



HAL
open science

Changement climatique et risques associés à la dégradation du permafrost

Sandrine Caroly, Rafael Weissbrodt, Ludovic Ravanel, Xavier Bodin

► **To cite this version:**

Sandrine Caroly, Rafael Weissbrodt, Ludovic Ravanel, Xavier Bodin. Changement climatique et risques associés à la dégradation du permafrost. *Activités*, 2024, 21 (2), pp.1-36. 10.4000/12huh . hal-04740579

HAL Id: hal-04740579

<https://hal.science/hal-04740579v1>

Submitted on 16 Oct 2024

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

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



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



Activités

21-2 | 2024

Transmettre et apprendre dans des espaces hybrides |
Interpellations contemporaines de la prescription

Changement climatique et risques associés à la dégradation du permafrost : quels enjeux méthodologiques en ergonomie ?

Climate change and the risks associated with permafrost degradation: what are the methodological challenges for ergonomics?

Sandrine Caroly, Rafael Weissbrodt, Ludovic Ravel et Xavier Bodin



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/activites/9805>

DOI : 10.4000/12huh

ISSN : 1765-2723

Éditeur

ARPACT - Association Recherches et Pratiques sur les ACTIVités

Ce document vous est fourni par INIST - Centre national de la recherche scientifique (CNRS)



Référence électronique

Sandrine Caroly, Rafael Weissbrodt, Ludovic Ravel et Xavier Bodin, « Changement climatique et risques associés à la dégradation du permafrost : quels enjeux méthodologiques en ergonomie ? », *Activités* [En ligne], 21-2 | 2024, mis en ligne le 15 octobre 2024, consulté le 16 octobre 2024. URL : <http://journals.openedition.org/activites/9805> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/12huh>

Ce document a été généré automatiquement le 16 octobre 2024.



Le texte seul est utilisable sous licence CC BY-NC-ND 4.0. Les autres éléments (illustrations, fichiers annexes importés) sont « Tous droits réservés », sauf mention contraire.

Changement climatique et risques associés à la dégradation du permafrost : quels enjeux méthodologiques en ergonomie ?

Climate change and the risks associated with permafrost degradation: what are the methodological challenges for ergonomics?

Sandrine Caroly, Rafael Weissbrodt, Ludovic Ravanel et Xavier Bodin

Remerciements

Nous tenons à remercier le financeur de cette étude, l'Alliance campus rhodanien, ainsi que le Pôle alpin des risques naturels (PARN) pour son aide dans l'animation des ateliers démocratiques. Nous remercions également les communes et tous les participants à l'enquête de terrain et aux ateliers démocratiques.

Introduction

- 1 Le changement climatique pose de nouvelles questions à l'ergonomie depuis quelques années déjà. Il est à inscrire dans une transition plus globale : transformation du travail, modification des métiers, vulnérabilité des populations, émergence de nouveaux risques, problématiques de santé. Les premiers rapports du GIEC ont d'abord posé la question d'un réchauffement planétaire de +0,2 °C par décennie et de ses conséquences environnementales et sociales. Aujourd'hui, les catastrophes naturelles sont de plus en plus visibles et importantes (fréquence, durée et intensité des canicules, cyclones dévastateurs, inondations avec des dégâts intenses, par exemple, en Allemagne en 2021 et au Pakistan en 2022 ou feux de forêt au Canada et en Grèce, en 2023). Pour les bases physiques, il est attendu +1,5 degré en 2023 quelles que soient les actions immédiates (GIEC, 2021). La décarbonation devient une priorité mondiale. Sur le plan social, la vulnérabilité des populations s'accroît, notamment en raison du manque

d'accès à l'eau, des impacts sur l'alimentation et sur les activités économiques (GIEC, 2022). L'accélération des changements climatiques constitue une menace de plus en plus grande pour la santé physique et mentale (GIEC, 2022, 2023). Le changement climatique appelle à œuvrer pour une société plus résiliente (Van der Leeuw & Aschan Leygonie, 2000), capable de mettre en œuvre des mesures d'atténuation et d'adaptation, pouvant réduire ou gérer les risques en cascade : systèmes d'alerte précoce, agroécologie, diminution des gaz à effets de serre, développement durable avec une sobriété énergétique de la production industrielle, des transports, des bâtiments et des politiques plus incitatives et efficaces (GIEC, 2023).

- 2 Plusieurs congrès de la Société d'ergonomie de langue française témoignent de cette préoccupation : congrès 2023 sur l'île de La Réunion sur le thème « Développer l'écologie au travail », congrès 2022 à Genève intitulé « Vulnérabilités et risques émergents », congrès 2020 à Paris intitulé « Comment contribuer à un autre monde ? », ou encore depuis 2015 la commission CDD « Concevoir pour le développement durable » d'Arpège et du comité technique de l'IEA « Human factors and sustainable development » (HFSD) (Le Bail *et al.*, 2023). Ces manifestations ont pu commencer à aborder les effets des changements de la nature sur la sphère technique (Natech) et sur le social (transformation du travail pour les opérateur.rice.s). Plus récemment, elles ont questionné les méthodologies à concevoir pour accompagner le changement global. En ergonomie constructive, les démarches participatives de co-conception ont été formalisées (Barcellini, Van Belleghem, & Daniellou, 2013). Celles-ci sont complétées par le laboratoire du changement (Nascimento, 2020 ; Sannino, 2022) ou le laboratoire développemental comme modèle et moyen de l'intervention capacitante (Carta & Falzon, 2017).
- 3 Le développement durable amène à faire évoluer la notion de travail en ergonomie vers un élargissement du modèle de l'activité à la dimension sociétale (Petit, 2020 ; Caroly & Weissbrodt, 2023). Des rapprochements disciplinaires sont à imaginer avec les sciences politiques, les sciences de l'environnement et la philosophie pour mieux comprendre la place des citoyens et les transformations de la nature, et pour situer les questions de prospective. Pueyo (2022) introduit les fondements d'une intervention ayant des finalités de prospective, en prenant appui sur l'« anthropologie prospective » de Gaston Berger (1964) en la situant dans le courant de l'Anthropocène. Cette anthropologie prospective se préoccupe des situations dans lesquelles les humains sont engagés et se nourrissent par la conviction que l'avenir sera ce que les humains en feront grâce à leur liberté créatrice. Nous partageons avec elle et d'autres qu'il est important de regarder les problèmes posés par le réchauffement climatique du point de vue du travail avec une vision systémique, multi-échelles, diachronique et multi-acteurs (Gaudart, 2013 ; Cunha & Lacomblez, 2021 ; Guérin *et al.*, 2021). Il apparaît important, dans notre étude, de créer les conditions d'un échange entre les acteurs face à un risque émergent, la dégradation du permafrost liée au réchauffement climatique. Comme l'écrit Dab (2019), « plus le signal est faible et incertain, plus il doit être discuté dans un cadre pluraliste » (p. 42). Un *risque émergent* est défini par Walters *et al.* (2018) comme « un risque résultant d'un danger nouvellement identifié auquel une *exposition* significative pourrait se produire, ou un risque résultant d'une exposition et/ou d'une sensibilité nouvelle ou accrue et inattendue à un danger déjà connu »¹.
- 4 L'étude de cas que nous avons choisi de présenter dans cet article est une recherche-intervention sur la perception et la gestion des risques liés à la dégradation du

