puisse satisfaire les impératifs de valorisation des deux parties. Pour conclure l'atelier, une projection publique de la vidéo s'est tenue dans un cadre convivial à Villarodin-Bourget (<https://youtu.be/ZQ6iB81U5GA>).

L'école thématique : Comprendre, reconstituer et analyser les trajectoires des socio-écosystèmes

Cette **école thématique CNRS/INEE/INSHS** était un moment privilégié d'une semaine (24 au 28 juin 2019) organisée à la Station Alpine Joseph Fourier au Col du Lautaret. Rassemblant 32 participants, en majorité grenoblois mais avec des participants français et européens, cette école visait à explorer les relations Hommes-nature à travers les socio-écosystèmes. Les objectifs étaient plus précisément les suivants :

- **Former et accompagner les participants à de nouvelles méthodes** et ainsi enrichir la palette d'outils permettant de mieux comprendre les phénomènes de coévolution entre nature et société et de trajectoires.
- Contribuer à la **constitution d'une communauté scientifique élargie et partageant des notions et des concepts communs sur les socio-écosystèmes** déclinés ensuite au sein des diverses disciplines concernées. Cette communauté vise également à aider la jeune recherche à se familiariser avec les fondamentaux d'une interdisciplinarité assumée, en s'appuyant par exemple sur les expériences de parcours professionnel des chercheurs confirmés
- **Consolider une communauté en devenir au-delà du pôle universitaire grenoblois** dans le but de pérenniser cette école thématique en l'ouvrant progressivement à des chercheurs et des doctorants non francophones sur deux points complémentaires : un meilleur partage des méthodologies permettant d'analyser les trajectoires de socio-écosystèmes à différentes échelles et la constitution d'objectifs de connaissances communs à l'échelle de l'arc alpin.

Après un partage de connaissances entre chercheurs, des rencontres ont été organisées avec deux élus du Pays de la Meije afin de familiariser les participants de l'école thématique avec les enjeux locaux. Ces discussions, complétées par une visite de terrain, ont permis au cours de la seconde partie de l'école d'organiser des ateliers ayant pour cas d'étude le Pays de la Meije.

Un atelier de prospective territoriale et de co-construction interdisciplinaire et transdisciplinaire de l'avenir du territoire ; un atelier sur les risques environnementaux et les impacts sur les activités humaines, afin d'identifier des moments de

²⁰ <https://youtu.be/gQHnzsuXNx8>; <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02069036>

rupture et de bascule ; un atelier autour des dynamiques croisant démographie, agriculture et tourisme, également dans l'idée de réfléchir aux points de rupture et de bascule dans le fonctionnement du socio-écosystème considéré.

Les restitutions des ateliers durant la dernière matinée ont permis de mettre en avant plusieurs idées fortes :

- Chaque groupe de travail a de facto intégré la transdisciplinarité dans les ateliers
- Un intérêt fort pour l'histoire, l'analyse d'une trajectoire d'un socio-écosystème nécessite d'inclure une perspective historique
- La dimension économique a également été largement prise en compte
- Le patrimoine a été une dimension très forte constituant un aspect structurant dans les travaux menés dans les ateliers.

Globalement, cette école thématique²¹ a été vécue **comme une grande réussite tant pour les participants que pour les organisateurs** comme le montre l'enquête de satisfaction réalisée à la fin.

3. Dimensions internationales

Aux échelles nationale et internationale, la communauté scientifique est d'ores et déjà présente dans ses champs disciplinaires respectifs (e.g. dans les infrastructures de recherche nationales et européenne sur l'observation de la zone critique ou de la biodiversité ; dans les pôles de données nationaux et des infrastructures de recherche associées sur les données environnementales ; dans les **instances internationales GIEC** (climat) et **IPBES** (biodiversité)).

La dynamique TRAJECTORIES s'inscrit pleinement dans une dynamique nationale (Bretagnolle et al., 2019) et internationale de développement des recherches transdisciplinaires sur les socio-écosystèmes et leurs trajectoires d'adaptation aux changements globaux (Balvanera et al., 2017; Dick et al., 2018; Steger et al., 2021).

Rappelons que la dynamique d'observation menée, entre autres au niveau du projet, a contribué à la mise en place, au Lautaret, d'un « **Master site** » au sein de **l'Infrastructure de Recherche Européenne eLTER**²² qui aujourd'hui s'appuie sur deux projets financés par l'Europe (eLTER PPP (Preparatory Phase Project) et eLTER PLUS (Advanced community Project)).

A l'achèvement de TRAJECTORIES, le projet PORTAL (Pathways for Transformation in the Alps), financé par le programme **ANR Make our Planet Great Again** est en cours pour une durée de 4 ans (2020-24). Il concerne l'évaluation, la mise en réseau et la capitalisation régionale sur les initiatives d'adaptation au changement climatique basées sur les écosystèmes au travers de l'arc alpin.

Ce projet entre plus largement dans le périmètre du **réseau Mountain Sentinels**²³, dont l'objectif est d'analyser les réponses et les adaptations aux changements globaux des socio-écosystèmes de montagne à travers le monde pour soutenir les décisions locales et les politiques nationales et internationales (Klein et al., 2019; Steger et al., 2021) (présentation par Julia Klein lors du colloque Global Climate Challenge Week, juin 2019). Les recherches qui feront suite à TRAJECTORIES sur le site Grenoble Alpes continueront de trouver toute leur place et de contribuer aux activités de synthèse et de formation de Mountain Sentinels, ainsi que du **réseau international Mountain Research Initiative**²⁴ qui met en lien et promeut auprès des financeurs et des décideurs les recherches sur les socio-écosystèmes de montagne. Au travers de ces réseaux et de la participation individuelle des chercheurs associés à TRAJECTORIES nous contribuons aux évaluations intergouvernementales du GIECC sur le climat et de l'IPBES sur la biodiversité et les services écosystémiques, et au programme **Future Earth**.

Par ailleurs, nous sommes en contact avec le **Centre Interdisciplinaire de Recherche sur la Montagne (CIRM25) de l'Université de Lausanne**, une initiative pilote de mettre en place et soutenir une dynamique interdisciplinaire de recherche sur la montagne, en lien avec les acteurs et collectivités locales et régionales (Otero et al., 2020). Nous considérons ce centre comme un modèle potentiel pour alimenter la configuration d'un « Institut » Environnement et Société sur le site Grenoble Alpes.

4. Références citées

Les publications en italiques dont les titres sont soulignés sont celles où aucun membre du projet TRAJECTORIES est auteur ou co-auteur.