permafrost de montagne, intitulée RISKFROST, et financée par l'Alliance campus rhodanien. Cette recherche impliquant les disciplines de l'ergonomie et des géosciences tient une approche multi-acteurs et multi-territoriale. La dégradation du permafrost de montagne est un risque émergent lié au réchauffement climatique. Comprendre les réponses apportées, face à ce risque, constitue un enjeu scientifique et sociétal fort. Des événements récents ont démontré l'intensité de ce phénomène jusqu'alors peu connu (grands écroulements de parois rocheuses, effondrement de glaciers, etc.), mais dont la dangerosité est renforcée d'une part par la propagation de processus en cascade et d'autre part par l'absence d'analogie passé. Face à ces nouveaux risques que l'on peut qualifier d'émergents – dont les conséquences humaines, sur les infrastructures et les emplois, sont importantes –, les experts se mobilisent et interviennent dans le débat public. Néanmoins, des différences de perception et de priorisation demeurent entre scientifiques, gestionnaires du risque, autorités et populations de montagne. Le projet RISKFROST vise à comprendre la perception des risques de chacun de ces acteurs, afin de construire une expertise davantage distribuée. Celle-ci pourra aider les acteurs de la prévention à mieux disséminer les connaissances sur les contextes glacio-géomorphologiques propices au développement d'aléas et sur la vulnérabilité des populations et des infrastructures.

- 5 Notre objectif est de discuter plus particulièrement des méthodologies à concevoir de façon pluridisciplinaire, entre ergonomie et géosciences, pour accéder aux représentations des risques et pour les transformer. Nous verrons que notre approche réflexive et collective propre aux méthodologies de l'ergonomie s'avère particulièrement importante pour une prise de conscience du risque. Toutefois, notre proposition méthodologique va un peu plus loin dans ce contexte de risques émergents, où l'aléa n'est pas forcément visible et la crise peut être liée à une gestion temporelle très courte et des événements incertains. Notre méthodologie s'articule en deux étapes. La première est la confrontation des acteurs sur des situations concrètes de dégradation du permafrost lié au réchauffement climatique, construite avec les collègues en géosciences (Bodin *et al.*, 2015 ; Ravanel, Magnin, Gallach, & Deline, 2020). Cette première étape prépare une seconde étape d'ateliers démocratiques, où il est possible de débattre entre acteurs d'un même territoire sur les besoins de chacun, en fonction de son activité, par rapport à ces risques émergents. Cette deuxième étape ne va pas jusqu'à la co-conception de solutions, mais se situe plutôt en amont, sur un échange de points de vue entre des acteurs hétérogènes (professionnels, autorité, citoyens) pour générer de l'intercompréhension et des demandes de collaboration.

1. Quelques études en ergonomie sur le développement durable et peu de travaux sur les risques en lien avec le changement climatique

- 6 Nous souhaitons reprendre quelques études en ergonomie sur le développement durable, notamment du point de vue de leur méthodologie, en lien avec notre objectif de nouvelle proposition méthodologique pour accompagner les acteurs d'un territoire sur les enjeux de réchauffement climatique par rapport au risque de dégradation du permafrost de montagne.