Abegg B., Morin S., Demiroglu O. C., François H., Rothleitner M., Strasser U., **2020**, Overloaded! Critical revision and a new conceptual approach for snow indicators in ski tourism. Int J Biometeorol. <https://doi.org/10.1007/s00484-020-01867-3>

²¹ <https://trajectories.univ-grenoble-alpes.fr/gouvernance/les-4-groupes-thematiques/socio-ecosystemes/comprendre-reconstituer-et-analyser-les-trajectoires-des-socio-ecosystemes-809623.htm?RH=1489570334017>

²² <https://www.lter-europe.net/news/elter-ppp-plus>

²³ <https://mountainsentinels.org/>

²⁴ <https://www.mountainresearchinitiative.org>

²⁵ <https://www.unil.ch/centre-montagne/fr/home.html>

Balvanera, P., Calderón-Contreras, R., Castro, A.J., Felipe-Lucia, M.R., Geijzenborffer, I.R., Jacobs, S., Martín-López, B., Arbieu, U., Speranza, C.I., Locatelli, B., Harguindeguy, N.P., Mercado, I.R., Spierenburg, M.J., Vallet, A., Lynes, L., Gillson, L., **2017**. *Interconnected place-based social-ecological research can inform global sustainability*. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 29, 1-7.

Beaumont, J., Ménégoz, M., Gallée, H., Fettweis, X., Morin, S., Six, D., Vincent, C., Wilhelm, B. and Anquetin, S., **Under Review**, Twentieth century temperature and snow cover changes in the French Alps using a high-resolution regional climate model and reanalyses, *Regional Environmental Change*, in review.

Boisson, E., B. Wilhelm, E. Garnier, A. Mélo, S. Anquetin, I. Ruin. **Under Review**. Geo-historical analysis of flood impacts in a large Alpine catchment (Arve River, France, 1850 – 2015).

Bretagnolle, V., M. Benoit, M. Bonnefond, V. Breton, J. M. Church, S. Gaba, D. Gilbert, F. Gillet, S. Glatron, C. Guerbois, N. Lamouroux, M. Lebouvier, C. Mazé, J.-M. Mouchel, A. Ouin, O. Pays, C. Piscart, O. Ragueneau, S. Servain, T. Spiegelberger, and H. Fritz. **2019**. Action-orientated research and framework: insights from the French long-term social-ecological research network. *Ecology and Society* 24(3):10. <https://doi.org/10.5751/ES-10989-240310>

Bruley, E., B. Locatelli, and S. Lavorel. **2021**. Nature's contributions to people: coproducing quality of life from multifunctional landscapes. *Ecology and Society* 26(1):12.

Calderón-Sanou, I., Münkemüller, T., Boyer, F., Zinger, L. & Thuiller, W., **2019** From environmental DNA sequences to ecological conclusions: How strong is the influence of methodological choices? *Journal of Biogeography*, 47, 193-206

Dick, J., Orenstein, D.E., Holzer, J.M., Wohner, C., Achard, A.-L., Andrews, C., Avriel-Avni, N., Beja, P., Blond, N., Cabello, J., Chen, C., Díaz-Delgado, R., Giannakis, G.V., Gingrich, S., Izakovicova, Z., Krauze, K., Lamouroux, N., Leca, S., Melecis, V., Miklós, K., Mimikou, M., Niedrist, G., Piscart, C., Postolache, C., Psomas, A., Santos-Reis, M., Tappeiner, U., Vanderbilt, K., Van Ryckegem, G., **2018**. *What is socio-ecological research delivering? A literature survey across 25 international LTSER platforms*. *Science of The Total Environment* 622-623, 1225-1240.

Evin, G., B. Hingray, J. Blanchet, N. Eckert, S. Morin, and D. Verfaillie : **2019a** Partitioning uncertainty components of an incomplete ensemble of climate projections using data augmentation. *J. Climate*, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-18-0606.1>.

Evin, G., Eckert N. Hingray B., Morin S., Verfaillie D., Lafaysse M., Blanchet J., **2019b** La statistique, une boîte à outils complète pour quantifier l'incertitude – Application aux projections climatiques en zone de montagne, *Revue Science Eau & Territoires, Changement climatique : quelle stratégie d'adaptation pour les territoires de montagne ?*, 28, 90-97, doi:10.14758/SET-REVUE.2019.2.19

George, E., Achin, C., François, H., Spandre, P., Morin, S., Verfaillie, D., **2019**, Changement climatique et stations de montagne alpines : impacts et stratégies d'adaptation, *Revue Science Eau & Territoires, Changement climatique : quelle stratégie d'adaptation pour les territoires de montagne ?*, 28, 44-51, doi:10.14758/SET-REVUE.2019.2.10

Giacona F., Martin B., Eckert, N., Desarthe J., **2019** La modélisation en géohistoire des risques : de la chronologie (spatialisée) des événements au fonctionnement du système par la mise en concordance spatiale et temporelle. *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*, 14, pp. 171-199.

Grosinger J., Vallet A., Palomo I., Buclet N., Lavorel, S., **Under Review**, How common perceptions shape the co-production of nature's contributions to people in an Alpine agricultural system

Grossetti, M., **2011**, « L'espace à trois dimensions des phénomènes sociaux », *SociologieS, La recherche en actes, Régimes d'explication en sociologie*

Heredia, M.B, Eckert, N., Prieur, C., Thibert, E., **2020** Bayesian calibration of an avalanche model from autocorrelated measurements along the flow: application to velocities extracted from photogrammetric images. *Journal of Glaciology*. In press.

Holling, C. S.. **2001**, *Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems*. *Ecosystems* 4: 390-405.

Judet, P., **2019**, La nébuleuse métallurgique alpine (Savoie-Dauphiné, fin XVIIIe-XIXe siècles). Apogée déclin et éclatement d'un territoire industriel, Grenoble, 369 p.

Klein, J.A., Tucker, C.M., Nolin, A.W., Hopping, K.A., Reid, R.S., Steger, C., Grêt-Regamey, A., Lavorel, S., Müller, B., Yeh, E.T., Boone, R.B., Bourgeron, P., Butsic, V., Castellanos, E., Chen, X., Dong, S.K., Greenwood, G., Keiler, M., Marchant, R., Seidl, R., Spies, T., Thorn, J., Yager, K., Network, t.M.S., **2019**. Catalyzing Transformations to Sustainability in the World's Mountains. *Earth's Future* 7.

Lutoff, C., S. Anquetin, A. Chamaret et M. De Gouville, **2019**, Ouranos-AuRA : la science au secours des territoires de montagne, *Géosciences* n°23, Mars 2019

Mainieri, R., Lopez-Saez, J., Corona, C., Stoffel, M., Mermin, E., Bourrier, F., Eckert, N., **2019** Apport de l'inventaire forestier comme méthode de caractérisation spatiale de l'aléa chute de pierres. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 170(2), 78-85.