- 7 La littérature sur le développement durable, notamment issue du comité technique HFSD de l'IEA, fait apparaître des conditions méthodologiques pour intervenir sur la durabilité : la co-conception, les objets intermédiaires, l'approche territoriale et la compréhension des conflits de buts (Thatcher *et al.*, 2022). L'approche du développement durable en lien avec la responsabilité sociale et l'écologie, doit s'inscrire dans des approches complexes et systémiques et interroger le futur du travail. Dans cette perspective, quelques études sur les transitions permettent d'explorer les méthodologies mises en œuvre, mais peu de recherches en ergonomie l'abordent sous l'angle des risques naturels.
- 8 Dans le dossier « L'ergonomie au prisme du développement durable : accompagner les transitions des organisations et les transformations de l'activité » de la revue *Activités*, il est mentionné que le développement durable est à l'origine de transitions multiples (écologique, organisationnelle, professionnelle, etc.), qu'il faut éviter d'aborder en silo ou en cascade, et qu'il faut accompagner en s'appuyant sur une analyse de l'activité (Le Bail *et al.*, 2023). Les secteurs étudiés en ergonomie relevant des problématiques de développement durable sont nombreux : l'agriculture, les espaces verts, la gestion des déchets, l'alimentaire, etc.
- 9 Reprenons d'abord quelques études dans l'agriculture, plus proches des problématiques de changement climatique, parfois de façon indirecte, par rapport à leurs enjeux et méthodologies d'analyse de l'activité, qui témoignent des façons de produire de la compréhension et de la transformation avec les acteurs. Les travaux de Cerf (2016) sur les conseillers agricoles, puis sur les démarches de co-conception, visant à développer des projets d'agroécologie, partent de demandes sur la transformation des relations de service, avec des injonctions contradictoires. L'ergonome s'appuie sur ses modèles de l'activité (par exemple, modèle « à cinq carrés ») pour intervenir ; il se situe dans une approche diachronique des transformations (Chizallet, 2019). Des expérimentations entre concepteurs et utilisateurs sont réalisées dans les démarches de co-conception. Dans le cadre de la transition agroécologique, les transformations de l'activité des agriculteurs sont suivies de façon longitudinale, en réalisant des échanges entre pairs en cours d'action ou dans les exploitations, mais aussi en analysant les communautés en ligne au sein de coopératives visant à aider les agriculteurs dans la transition (Slimi, 2022). D'autres recherches, en ergotoxicologie, participent, par la mesure, à alerter sur les risques liés à l'usage des pesticides dans l'agriculture, en lien avec l'activité. Captiv est un outil de synchronisation de mesures et de vidéo afin de réaliser des codages d'observables de l'activité afin de produire des chroniques de l'activité (Garrigou, 2011). La mesure est également utilisée pour alerter les pouvoirs publics et dénoncer les risques pour la santé. Des démarches participatives sont mises en place, pour que les utilisateurs identifient eux-mêmes les situations à risque et puissent trouver des actions de prévention par et pour eux-mêmes (Goutille, 2022). Dans cette optique, la notion de communauté de recherche élargie, empruntée aux travaux d'Ivar Oddone (1984), nous semble pertinente pour notre recherche visant à développer des ateliers démocratiques ; nous y reviendrons dans la section Méthodologie. Prendre en compte la communauté élargie correspond à élargir la recherche au groupe de personnes concernées par les situations de travail et les risques, afin de réaliser une analyse collective de l'activité et initier la suite de la recherche-intervention, entre les professionnels, leur entourage et les chercheurs de différentes disciplines. L'approche multi-acteurs est à compléter par une approche territoriale du développement durable.

Par exemple, une collectivité sur un territoire peut mener des projets visant une transition écologique, sans se poser la question de ce que cela implique comme modification du travail. En utilisant moins de produits phytosanitaires, on constate une augmentation de la charge de travail dans le secteur des espaces verts (Tran, 2020) : nombre de passages plus important pour nettoyer la voirie, manutentions avec des postures pénibles, etc. Les méthodes pour comprendre les conflits de buts consistent à retracer la conduite de projet dans cette collectivité (poids des usagers et des élus), d'analyser le travail des salariés et de suivre des réunions décisionnelles et opérationnelles.

- 10 Dans le secteur de l'alimentation, la méthodologie se fonde sur des entretiens avec différents types d'acteurs (nationaux, territoriaux, locaux) pour caractériser un « travail de territorialisation » singulier et situé (Le Bail, Cerf, & Yannou-Le Bris, 2021). La compréhension de la répartition des activités selon les zones géographiques fait apparaître, par l'analyse du travail et des sessions collectives de discussion entre les travailleur.se.s, des expositions différenciées aux risques professionnels (Cunha, Silva, & Lacomblez, 2002). L'approche territoriale amène à être dans de multiples échelles permettant de comprendre la transformation du travail liée aux transitions multiples, avec des analyses macro (suivi de comités de pilotage, débats dans les branches professionnelles, les syndicats, etc.), couplées avec des analyses « micro » de l'activité pour avoir des situations de travail à débattre (De Gasparo, 2009). Par rapport à notre questionnement sur le réchauffement climatique et ses risques sur la dégradation du permafrost, il nous apparaît nécessaire de tenir une approche territoriale. En empruntant aux travaux de Moine (2006) et Buclet (2011), nous définissons le territoire comme le lieu géographique mais aussi l'espace social dans lequel s'exercent des relations entre les acteurs, plus ou moins conflictuelles selon leur rôle et leur activité, et enfin comme un espace offrant plus ou moins de ressources matérielles et immatérielles pour faire face aux risques.
- 11 Face à un risque émergent lié à la dégradation du permafrost, nous avons opté pour une méthodologie pluridisciplinaire pour aborder la gestion de ce risque dans l'arc alpin, des Alpes françaises et suisses, lié à la proximité de nos laboratoires avec ce territoire, et car les réalités de ces territoires semblaient différentes sur la question des risques et de leur gouvernance (cf. section 3, Méthodologie). Du point de vue de la géomorphologie, le permafrost correspond à tous les terrains qui sont gelés en permanence ; il s'agit d'un état thermique. Nous étudions ici le permafrost de montagne et pas celui des hautes latitudes. Différents travaux de recherche existent sur les conséquences géomorphologiques de la présence de permafrost de montagne et de ses évolutions (Bodin *et al.*, 2015 ; Ravel, *et al.*, 2020), mais les connaissances ne sont pas encore stabilisées. Nous retiendrons pour sa définition que le permafrost n'est pas une couche de surface (le permafrost peut être « épais » de plusieurs dizaines à centaines de mètres). Quand il fait chaud (période caniculaire), le permafrost se réchauffe, mais il ne fond pas ; le dégel peut se produire au niveau de la glace qui cimentent les terrains. La dégradation (réchauffement) est invisible, lente et dépendante du type de terrain et de la topographie. Il existe deux grands types de processus géomorphologiques liés à la dégradation du permafrost : 1) éboulements et écroulements rocheux en parois, 2 accélération et rupture des masses de débris rocheux. Dans les versants nord des Alpes, le permafrost peut être présent à partir de

2 200 – 2 500 m dans des formations superficielles (glaciers rocheux) et de 3 200 – 3 500 m en parois rocheuses.