Martinez-Almoyna, C., Thuiller, W., Chalmandrier, L., Clément, J.C., Foulquier, A., Ohlmann, M., Zinger, L. & Münkemüller, T., **2019** Multi-trophic beta-diversity mediates the effect of environmental gradients on the turnover of multiple ecosystem functions. *Functional Ecology*, 33(10) 2053-2064

Mc Ginnis M.D., and Ostrom E., **2014**, *Social-Ecological System Framework initial Changes and continuing challenges*, *Ecology and Society*, 19 (2):30. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-06387-19023>.

Ménégoz, M., Valla, E., Jourdain, N. C., Blanchet, J., Beaumet, J., Wilhelm, B., Gallée, H., Fettweis, X., Morin, S., and Anquetin, S., **2020**: Contrasting seasonal changes in total and intense precipitation in the European Alps from 1903 to 2010, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 24, 5355–5377, <https://doi.org/10.5194/hess-24-5355-2020>.

Morin, S., Arlot, M.-, **2019**, Services climatiques : des outils pour les territoires ? , *Revue Science Eaux & Territoires*, Changement climatique : quelle stratégie d'adaptation pour les territoires de montagne ?, 28, 84-89, doi:10.14758/SET-REVUE.2019.2.18, 2019.

Prieur, C., **2019**, member of the program committee of AMA 2019 on Model Calibration and Uncertainty Quantification, March 11-13, 2019, <http://www.meteo.fr/cic/meetings/2019/AMA/presentations.html>

Ohlmann, M., Mazel, F., Chalmandrier, L., Bec, S., Chave, J., Coissac, E., Gielly, L., Pansu, J., Schilling, V., Taberlet, P., Zinger, L. & Thuiller, W., **2018** Mapping the imprint of biotic interactions on β -diversity. *Ecology Letters*, 21, 1660-1669

Otero, I., Darbellay, F., Reynard, E., Hetényi, G., Perga, M.-E., Rüegg, J., Prasicek, G., Cracco, M., Fontcuberta, A., de Vaan, M., García, J., Bussard, J., Clivaz, C., Moos, C., Guisan, A., Schaeffli, B., Mapelli, N., de Bellefroid, B., **2020**. Designing Inter- and Transdisciplinary Research on Mountains: What Place for the Unexpected? *Mountain Research and Development* 40.

Raymond, F., B. Wilhelm and S. Anquetin, **2019**, May precipitation be the main trigger of high-magnitude floods in large Alpine catchments?, *Water* 2019, 11, 2507; doi:10.3390/w11122507

Sivapalan, M., H.G. Savenije and G. Blöschl, **2011**, *Socio-hydrology: A new science of people and water*, *Hydrological processes*, <https://doi.org/10.1002/hyp.8426>

Steger, C., Klein, J.A., Reid, R.S., Lavorel, S., Tucker, C., Hopping, K.A., Marchant, R., Teel, T., Cuni-Sanchez, A., Dorji, T., Greenwood, G., Huber, R., Kassam, K.-A., Kreuer, D., Nolin, A., Russell, A., Sharp, J.L., Šmid Hribar, M., Thorn, J.P.R., Grant, G., Mahdi, M., Moreno, M., Waiswa, D., **2021**. Science with society: Evidence-based guidance for best practices in environmental transdisciplinary work. *Global Environmental Change* 68, 102240.

Thuiller, W., Guéguen, M., Renaud, J., Karger, D.N., & Zimmermann, N.E., **2019**, Uncertainty in ensembles of global biodiversity scenarios. *Nature Communications*. 10:1146

Verfaillie, D., M. Lafaysse, M. Déqué, N. Eckert, Y. Lejeune and S. Morin, **2018** Multi-component ensembles of future meteorological and natural snow conditions for 1500 m altitude in the Chartreuse mountain range, Northern French Alps, *The Cryosphere*, 12, 1249–1271

Zgheib, T., F. Giacona, A.-M. Granet-Abisset, S. Morin, N. Eckert, **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 Change*, 65, 102149

Zgheib, T., F. Giacona, A.-M. Granet-Abisset, S. Morin, A. Lavigne, N. Eckert, **Under Review**, Spatio-temporal variability in avalanche risk trajectories in the French Alps

5. Thèses soutenues ou en cours de finalisation

Bérard Lucas, 2021, La vulnérabilité des stations de ski au changement climatique: évaluation des coûts de gestion de l'enneigement. A soutenir. LESSEM-CEN. Financement TRAJECTORIES

Bevione Michela, 2021, L'analyse des interactions entre flux et acteurs pour la compréhension des enjeux socio-écologiques à l'échelle d'un territoire : application à la production du fromage AOP Beaufort dans la vallée de la Maurienne. A soutenir. INRIA-PACTE. Financement INRIA

Blanchet Claire, 2021, Combinaison des marqueurs pollen et ADN lacustres pour développer des reconstitutions des trajectoires des socio-écosystèmes de montagne. A soutenir. EDYTEM-LECA. Financement TRAJECTORIES

Boisson Eva, 2023, Événements à forts impacts socio-économiques : caractériser les dynamiques socio-hydro-climatiques passées pour prévenir les catastrophes futures. A soutenir. IGE-Chrono-Environnement. Financement CNRS.

Bruley Enora, 2021, Les populations travaillent avec la nature pour co-produire l'adaptation aux changements globaux dans les Alpes Françaises, Soutenue le 24 Février 2021. LECA-CIRAD. Financement ANR.

Elleume Nicolas, 2022, Adaptation des socio-écosystèmes de la vallée de la Maurienne (Savoie) au changement climatique global au prisme des services écosystémiques. A soutenir. LECA-CIRAD. Financement ANR.

Heredia Maria Belen, 2020, Contributions à la calibration et à l'analyse de sensibilité globale des modèles numériques d'avalanche de neige, Soutenue le 10 décembre 2020. ETNA – LJK. Financement Labex OSUG@2020.

Grosinger Julia, 2021, Analyse des interactions entre société et nature : intégration des services écosystémiques à la création de richesse en Maurienne. A soutenir. LECA – PACTE. Financement TRAJECTORIES

Lachello Raphaël, 2022, Histoire des socio-écosystèmes forestiers alpins : le cas de la vallée de la Maurienne de 1815 à 1940 (Savoie, France). A soutenir. LARHRA. Financement TRAJECTORIES

Le Gall Philomène, 2022, Nonparametric non stationary tests for extremes. A soutenir. IGE-LJK. Financement TRAJECTORIES.

Mainieri Robin, 2020, La forêt, un intégrateur robuste de l'évolution de la dynamique des chutes de blocs dans un contexte de changements environnementaux ? Soutenue le 13 mars 2020. ETNA. Financement Labex OSUG@2020 + INRAE

Panenko Anastasia, 2021, Conditions for the co-construction of climate resilient mountain territories. Toward the emergence of climate services. A soutenir. PACTE – LESSEM. Financement TRAJECTORIES

Zgheib Taline, 2021, Trajectoires du risque avalancheux résultant de changements sociaux-environnementaux dans les hautes vallées des Alpes françaises. Soutenue le 5 mars 2021. CEN-ETNA-LARHRA. Financement TRAJECTORIES + INRAE

II. LES PERSPECTIVES

1. Renforcer et pérenniser la dynamique en cours

Les résultats obtenus nous confortent dans l'idée qu'une communauté interdisciplinaire centrée sur l'analyse de trajectoires des socio-écosystèmes fait sens et produit des savoirs originaux et de valeur.

Au-delà des difficultés institutionnelles à travailler dans l'interdisciplinarité, notamment pour les jeunes chercheurs en doctorat, pour lesquels le calendrier basé sur trois années est antithétique avec la capacité à s'inscrire dans un collectif interdisciplinaire, nous considérons que de vraies avancées ont été obtenues.

Ces quatre années de projet ont été l'occasion de favoriser de nombreuses interconnaissances entre personnes inscrites dans des champs disciplinaires éloignés, mais ayant en commun d'appréhender la question de la relation entre sociétés humaines et nature de façon systémique et sans ne rien vouloir lâcher de cette nécessité de comprendre les liens qui se tissent dans la durée. **Une communauté a émergé, à l'intersection des sciences humaines et sociales, des géosciences, de l'écologie et, dans une moindre mesure des math info.** L'enjeu est de renforcer ce sentiment d'appartenance et de le consolider dans la durée.

Au-delà de cet élan à consolider, d'autres enjeux nous incitent à défendre la poursuite, sous une forme à décider, du projet TRAJECTORIES.

En effet, l'analyse des dynamiques temporelles implique en effet la pérennisation d'outils d'observation des phénomènes socio-écologiques. Dans la partie Bilan de ce document, nous avons présenté plus en détail certains de ces outils (**Encadrés 1, 2, 3**), auxquels s'ajoutent divers autres dispositifs auxquels la communauté TRAJECTORIES a contribué en coopération avec la **Zone Atelier Alpes**, ou avec la plateforme **Ouranos-AuRA**. Ces outils et dispositifs viennent enrichir les résultats de la modélisation climatique, notamment lorsqu'ils permettent de produire des données à une échelle plus fine et régulière. L'enjeu est de bien comprendre comment co-évoluent les sociétés et la nature, notamment dans ce contexte de changement climatique. Pour ce faire il nous paraît important que ces divers dispositifs, ainsi que d'autres dispositifs pensés aux interfaces de ces champs disciplinaires, puissent bénéficier de financements pérennes.

Cette pérennisation et ce renforcement gagneront à se faire en synergie avec les autres structures locales et externes à l'écosystème grenoblois.

Au niveau local, les quatre années du projet se sont traduites par des liens importants avec la Zone Atelier Alpes, la plateforme Ouranos-AuRA, mais également avec les **Labex ITTEM et OSUG@2020**. L'inscription de la dynamique de TRAJECTORIES au sein de la toute nouvelle Graduate School de l'Université Grenoble Alpes sera important dans les années à venir. L'un des parcours de cette **Graduate School, intitulé TERRA**, est dédié aux enjeux interdisciplinaires de la transition et a été élaboré en collaboration avec notre communauté. Ce parcours contribuera à faire émerger des profils d'étudiants déjà sensibilisés à une démarche de recherche interdisciplinaire, et ayant ajouté à leur discipline principale des éléments fondamentaux provenant de champs divers (histoire, aménagement de l'espace, sciences politiques, géosciences, écologie).

Toujours à l'échelle locale mais en interaction avec le territoire métropolitain, la dynamique menée au sein du projet TRAJECTORIES s'exprime également pleinement dans le cadre du **Conseil Scientifique Capitale Verte et Transition**, présidé par Magali Talandier (UGA). Au-delà de l'accompagnement de la Ville de Grenoble dans sa candidature à « Capitale Verte Européenne » et à l'organisation de manifestations scientifiques pour le grand public en 2022, ce conseil scientifique souhaite pouvoir mener des actions durables entre la communauté académique et le territoire de la Métropole grenobloise. Maintenir une dynamique scientifique au sein d'un collectif comme celui de TRAJECTORIES est donc essentiel pour répondre efficacement et la plus exhaustive possible à ces enjeux.

Aux échelles nationale et internationale, la communauté scientifique est d'ores et déjà présente dans ses champs disciplinaires respectifs (e.g. dans les infrastructures de recherche nationales et européenne sur l'observation de la zone critique ou de la biodiversité ; dans les pôles de données nationaux et des infrastructures de recherche associées sur les données environnementales ; dans les instances internationales GIEC (climat) et IPBES (biodiversité)). La dynamique interdisciplinaire menée au sein du projet a facilité la mise en construction du « **Master site** » **d'eLTER**²⁶ sur le site du Lautaret.

L'appropriation par la communauté scientifique grenobloise des concepts de « socio-écosystèmes » ainsi que le gain en expertise méthodologique pour mener des recherches interdisciplinaires sont également des forces pour répondre aux besoins de recherche sur les sciences de l'environnement dans un contexte de durabilité des territoires face aux enjeux des changements globaux et de contribuer ainsi à des recherches de solutions d'adaptation des territoires.

²⁶ Long-term Ecosystem Research in Europe, Research Infrastructure : <https://www.lter-europe.net/projects/PLUS>

2. Un contexte favorable et des incitations à élargir le périmètre

La particularité du projet TRAJECTORIES a été de situer les travaux à une échelle spatiale extrêmement précise, celle de trois vallées alpines françaises. Ce cadrage spatial a eu l'immense avantage de faire travailler les chercheurs impliqués sur des territoires communs qui sont devenus les objets de croisement des approches et disciplines concernées. Il a en outre permis de tresser des relations plus suivies avec les acteurs de ces territoires de proximité, condition essentielle pour, au-delà de l'interdisciplinarité, se projeter vers une recherche transdisciplinaire.

S'il paraît essentiel de poursuivre les travaux à l'échelle de ces vallées, à la fois site d'hébergement d'un grand nombre de dispositifs d'observation et lieu d'interconnaissance avec des acteurs potentiellement intéressés par l'apport de la recherche à la dynamique territoriale, des débats ont eu lieu au sein de notre communauté afin de comprendre ce que pourrait être une suite au programme.

Si la montagne demeure au cœur des terrains d'investigation, ceux-ci ne se limitent pas aux Alpes françaises, et nous incitent à élargir les travaux non seulement à l'échelle des Alpes, afin de consolider des collaborations déjà importantes avec les collègues suisses, italiens et autrichiens, mais également sur d'autres continents.