- 12 Le réchauffement climatique apparaît comme posant des enjeux socio-professionnels et territoriaux, à la fois sur le développement durable et sur la problématique des risques. En ergonomie, la pluridisciplinarité est souvent mobilisée pour produire des connaissances nouvelles et agir en prévention des risques et sur les liens travail-santé. Par exemple, en ergotoxicologie, l'ergonomie travaille en collaboration avec les acteurs de la santé publique et les juristes, pour rendre public le problème de santé au travail. Dans les abattoirs, l'ergonomie rencontre l'économie, et sur la transition agroécologique les ergonomes coopèrent avec des agronomes spécialisés en zootechnie. L'originalité de notre projet est de tenir une pluridisciplinarité entre ergonomie et géosciences, parce que l'ergonomie a très peu produit de connaissances sur les risques naturels en lien avec le réchauffement climatique. Les travaux de Rogalski (2016) sur l'activité des pompiers, dans le cas de feux de forêt, portent sur les représentations fonctionnelles et la gestion des risques. Ils n'abordent pas la transformation du travail avec le réchauffement climatique ni les tensions entre les acteurs et les méthodologies à mettre en œuvre pour une prise de conscience des risques et une discussion entre des acteurs hétérogènes.

2. Cadre théorique sur les risques : passer de la perception à sa gestion dans des démarches constructives

- 13 Accompagner des changements nécessite de reprendre quelques cadres théoriques en ergonomie, sur la perception et la gestion des risques émergents, en prenant appui sur les liens entre risques objectifs et subjectifs, sur les outils d'une activité réflexive et d'une démarche participative.

2.1. Risques objectifs et subjectifs

- 14 Quand on ne connaît pas tout sur un risque nouveau, il apparaît important de s'appuyer sur les connaissances naïves (Kouabenan *et al.*, 2007), mais aussi sur les connaissances construites avec l'expérience dans l'activité, dans le corps et dans le rapport aux autres (Caroly, 2022). Dans la gestion de risques naturels – ici les risques liés au réchauffement du permafrost –, la définition d'un risque objectif non complètement stable ne permet pas véritablement de définir les règles et les outils de protection et de prévention. La recherche de compromis dans la gestion des risques, au sens de Valot (1996), se situe entre les risques objectifs et subjectifs, les règles et les outils de travail. Ainsi, s'appuyer sur les risques subjectifs du point de vue de l'activité pourrait aider à concevoir une gestion plus objective des risques, avec des dispositifs d'information, d'alerte et de secours, voire de prévention à construire. Formulé autrement, nous proposons de partir de la perception subjective des risques liés au réchauffement du permafrost, pour pouvoir ensuite faire évoluer les règles et outils de gestion, par un échange entre les acteurs. En effet, les perceptions des risques peuvent être en tension selon l'activité de chaque acteur et il apparaît important de faire dialoguer les acteurs entre eux.

- 15 Ainsi, nous nous inscrivons dans un modèle d'action pour construire des connaissances. Face à un risque méconnu, il est important de confronter les représentations à l'action. Ceci peut aider à se projeter dans des situations futures et à développer le pouvoir d'agir (Clot, 2008), notamment par la simulation (Daniellou, 1992). Quelles représentations de l'exposition et de ses effets se construisent les acteurs pour agir ? L'action peut amener à produire des connaissances sur les risques émergents. En agissant, les acteurs peuvent parfois trouver des solutions par eux-mêmes. En positionnant le questionnement sur l'activité de manière centrale, il semble possible d'élaborer des modèles d'actions de prévention concernant un risque émergent.

2.2. Outils aidant à une activité réflexive de prise de conscience du risque

- 16 Dans notre étude sur la gestion des risques associés à la dégradation du permafrost de montagne, nous n'avons pas pu faire d'observation, mais notre positionnement était bien sur l'activité des personnes, avec ses multiples composantes, et sur la compréhension de l'activité réflexive provoquée par la confrontation à des cas réels. Il s'agissait d'aider à la prise de conscience du risque pouvant influencer la construction de représentations en lien avec les nouvelles connaissances produites et le travail.
- 17 L'autoconfrontation simple à des séquences observées, des photos ou des données permet d'accéder aux motifs de l'action (Guérin *et al.*, 2021), aux représentations pour l'action (Weill-Fassina, 1993) et aux diversités de savoir-faire et de logiques sous-jacentes (Mollo, 2022). Les films, les photos et les données peuvent être conçus comme des objets intermédiaires (Jeantet, 1998) pour favoriser une activité réflexive, voire de développement de l'activité. Des objets intermédiaires ont été conçus sur des cas de dégradation de permafrost (cf. section 3, Méthodologie) pour aider à la confrontation aux risques. Ils ont été ensuite repris brièvement en introduction aux ateliers, pour favoriser les échanges entre les participants. Dans cette perspective de prise de conscience des risques, il s'agit de suivre les évolutions des discours sur les risques de la personne interrogée et de ce qui est échangé lors des ateliers.

2.3. Démarche participative : espace de débat et dialogue workshop

- 18 La prévention interroge non seulement les représentations de chaque acteur dans les logiques d'évaluation et de gestion des risques, mais invite aussi tous les acteurs à débattre des représentations du risque et des actions à concevoir. Nous avons testé ces espaces de discussion, à propos de la perception et de la gestion du risque émergent des nanoparticules dans le monde industriel (L'Allain, Caroly, Drais, & Witschger, 2015). Le débat sur le travail apparaît comme un outil pour développer un environnement capacitant (Rocha, Mollo, & Daniellou, 2017). L'espace de débat favorise la construction d'un point de vue collectif sur les problèmes posés dans l'action (Caroly, 2022). Les démarches participatives en ergonomie encouragent, en effet, la confrontation de points de vue (Garrigou, Daniellou, Carballada, & Ruault, 1995). Celles-ci ont été mises en œuvre dans des cadres professionnels (Detchessahar, 2001), mais elles peuvent s'élargir aujourd'hui à d'autres espaces de discussion sur les problèmes de société et de constitution d'un cadre de référence sur la gestion de risques émergents. Elles donnent des possibilités de discuter sur les représentations des uns et des autres et de partager

des connaissances et des savoir-faire. Ces démarches participatives s'inscrivent dans une perspective constructive, où l'expertise est considérée comme distribuée entre les différents acteurs par rapport à un risque émergent. Les espaces de débat participent à transformer les représentations et les relations entre les acteurs, pour produire des connaissances et prendre en compte la diversité des points de vue. La méthode du dialogue workshop (Gustavsen & Engelstad, 1986) est également intéressante, car elle repose sur l'échange de points de vue entre différents acteurs. Les réunir et les faire dialoguer sur un sujet avec lequel ils sont en interaction permet des échanges à propos des pratiques de chacun. C'est une première étape de travail collectif pour commencer à se connaître et à se comprendre, voire initier des demandes pour se concerter ou se coordonner dans le futur. Cette méthodologie vise à changer le cadre de vie professionnelle en s'appuyant sur un dialogue démocratique. Elle repose sur deux principes dans sa conception : 1) dialogue démocratique (chaque personne a une parole libre et intéressante), 2) l'expérience professionnelle doit être la base de la participation à ce dialogue (chacun a une expérience et une capacité à gérer des problèmes dans les situations concrètes). La méthodologie est structurée par une procédure sur le contenu des échanges et son déroulement : information avant la séance sur les objectifs et les questions du débat, au début de la séance une conférence plénière pour définir l'objet du débat, temps de parole de chaque personne sur une question en constituant des groupes de travail avec une diversité d'acteurs, puis un nouveau tour de table sur une autre question, etc. À la fin, une restitution est réalisée sur chaque question débattue par les sous-groupes.

- 19 Cette méthodologie ouverte à des acteurs hétérogènes, concernés par le même objet, s'inscrit dans la lignée de la communauté élargie de recherche. Il ne s'agit pas d'une méthode de co-conception pour chercher des solutions à un problème posé, mais bien d'un échange pour élaborer les problèmes et échanger des idées. Autrement dit, elle se situe bien dans une démarche participative visant à élaborer des représentations de l'objet étudié.

3. Objectifs et méthodologie de recherche participative réflexive et collective

- 20 Les enjeux de notre recherche RISKFROST, consacrée à la perception et à la gestion collective du risque de dégradation du permafrost de montagne, sont de mettre l'accent sur la production de données subjectives sur ces nouveaux risques, de les confronter aux connaissances objectives disponibles en géomorphologie, et de favoriser une construction collective des connaissances et des actions à envisager pour des travaux ultérieurs. Notre approche est de partir du modèle de l'activité, pour comprendre l'impact du réchauffement climatique sur l'activité des acteurs mais aussi pour montrer en quoi la compréhension de l'activité de chacun et de ses besoins peut permettre d'accompagner une discussion sur la compréhension de ce risque émergent et de sa prévention. Notre recherche porte en effet sur les méthodes favorisant la mobilisation d'acteurs hétérogènes pour les aider à prendre conscience du risque, à en discuter et à construire une demande sociale. Il s'agit de comprendre leurs représentations et leurs pratiques face à ce risque et de mettre en œuvre des espaces de discussion sur leurs rôles, leurs activités, voire leurs tensions. Autrement dit, il s'agit d'explorer comment

leur confrontation à l'action transforme leurs représentations et crée du débat sur les actions de prévention à concevoir.

- 21 L'objectif de cet article, comme présenté dans l'introduction, est de présenter une méthodologie à construire, au service des changements de représentations et des débats entre les acteurs pour prévenir un risque émergent. Cette méthodologie se fonde sur la pluridisciplinarité entre ergonomie et géoscience sur deux étapes de la démarche :
- La construction d'outils servant d'objets intermédiaires pour favoriser une approche réflexive, afin de mieux percevoir le risque et le mettre en lien avec son activité ;
 - La préparation d'ateliers démocratiques, pour débattre des besoins par rapport à ce risque émergent.

3.1. Multiples acteurs et approche territoriale

- 22 Nous nous inscrivons dans la continuité des recherches en ergonomie sur la durabilité, en nous appuyant sur la construction d'un dispositif de recherche et de conduite de projet à la fois multi-acteurs mais aussi territorial. L'étude se fonde sur une compréhension assez large de la notion d'acteurs : elle concerne autant les professionnels de la montagne que les autorités et les citoyens eux-mêmes, qui peuvent être touchés par les risques liés à la dégradation du permafrost. Les « professionnels » sont les guides de haute montagne, les gardiens de refuge, les agents d'exploitation des remontées mécaniques, les secouristes en montagne, les personnels des offices de tourisme. Ils sont directement concernés par la dégradation du permafrost dans leur travail ou l'exercice de leur métier. Les « autorités » représentent le service départemental de la protection de la population, le représentant communal chargé de la gestion des risques, les représentants de la gestion des routes, et les gestionnaires des sentiers. Ces représentants des autorités sont concernés par la dégradation du permafrost dans leur responsabilité légale d'aménagement du territoire, d'information à la population, de protection des personnes et des biens, et de gestion de crise. Les « citoyens » sont des habitants, éleveurs et pratiquants de sports de montagne. Ils sont plus ou moins touchés par les risques inhérents à la dégradation du permafrost. Ils peuvent l'être par leurs activités domestiques, de loisir, voire dans l'articulation avec d'autres sphères de vie (activité militante, associative ou professionnelle).
- 23 Il nous semble important de tenir compte aussi des différences de contexte, de réseaux d'acteurs et de réalités locales (Weissbrodt *et al.*, 2023). C'est pourquoi notre échantillon est composé des territoires du Mont-Blanc, de la Vanoise et du Valais en Suisse. Nous avons fait le choix de ces territoires pour plusieurs raisons. Au Mont-Blanc et en Vanoise, des études en géosciences sur le permafrost sont en cours. Ces deux vallées françaises présentent des caractéristiques différentes : activité fortement économique et touristique au Mont-Blanc, avec des risques d'écroulement de parois rocheuses importants du fait de la haute altitude et du contexte géologique et géomorphologique ; dans la Vanoise, l'activité touristique d'alpinisme est moins connue, mais avec des risques non négligeables liés à la déstabilisation des glaciers rocheux (masse de débris rocheux mélangés à de la glace et se déplaçant lentement par fluage), du fait de la dégradation du permafrost. La Vanoise présente une activité économique importante liée à la pratique du ski et de la moyenne montagne. Le Valais est marqué par des altitudes élevées ; les dangers de la montagne sont connus par la population qui

pratique la haute montagne, avec une sensibilisation souvent depuis le plus jeune âge dans les vallées alpines. Les alpinistes sont nombreux en Suisse et le tourisme étranger est important.