Par ailleurs, les problématiques en lien avec l'analyse des trajectoires des socio-écosystèmes n'ayant pas vocation à se limiter aux territoires de montagne, il devient pertinent à ce stade d'élargir le périmètre à une plus grande variété de socio-écosystèmes. Il ne s'agirait pour autant pas de saupoudrer les efforts sans aucune limite géographique mais de privilégier des territoires hors montagne qu'il conviendra de sélectionner à partir de dynamiques collectives à l'échelle de la communauté scientifique grenobloise.

Ces dynamiques collectives sont notamment issues de la forte demande pour travailler sur la question de la transition écologique, tant de la part des étudiants, que des collectivités territoriales et des décideurs publics. Malheureusement, pourrions-nous dire, les problèmes de durabilité s'accroissent et s'aggravent, ce qui a pour conséquence une sollicitation accrue de la communauté scientifique de la part notamment des acteurs territoriaux qui ressentent le besoin d'être accompagnés vers un développement durable.

La nécessité d'élargir le périmètre de la dynamique insufflée par TRAJECTORIES est ainsi la résultante à la fois de scientifiques qui se retrouvent dans l'approche mais pas dans les terrains de travail, et à la fois de cet accroissement très net des sollicitations provenant d'acteurs conscients qu'un développement ne peut plus être conçu sans prise en compte sérieuse des enjeux écologiques.

3. Des orientations pour répondre aux enjeux

Aujourd'hui, les principales orientations susceptibles de permettre la continuité de la dynamique insufflée par TRAJECTORIES sont reprises ci-dessous.

- Insister sur des travaux à l'intersection entre environnement et société, notamment à l'échelle de territoires que l'on représente comme des socio-écosystèmes dont il convient d'analyser les trajectoires ;
- Faire reconnaître nos travaux et notre expertise au niveau international ;
- Continuer à travailler avec les territoires de proximité de l'UGA, mais également coproduire la recherche avec les acteurs de ces territoires ;
- Élargir le périmètre géographique de la dynamique de recherche, soit vers d'autres terrains de montagne, soit vers d'autres milieux, toujours selon une logique de territoires choisis en tant qu'objets de travail collectif ;
- Renforcer le lien avec les formations, au-delà de l'implication dans la Graduate School de l'UGA ;
- Soutenir et s'appuyer sur la structure d'intermédiation Ouranos-AuRA ;
- Renforcer les liens avec les Labex ITTEM et OSUG@2020, ainsi qu'avec la ZAA.

A cela, ajoutons la nécessité de dialoguer et de co-construire des passerelles avec la communauté structurée autour du CDP Risk@UGA, tant apparaissent nombreuses les intersections entre ces deux communautés.

4. Quelle suite à TRAJECTORIES

Nous avons souhaité avec ce document à la fois exposer synthétiquement les avancées scientifiques les plus significatives favorisées par le dispositif CDP de l'UGA, et convaincre le lecteur de l'opportunité à saisir afin de poursuivre la dynamique enclenchée au sein de TRAJECTORIES.

Comme nous l'avons montré, la dynamique repose en grande partie sur la pérennisation des outils et dispositifs de suivi des évolutions des relations homme-nature, avec des protocoles de mesures qui prennent tout leur sens dans la durée. Elle repose également sur le groupe « Jeunes Chercheurs » dont le noyau est constitué de doctorants et post-doctorants impliqués dans le projet, y compris certains doctorants disposant d'allocations obtenues par ailleurs. L'une des clefs du succès de ce groupe a été une relative unité de lieu d'investigation. Aussi, l'élargissement géographique souhaité des terrains d'investigation devra être co-construit au sein de la communauté afin d'éviter l'éparpillement.

Nous considérons que la communauté est mûre pour se stabiliser au sein d'un « Institut²⁷ » dédié à l'analyse des trajectoires des socio-écosystèmes dans l'objectif de contribuer à la fois à la connaissance scientifique nécessaire à la compréhension de ces trajectoires, et d'accompagner des territoires (e.g. Métropole Grenobloise) vers des projets de développement territorial cohérents avec les enjeux globaux. Cet « appel » à une structuration durable n'est pas nouveau.

En 2013, Jean-Dominique Creutin (IGE) et Céline Lutoff (PACTE) font remonter à la VP Recherche de l'UJF de l'époque le projet CHANS qui est fourni en ANNEXE 1.

En 2014, cette proposition initiale est reprise en partie et élargie pour proposer l'initiative Interdisciplinaire Environnement et Société (EnSo) portée par Nicolas Buclet (PACTE) et Sandrine Anquetin (IGE) (Annexe 2).

Rappelons que, dès le départ, les ambitions du projet TRAJECTORIES visaient la mise en place d'un « institut » Environnement et Société, qui devait se nourrir des avancées scientifiques et méthodologiques acquises au cours du projet mais qui devaient également être réfléchis dans la nouvelle organisation de l'UGA.

Les « missions » qui pourraient être portées par cet « institut » sont déclinées ci-dessous. Elles reprennent les besoins identifiés précédemment (ANNEXES 1 et 2) ainsi que ceux identifiés au sein du projet TRAJECTORIES.

Un « Institut » Environnement et Société pour

- 1. Mener et promouvoir les sciences interdisciplinaires en lien avec les thématiques identifiées**
 - a. Accueillir les postdoctorants, jeunes chercheurs et chercheurs confirmés
 - b. Co-construire des projets de thèse interdisciplinaire
 - c. Créer un lieu de rencontre (séminaire ; réponse aux appels à projet nationaux / européens)
 - d. Contribuer à la définition des formations initiales afin de favoriser des parcours interdisciplinaires
- 2. Être le « point d'entrée » de l'Université pour les acteurs socio-économiques**
 - a. Co-construction de recherche transdisciplinaire
 - b. Accompagnement des territoires face aux enjeux des changements globaux
 - c. Contribuer à l'identification des besoins en terme de formation continue
- 3. Un accompagnement financier pérenne pour**
 - a. L'exploration de nouveaux axes de recherche interdisciplinaires (stage ; thèse)
 - b. Une animation scientifique durable
 - c. Aider à la mobilité interne d'enseignant-chercheur de l'UGA (dispositif CHANS) pour faciliter la « reconversion » vers des approches interdisciplinaires
 - d. Aider au montage de projet et à la promotion des résultats acquis par la communauté

²⁷ La notion « d'institut » dans son périmètre de missions et d'interactions avec l'organisation actuelle de l'UGA devra être précisée par la Présidence de l'UGA.

« CHANS/coupler sciences naturelles et humaines » [1], un projet de programme interdisciplinaire d'accueil à Grenoble

(mai 2013)

Objectifs du projet

Attirer à Grenoble des chercheurs en sciences humaines et sociales pour développer une pratique interdisciplinaire de leur recherche et de leur enseignement autour de questions environnementales.