3.2. Une construction pluridisciplinaire

- 24 La composition interdisciplinaire de l'équipe de recherche – ergonomie et géosciences – a permis de construire une méthodologie reposant sur des confrontations, individuelles et collectives, à partir de connaissances objectives sur le permafrost de montagne, l'activité des acteurs et leurs perceptions subjectives de ce risque. Pour cela, nous avons construit un guide d'entretien visant la confrontation des interviewés à des cas réels, afin de mesurer l'évolution de leur prise de conscience de la gravité et de la maîtrise des risques liés à la dégradation du permafrost, avant et après présentation de l'information.
- 25 Pour cela, il a fallu discuter entre nos disciplines sur les notions et concepts, par exemple pour nous familiariser avec des notions issues des géosciences et pour uniformiser la terminologie autour des concepts de risque, de danger et de maîtrise des risques, qui ne correspondent pas aux mêmes cadres théoriques selon les disciplines. Après discussion sur les objectifs de la recherche, nous nous sommes mis d'accord, par exemple, sur l'usage du vocable « dégradation » du permafrost (plutôt que « fonte »), dans le guide d'entretien, et « maîtrise du risque » du côté de l'activité humaine, pour une grille d'évaluation des risques naturels. Ce dialogue entre nous a eu lieu aussi sur le type de carte à utiliser et sur les trois cas utilisés.
- 26 L'objectif d'enquêter qualitativement sur la base d'un entretien était d'amener l'enquêté à une activité réflexive et d'accéder à ses représentations des risques et des actions de prévention associées. Cette première étape d'entretien individuel visait à créer les conditions d'une concertation et d'un dialogue démocratique entre les acteurs, pour agir individuellement et collectivement face à ce risque émergent. Nous avons animé ces ateliers démocratiques dans la pluridisciplinarité, en nous faisant aider d'une interface Sciences et société sur la gestion des risques en montagne, le PARN (Pôle alpin des risques naturels).

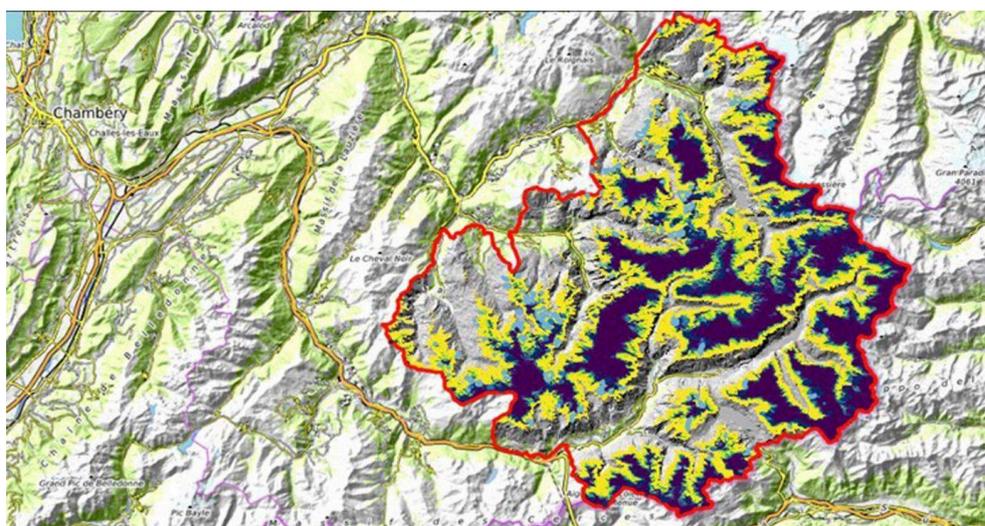
Étape 1 : Un guide d'entretien en face à face

- 27 Nous avons opté pour des entretiens en présentiel, dans le lieu de travail ou de vie de la personne interviewée (un gardien dans son refuge, une habitante chez elle, un agent des routes dans son bâtiment technique, etc.). Cela nous permettait de créer un dialogue en contexte avec l'interviewé. La durée des entretiens était d'environ une heure. Ceux-ci ont été enregistrés et retranscrits intégralement. Le guide d'entretien était composé de six parties : données générales sur l'interviewé, perception des risques liés à la dégradation du permafrost, classement de différents risques naturels, présentation de données objectives, retour à la fin de l'entretien sur la perception des risques liés à la dégradation du permafrost, représentation du réchauffement climatique. Dans chaque partie, l'enquêteur amenait l'enquêté à s'exprimer sur les transformations de son activité ou de ses pratiques de la montagne.
- 28 La partie sur la perception du permafrost portait sur la définition du permafrost, sa dégradation, les sources de connaissances et l'évaluation de ses impacts (humains,

matériels, touristiques, financiers, organisationnels) du point de vue de l'activité de l'interviewé. Le classement des risques naturels se faisait sur un document en support plastifié où l'interviewé devait coter les différents types de risque au moyen d'une échelle de gravité et de maîtrise. Ces échelles utilisées avant et après présentation des données objectives permettaient de voir l'évolution de la perception du risque, ainsi que les justifications faites en lien avec l'activité de chacun. Dans cette partie sur l'évaluation des risques, on demandait également d'évaluer les acteurs et activités vulnérables par rapport à la dégradation du permafrost, de décrire le rôle de l'interviewé dans la gestion ou la prévention des risques associés, de citer les autres personnes et institutions avec qui il était en contact dans ce cadre et d'indiquer les actions de prévention à mettre en place.

- 29 La partie sur les données objectives comportait d'abord une présentation de la localisation du permafrost, dans le secteur d'habitation ou de travail de l'interviewé (cf. exemple Figure 1). Cette carte de localisation permettait d'accéder à la connaissance du permafrost dans l'espace géographique de la personne, et de lui faire raconter des événements de son expérience.

Figure 1 : Exemple d'une carte de localisation du permafrost présentée aux interviewés.
Figure 1: Example of a permafrost location map presented to interviewees



- 30 Après cette première confrontation, nous avons présenté trois cas réels d'effets de la dégradation du permafrost, dans un ordre croissant de danger et d'impacts. Le premier cas concerne un écoulement rocheux, en août 2018, depuis une paroi emblématique du massif des Écrins, la face sud de la Meije (3 984 m). De la glace massive laissée dans la zone de départ de l'écroulement témoignait d'un déclenchement, du fait de l'évolution du permafrost. Le deuxième cas s'intéressait à la déstabilisation d'un pylône de télécabine sur le domaine des Grand-Montets, dans le massif du Mont-Blanc, en mars 2019. L'origine via le permafrost est plus complexe à appréhender, mais les impacts touristiques sont importants. Le troisième cas relatait un processus en cascade survenu, en août 2017, dans le canton des Grisons en Suisse. La déstabilisation massive de l'un des versants du Piz Cengalo (3 369 m) eut des conséquences désastreuses pour le village en dessous, avec une centaine de bâtiments détruits ou très endommagés. Chaque cas était lu intégralement à l'interviewé et présenté sous la forme d'un document plastifié. L'échange subséquent visait à recueillir ses impressions, les

contradictions/ruptures par rapport à sa représentation initiale de la dégradation du permafrost, ainsi que l'acquisition de nouvelles connaissances, mises en lien avec son activité.

- 31 Après la présentation des données objectives, il était demandé à nouveau à l'interviewé de définir le permafrost et ses impacts, d'évaluer le risque sur la même échelle de gravité et de maîtrise des risques naturels (avec un autre document plastifié pour montrer les cotations avant et après présentation des données, et lui demander de les expliquer). On demandait à nouveau les actions à mettre en œuvre, en pointant celles qui étaient nouvelles. L'entretien se terminait par des questions sur la perception de ce risque chez le grand public, la manière dont l'interviewé était sensible au réchauffement climatique en général ainsi que les actions qu'il mettait en œuvre dans sa vie quotidienne.

Échantillon et analyse des données

- 32 Au total, nous avons réalisé 41 entretiens semi-directifs, en face à face, auprès de trois types d'acteurs : 17 professionnels de la montagne (guides, gardiens, travailleurs dans les remontées mécaniques, agents d'offices du tourisme, secours), 12 représentants des autorités locales (services départementaux de protection de la population, représentants communaux, employés des services des routes, responsables de l'entretien des sentiers) et 12 citoyens (habitants, éleveurs, pratiquants de la montagne). L'échantillon se répartit de la façon suivante : 14 personnes dans le Mont-Blanc, 13 en Vanoise et 14 en Valais.
- 33 Les entretiens retranscrits intégralement ont été codés selon différentes catégories issues de nos cadres théoriques et des connaissances produites empiriquement. Elles sont les suivantes (cf. exemple Tableau 1) :
- Expérience de terrain, vécu, en lien avec l'activité, comprenant le visible/invisible et les sens ;
 - Changement de pratiques, d'activité, mutation du métier (types de courses alpines, aspects économique et touristique) ;
 - Prise de conscience et connaissances à la suite de la confrontation aux données objectives, assimilation des cas présentés ;
 - Questionnement, étonnement et questions adressées aux géosciences ;
 - Peur, craintes ;
 - Actions de prévention (information, signalisation, surveillance, aménagement, réglementation, mode de vie) ;
 - Rapport en général au réchauffement climatique.
- 34 Nous avons appliqué ces catégories d'analyse sur les questions de définition, avant et après présentation des données objectives, sur les commentaires concernant la localisation cartographique du permafrost, sur les changements d'échelle de gravité et maîtrise de risques, et sur la confrontation aux trois cas, particulièrement pour le Mont-Blanc (vallée qui a changé après confrontation aux données ; cf. section 4, Résultats). Par ailleurs, nous avons traité de façon spécifique les réponses aux questions sur les actions de prévention et sur la perception plus générale du réchauffement climatique.

Tableau 1 : Exemple d'analyse thématique d'entretien.
Table 1: Example of a thematic interview analysis

Guide Mont-Blanc – Question définition du permafrost	Catégories
<p><u>Avant présentation des données</u></p> <p>Mais je ne le lie pas directement au permafrost, je trouve qu'il y a un réchauffement global. Et je suis obligée d'en tenir compte dans mon travail.</p> <p>Et en fait, quand on grimpeait, en haut des Drus, quasiment sous le Grand Dru, peut-être 150-200 m sous le Grand Dru, dans une fissure, j'entendais l'eau couler. Comme une rivière, « glouglouglou »... je te jure, je me suis dit « vite, on se barre de là ! ». Je me suis dit « on n'a rien à faire là ! »...</p>	<p>Réchauffement</p> <p>Changement de pratique</p> <p>Expérience terrain</p> <p>Sens</p> <p>Peur/craintes</p>
<p><u>Après présentation des données</u></p> <p>Un peu plus que juste des cailloux qui tombent des montagnes, quoi. Ça peut être... oui, c'est les coulées de boue, les torrents, les inondations, c'est tout ça. C'est plus vaste que seulement des cailloux qui tombent.</p>	<p>Prise de conscience, connaissance</p>
Guide Mont-Blanc – Confrontation Cas 1	Catégories
<p>Il faut vraiment qu'on change nos pratiques, on ne peut plus du tout faire de l'alpinisme comme avant, tu vois, du tout.</p>	<p>Changement de pratique</p>
<p>Donc ça me fait dire que peut-être qu'il faudrait qu'on renseigne mieux les gens sur ce permafrost.</p>	<p>Action de prévention (information)</p>
Guide Mont-Blanc – Confrontation carte du permafrost	Catégories
<p>Parce que moi, ici, par là, j'ai failli me prendre un frigo [une masse importante de caillou qui tombe] il y a deux ans, donc le permafrost... J'ai vu beaucoup, beaucoup d'éboulements à la Tour Ronde... C'est pas en rouge, donc ça me fait bizarre... Le Chardonnet, mais c'est un peu rouge là-bas, ça me motive moyen... D'accord, c'est bon à savoir.</p>	<p>Expérience terrain</p> <p>Questionnement, étonnement</p> <p>Peur/craintes</p> <p>Prise de conscience, connaissance</p>

- 35 Pour compléter cette analyse thématique sur l'interprétation des données concernant la définition du permafrost par les personnes, nous avons discuté des résultats en pluridisciplinarité pour que les géosciences aident les ergonomes à percevoir si les propos des interviewés étaient plus ou moins proches des connaissances actuelles sur le permafrost. Pour cela, les ergonomes ont demandé à leurs collègues en géosciences d'analyser une vingtaine de verbatims d'enquêtés sur une échelle de 1 (loin) à 4 (proche de la définition) et de justifier cette évaluation (cf. Figure 2). Ceci permettait aux ergonomes de mieux analyser les représentations du phénomène en lien avec les connaissances et les risques.