Renforcer le rayonnement international en recherche et en formation de points forts de l'université de Grenoble en géosciences, sciences de l'ingénierie et SHS, tels que l'impact climatique, les risques naturels, la gestion des ressources naturelles.

Consolider une démarche d'interdisciplinarité engagée à Grenoble dans le domaine de l'impact et du risque climatique et l'étendre à d'autres questions comme les ressources naturelles, la biodiversité ou l'énergie.

Contexte

Le site de Grenoble possède une palette disciplinaire très riche autour des questions environnementales [2]. Des chercheurs en sciences sociales intégrés au sein de l'Université Joseph Fourier¹ ont commencé d'initier des collaborations fructueuses entre disciplines des sciences sociales et des sciences dites « dures » dans les dernières décennies. La question des risques naturels a permis d'amorcer ces rapprochements, associant SHS et géosciences notamment grâce au pôle grenoblois risques naturels [3] créé dès 1988. Au bilan, sociologues (C. Gilbert, IEP), historiens (R. Favier, A-M. Granet Abisset, UPMF) et géographes (C. Lutoff, PACTE) ont amorcé des collaborations durables et productives² avec les laboratoires des géosciences, renforcées dès 2000, par l'intégration de chercheurs SHS dans les équipes de géosciences du LTHE (I. Ruin, CR recrutée en Section interdisciplinaire 45 du CNRS en 2010, C. Lutoff, CRCT 2008-9) et d'ISTerre (S. Cartier, CR CNRS en 2000).

Plusieurs projets se sont succédés autour : i) du risque sismique, réunissant ISTerre et PACTE comme actuellement LIBRIS (au Liban) ; ii) du risque de crues rapides, entre PACTE et LTHE avec le soutien de la Fondation MAIF et plusieurs projets ANR³ et européens⁴. Des travaux sont aussi en cours au LTHE et à PACTE sur de l'impact énergétique du climat et les politiques de mitigation⁵.

AMETihST [4], un groupe de réflexion interdisciplinaire, a été créé en 2011 sur les liens entre environnement et société appréhendés au travers des échelles spatio-temporelles.

« Water and Society » [5] est une école d'été interdisciplinaire organisée aux Houches⁶. Un module de cours intitulé « Integrated studies » a été créé dès 2009 dans le cadre du Master Franco Grec Hydrohasards [6] piloté par l'UJF et l'université de Thessaly. Un cours intitulé « Eau et Société. Une approche spatio-temporelle pour les études interdisciplinaires intégrées » est proposé dès la rentrée 2013 conjointement aux doctorants des deux écoles doctorales Terre Univers Environnement (TUE) et Science de l'Homme, du Politique et du Territoire (SHPT) de l'Université de Grenoble.

¹ Le rattachement de la géographie à une université scientifique est une originalité en France

² Objectif de publications communes dans des revues internationales à comité de lecture (environ 10)

³ ANR VMC 2006-MedUp, ANR Retour Post doc 2009-ADAPTflood, ANR SOC-ENV 2012-MOBIClimex

⁴ Interreg 2004-AMPHORE, FP6-FLOODsite

⁵ ANR-RIWER2030, ANR-R2D2, FP7-COMPLEX et ADVANCE

⁶ Deux sessions en mai 2011 et mai 2014, précédées par l'école « Mediterranean storms driven flash flood » à Montpezat-en-Provence en mai 2006

Notre expérience dans le domaine de l'environnement montre l'importance d'échanges au quotidien pour initier et développer un travail interdisciplinaire. La présence des chercheurs dans une même équipe permet une continuité temporelle et thématique du questionnement dépassant celle permise par les projets de recherche.

Ce projet suggère une forme de soutien académique nouvelle pour permettre ce travail collectif et renforcer cette dynamique.

Description du projet

Le projet consiste à créer à Grenoble un programme d'accueil individuel promouvant l'association interdisciplinaire de recherches et de formations dans le domaine de l'environnement (biologie, physique, sciences de la terre, sciences humaines et sociales).

Il s'adresse à des chercheurs en sciences humaines et sociales souhaitant s'intégrer temporairement dans une équipe de sciences naturelles. Ces chercheurs peuvent être débutants (doctorants) ou confirmés (en poste en France – incluant les universités de Grenoble, ou à l'étranger).

Montés autour d'une question bien identifiée et évalués par le CS de l'université, ces projets d'accueil temporaires de longue durée comporteraient quatre engagements : i) la publication d'articles communs, ii) la participation active à un groupe de réflexion interdisciplinaire reconnu par l'université, iii) la création ou la participation à des projets interdisciplinaires de formation et iv) la demande de l'extension du soutien à titre spécifique (par exemple soutien de l'ARC Région Rhône Alpes à l'animation interdisciplinaire).

Moyens demandés

Soutien individuel de 50K€HT pour une durée d'accueil de 5 ans.

Les laboratoires et services d'observation impliqués et leurs équipes

Les laboratoires de sciences naturelles potentiellement concernés sont le LTHE, le LGGE, le LECA ou ISTERRE par exemple. A Grenoble, les laboratoires PACTE, CREG ou GRESEG comptent des chercheurs SHS potentiellement intéressés.

Références :

1 - Liu, J., et al., (2007). Coupled Human and Natural Systems. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*. 36(8): 639-649.

2 - <http://envirhonalp.obs.uif-grenoble.fr>

3 - <http://www.risknat.org>

4 - <http://www.ametihst.fr>

5 - <http://www.hydrohasards.eu>

Exemples de co-publications récentes (5):

Ruin, I., Creutin, J.-D., Anquetin, S., Grunfest, E. and Lutoff, C., 2009. Human vulnerability to flash floods: Addressing physical exposure and behavioral questions. *Flood Risk Management: Research and Practice*, Taylor & Francis Group, London, 1005-1012.

Creutin, J.-D., Borga, M., Lutoff, C., Scolobig, A., Ruin, I. and Créton-Cazanave, L., 2009. Catchment dynamics and social response during flash floods: The potential of radar rainfall monitoring for warning procedures. *Meteorol. Appl.* **16**, 115-125.

Ruin, I., C. Lutoff, L. Creton Cazanave, S. Anquetin, M. Borga, S. Chardonnel, J. D. Creutin, J. J. Gourley, E. Grunfest, S. Nobert, and J. Thielen, 2012: A space-time framework for integrated studies. *Bull. Ame. Meteo. Soci.*, doi: 10.1175/BAMS-D-11-00226.1

Creutin, J. D., M. Borga, E. Grunfest, C. Lutoff, D. Zoccatelli, and I. Ruin (2013), A space and time framework for analyzing human anticipation of flash floods, *Journal of Hydrology*, 482(0), 14-24.

Ruin, I., Boudevillain, B., Anquetin, S., Boissier, L., Bonnifait, L., Borga, M., Colbeau-Justin, L., Creton-Cazanave, L., Creutin, J.-D., Delrieu, G. Douvinet, J., Grunfest, E., Lutoff, C., Molinié, G., Payrastra O., Gaume, E. Vannier, O. Post-event field investigations: A Socio-Hydro-Meteorological analysis of the 15-16 June 2010 disastrous flash flood event in the Var (France). *Weather, Climate and Society*. En cours de révision.

Initiative Interdisciplinaire Environnement et Société : EnSo (Environment and Society Interdisciplinary Initiative)

La communauté scientifique grenobloise et alpine est riche en travaux autour des questions environnementales. Cette richesse traverse tant les géosciences, les sciences de l'environnement que les sciences de l'ingénieur, l'écologie ainsi que les sciences humaines et sociales. Plusieurs collaborations sont déjà tissées entre disciplines, soulignant un terreau fertile en termes d'interdisciplinarité. Qu'il s'agisse du lien entre risques naturels et sociétés humaines, des interrelations entre changements globaux (climat et utilisation des terres) et biodiversité et services écosystémiques, de l'éco-conception et de l'économie de fonctionnalité, de l'économie des politiques climatiques, de l'écologie territoriale, de l'influence des contaminants environnementaux sur la santé et sur les écosystèmes et leur biodiversité, ou encore de la transformation urbaine dans le contexte d'une transition énergétique, les croisements scientifiques sont porteurs d'innovation scientifique et technique et recourent de multiples questionnements sociétaux. Le projet dont il est question ici vise à profiter de ce contexte favorable afin d'accroître la capacité à travailler sur des thématiques environnementales selon une logique interdisciplinaire.

Plus précisément, les objectifs de cette Initiative consistent à :

- Développer l'interdisciplinarité sur les questions de l'environnement, au niveau de la recherche et des parcours de formation qui lui sont associés ;
- Associer des chercheurs et enseignants-chercheurs de différentes disciplines pour traiter des questions d'environnement et de transition énergétique, pouvoir se forger une culture commune, développer des approches spécifiques et les méthodologies qui s'y rapportent ;
- Former à ces approches et méthodes par des actions pédagogiques spécifiques ;
- Préparer ces acteurs à des réponses communes aux grands appels d'offre sur les six Défis Sociétaux définis dans la programmation européenne Horizon2020.

L'Initiative EnSo vise à créer une structure relativement légère, capable de susciter et d'héberger des projets afin d'en favoriser l'émergence, l'essor et l'envol. À notre connaissance, il n'existe pas de structure comparable dans ce domaine en France, à l'exception peut-être d'ECCOREV (ECOSystèmes Continentaux et Risques Environnementaux) de l'Université Aix-Marseille et du CNRS, avec un objet scientifique plus pointu (mieux comprendre les interactions homme-nature exprimées à travers la notion de risques et de vulnérabilité dans l'espace méditerranéen). Dans le domaine des systèmes complexes, IXXI à Lyon est un exemple intéressant de structure comparable. A l'étranger, des structures analogues existent (Institut des Sciences de l'Environnement à Genève, Earth Institute à Columbia, Institute for Environmental Studies à l'Université d'Amsterdam, National Socio-Environmental Synthesis Center à l'Université de Maryland, Environmental Institute de la Western Michigan University...). Elles sont, pour la plupart, davantage

pilotées par des besoins en enseignement interdisciplinaire plutôt qu'en recherche. Ce projet est donc particulièrement ambitieux et doit être considéré comme un enjeu structurant fort pour Grenoble Alpes et notamment pour son attractivité.

Pour réussir cette Initiative, l'Université Grenoble Alpes se donne des moyens spécifiques. Pour promouvoir l'interdisciplinarité, le projet souhaite accélérer l'ouverture scientifique des chercheurs en adaptant les conditions de mobilité (ce projet doit donc s'articuler avec le projet CHANS) et d'évaluation des chercheurs qui s'engagent dans une construction pluridisciplinaire. La structure proposée participerait à l'évaluation des chercheurs et des projets en vue des recrutements et soutiens apportés par l'université à des actions pluridisciplinaires de son domaine de compétence. La structure disposerait de moyens propres pour favoriser la mobilité physique de longue durée des chercheurs d'une discipline vers une équipe d'une autre discipline par des mouvements internes et externes à l'université. Dans le contexte académique actuel, un chercheur souhaitant jouer le jeu de l'interdisciplinarité n'est favorisé ni au moment du recrutement, ni en termes d'avancement de grade. Il s'agit d'un handicap qu'il paraît important de compenser au moins en partie au niveau de la définition des recrutements d'enseignants-chercheurs. Les porteurs du projet estiment nécessaire que des postes pourvus par l'UGA au titre de projets interdisciplinaires soient recrutés à partir de critères favorables à l'interdisciplinarité (profils de postes, composition des comités de sélection). Ce type de démarche est nécessaire pour encourager les enseignants-chercheurs à travailler dans la transversalité. Il nous semble fondamental que les instances dirigeantes de la Communauté Universitaire s'engagent explicitement dans cette voie.

Les thématiques

Les grandes thématiques identifiées concernent les interactions entre la société, la planète, son climat et les écosystèmes. Elles touchent les risques, les effets des changements globaux, le métabolisme territorial, la transition énergétique. Elles peuvent être déclinées suivant plusieurs questions déjà explorées par l'UGA :

- Adaptation des sociétés aux extrêmes climatiques et géologiques ;
- impact des facteurs environnementaux sur la santé humaine et sur les écosystèmes et leur biodiversité ; adaptation des sociétés à ces environnements...
- Réponses des écosystèmes et de la biodiversité aux variations du climat et aux contraintes directes produites par l'homme ;
- La question des ressources : énergie, eau, minéraux, biomasse ;
- Métabolismes territoriaux et écologie territoriale ;
- Pollutions chroniques ou aiguës et activités humaines ;
- Economie de fonctionnalité/Eco-conception/Analyse de Cycle de Vie ;
- La transition Énergétique et l'économie des politiques énergie-climat ;
- Interactions systèmes énergétiques-organisations humaines-environnement (notamment questionnements sur le développement des Smart Grids/ Smart Buildings).

EnSo et la communauté scientifique Grenoble-Alpes

Un premier travail de repérage des forces en présence à Grenoble nous indique que des chercheurs et enseignants-chercheurs des six pôles scientifiques de l'UGA sont plus que susceptibles de pouvoir s'impliquer. Des liens paraissent également évidents avec le CEA, l'ENSAG, l'INRA, l'INSERM et l'IRSTEA sans rappeler le CNRS et l'IRD. Par ailleurs, l'Initiative EnSo sera attentive à l'activité de Pôles de compétitivité tels que TENERDIS, qui couvrent des thématiques communes.

EnSo en Région

Des liens doivent être tissés en particulier avec les structures régionales d'appui à la recherche. Un dialogue doit être établi afin de favoriser, au-delà de l'UGA, cette démarche interdisciplinaire et en faire bénéficier la Région. Un lien naturel existe avec le GIS Envirhônalp, dont les plateformes et les observatoires sur les ressources, les écosystèmes, les risques naturels, le climat et les procédés environnementaux ont vocation à servir de lieux d'animation, de supports expérimentaux et d'interface socio-économique pour les projets de l'Initiative EnSo. Les projets pourront également bénéficier des infrastructures de la plateforme de recherche en toxicologie environnementale et écotoxicologie de Rovaltain (Valence) dont la vocation est d'héberger des projets de recherche portant sur l'évaluation et la prédiction des risques sanitaires et environnementaux de substances chimiques. Les projets EnSo auront également vocation à répondre aux attentes des ARCs de la Région et plus généralement à toute initiative de recherche régionale, notamment dans le cadre de l'Europe. Enfin, le projet devrait avoir pour ambition de créer un lien régulier avec les acteurs publics, afin de leur proposer une réflexion, voire des méthodologies adaptées à la construction de politiques publiques durables.

Les ambitions

- Favoriser les échanges interdisciplinaires et les montages de partenariat pour aborder les questions posées concernant l'interface environnement – société notamment en créant un lieu (ou un réseau de lieux) d'échange bien identifié ;
- Mobiliser les forces disponibles sur ce champ d'investigation et favoriser leur implication dans des opérations de recherche ambitieuses (Horizon 2020, projets ANR, partenariats industriels);
- Valoriser les savoir-faire existants au sein de l'Université Grenoble Alpes, d'un point de vue académique international, mais également vis-à-vis des acteurs économiques et politiques ;
- Accueillir temporairement (sur des périodes de six mois à trois ans) dans cette structure des chercheurs (jeunes et seniors) français et étrangers ;
- Permettre la mise en délégation temporaire (de six mois à trois ans), au sein de cette Initiative, de chercheurs des unités de recherche de la communauté Grenoble-Alpes ;

- Devenir pour le CNRS (INEE et INSU) un partenaire de premier ordre dans la mise en œuvre d'une politique scientifique à l'interface entre SHS, sciences de l'environnement et sciences de l'ingénieur ;
- Former à l'interdisciplinarité sur l'environnement et l'énergie : propositions de formations interdisciplinaires au sein des parcours de formation existants (niveau licence ou master); création de parcours de formation spécifiquement interdisciplinaires sur les thèmes établis (Erasmus, formations doctorales, Masters Internationaux...); écoles d'été.
- Faire d'EnSo une structure permettant de rapprocher les travaux effectués par divers Labex grenoblois (ITEM, OSUG@2020, TEC21, AE&CC)

Les moyens

- Une structure disposant à la fois de moyens humains et de locaux bien identifiés pour :
 - Accueillir les post-doctorants, jeunes chercheurs et chercheurs confirmés invités ainsi que certains chercheurs grenoblois en délégation sur un projet ;
 - Créer un lieu de rencontre fixe pour les séminaires interdisciplinaires ;
- Des moyens financiers pour:
 - Disposer de financements pour les invitations de longue durée de chercheurs ;
 - Disposer de financements pour la mobilité interne d'enseignants-chercheurs de l'UGA (dispositif CHANS).
 - Pouvoir compter sur une aide professionnelle au montage et au pilotage administratif de projets. Si l'ambition est notamment de viser des projets européens, cet aspect est déterminant ;
 - Organiser les séminaires (avec invités) ainsi qu'un colloque annuel (contribution à Grenoble Interdisciplinary Days notamment) ;
 - Disposer d'un conseil scientifique avec des non grenoblois

D'un point de vue chiffré cela se traduit par :

- Une allocation doctorale annuelle en lien avec l'un des projets portés par EnSo ;
- Selon le nombre de projets portés, entre deux et cinq supports annuels de post-doctorants ;
- Toujours en fonction de l'activité engagée, entre trois et six supports annuels pour des chercheurs invités et entre trois et six supports annuels pour des enseignants-chercheurs de l'UGA en mobilité interne ;
- Une personne dédiée au secrétariat, à la gestion et au pilotage administratif d'EnSo et des projets hébergés (ETP en fonction de l'activité engendrée) ;
- Une personne de soutien au montage des projets (ETP en fonction de l'activité engendrée) ;

- Une salle de réunion et de séminaire avec une capacité de cinquante personnes environ ;
- Cinquante places de travail ;
- Un budget de fonctionnement (organisation séminaires, du colloque annuel, financement conseil scientifique, matériel informatique) d'environ 40 000 Euros.

Quels projets en cours ?

Au-delà des intentions et des thématiques esquissées, nous pouvons d'ores et déjà évoquer des projets autour desquels construire et renforcer l'interdisciplinarité ici souhaitée :

- Élaboration d'une méthodologie de diagnostic et de prospective territoriale fondée sur les principes de l'écologie territoriale (démarche structurante pour une communauté en émergence au niveau français depuis 2006) ;
- Réflexion interdisciplinaire sur la résilience des systèmes socio-environnementaux conduite depuis 2010 par le groupe AMETihST (<http://www.ametihst.fr>) commun aux laboratoires LTHE et PACTE ;
- Renforcement du système d'observation de situations de crise environnementale construit autour du service d'observation OHMCV (<http://www.ohmcv.fr>) de l'OSUG ;
- Ecole d'été Water and Society (<http://www.waterandsociety.net>) dont la seconde édition se tient au printemps 2014 ;
- Elaboration transdisciplinaire de scénarios de biodiversité et de services écosystémiques (LECA, Irstea), impliquant la géographie et les sciences sociales pour l'évaluation sociale des services (Irstea, PACTE...), l'économie (PACTE, EDYTEM), mais aussi les sciences du climat (LTHE, LGGE), et les acteurs des territoires.

Le comité de pilotage

L'initiative EnSo est actuellement pilotée en co-direction par Nicolas Buclet (PACTE, UPMF) et Sandrine Anquetin (LTHE, CNRS)

Sont membres du comité de pilotage : Rémy Slama (Institut Albert Bonniot, INSERM), Olivier Vidal (ISTerre, CNRS), Jean-Dominique Creutin (LTHE, CNRS), Stéphane Ploix (GSCOP, INPG), Anne Coste (AE & CC, ENSAG), Patrick Reignier (LIG, INPG), Gilles Debizet (PACTE, UJF), Patrick Criqui (PACTE, CNRS), Céline Lutoff (PACTE, UJF), Sandra Lavorel (LECA, CNRS), Frédéric Wurtz (GE2LAB, CNRS)