Figure 2 : Exemple d'évaluation de la définition du permafrost par les géosciences.
Figure 2: Example of a geoscientific evaluation of the permafrost definition

Guide Vanoise : verbatim « les terres, entre guillemets, qui restaient gelées tout le temps »			
1	2 pour le collègue Géo 1	3 pour le collègue Géo 2	4
<p>Pourquoi ? La seconde partie de la définition est juste. Seul le terme « terres » est imprécis. Mais effectivement, le sol peut être affecté par le permafrost. Le temps utilisé (imparfait) est intéressant : les terrains aujourd'hui dégèlent.</p>			

- 36 Cela a permis de construire un vocabulaire commun pour analyser et interpréter les résultats, et pour préparer le flyer de présentation de l'étude sur la définition à donner au permafrost en fonction des représentations.
- 37 Nous reprendrons dans l'analyse des résultats les catégories thématiques en fonction du type d'acteurs et des territoires. Elle nous a été utile aussi pour préparer l'étape 2 de la recherche-action, notamment les questions à poser lors des ateliers démocratiques.

Étape 2 : Des ateliers démocratiques de restitution et de confrontation collective

- 38 Après avoir analysé l'ensemble des 41 entretiens, nous avons invité les personnes interviewées à une restitution collective, en l'élargissant aux différents types d'acteurs. La rencontre se voulait interactive pour que chacun puisse exprimer ses besoins. L'objectif n'était pas d'atteindre un consensus, mais plutôt de mettre en discussion une diversité de points de vue, selon le modèle des espaces de débats et du *dialogue workshop* décrits dans la partie théorique. Pour préparer cette discussion, nous avons envoyé aux personnes inscrites aux ateliers le flyer de présentation des résultats de la recherche RISKFROST ; nous les avons informées qu'il y aurait un temps participatif (en leur donnant les trois questions du débat) et qu'elles pouvaient d'ores et déjà commencer à y réfléchir.
- 39 L'échange entre les participants s'est articulé autour de trois questions :
- *Définition du permafrost* : Comment est-ce que je définis le permafrost et comment j'informerai les autres sur les risques liés à la dégradation du permafrost (mes clients, mes administrés, mes collègues, etc.) ?
 - *Perception des risques* : Quels sont la gravité, le danger et l'impact des effets de la dégradation du permafrost dans mon activité ? À court, moyen, long terme ?
 - *Actions de prévention* : Parmi les actions de prévention évoquées, quelles sont les priorités pour moi ?
- 40 Ces questions ont été construites par l'équipe de recherche pluridisciplinaire en ergonomie et en géosciences, avec l'aide du PARN. Dans la première étape du projet, nous avons identifié : i) une demande des acteurs de définition du permafrost, auquel nous avons répondu lors de l'atelier par une présentation en géosciences avec des cas concrets du territoire et par le débat entre acteurs sur leurs connaissances issues de leur expérience, ii) une perception des risques hétérogène selon l'activité de l'acteur, et iii) des besoins d'actions de prévention, diversifiés selon le type d'acteurs et le territoire.
- 41 L'atelier a commencé par une présentation en géosciences de la définition du permafrost et une restitution des résultats d'analyse de RISKFROST par les ergonomes (étape 1). Ce diaporama est conçu comme un objet intermédiaire pour favoriser ensuite la discussion entre les participants.
- 42 Notre atelier démocratique se fonde sur un croisement de deux méthodologies favorisant un espace de discussion : le *dialogue workshop* et le *World Café*. Pour l'animation, nous nous sommes appuyés sur la méthodologie du *dialogue workshop* pour favoriser une discussion sur les points de vue des uns et des autres sur la dégradation du permafrost – pour rappel des principes de l'échange, chacun a un temps de parole et chacun a une expérience (cf. section théorique). Pour cela, les personnes devaient écrire sur des *post-it* leurs idées et les énoncer au groupe avec un tour de table. Chaque *post-it* était collé sur un *paperboard* pour garder une trace des points de vue discutés.
- 43 Pour augmenter la circulation des idées entre les participants, nous avons complété cette méthode avec la technique du *World Café* (Brown, 2002). Le *World Café* se fonde sur un processus créatif qui vise à faciliter le dialogue constructif et le partage de connaissances et d'idées, en vue de créer un réseau d'échanges et éventuellement d'actions futures. Ce partage s'est fait en petits groupes, en mélangeant les différents acteurs, autour d'une table et avec un animateur. Les participants à l'événement ont été affectés à une table, en respectant une hétérogénéité du type d'acteur (professionnels

de la montagne, autorités, citoyens). Ensuite, nous avons organisé deux changements de table, brassant les participants, de manière à ce que chaque personne puisse débattre sur les trois questions. Nous avons cherché à augmenter l'intelligence collective, en faisant en sorte que chacun puisse participer à la discussion de façon ouverte et vivante, et échanger dans une dynamique constructive. Au terme des trois temps de discussion, chaque animateur a fait une restitution des discussions s'étant tenues à sa table.

44 L'atelier démocratique a été enregistré pour chaque question, pour chaque groupe. L'analyse thématique a porté sur ces enregistrements, ce qui s'était échangé entre les participants et l'analyse des *post-it* par catégorie de contenu pour pouvoir ensuite envoyer un compte-rendu aux participants, les échanges pouvant se poursuivre bien au-delà de cet espace de discussion. Les catégories d'analyse thématique des échanges et des *post-it* ont été les suivantes (cf. exemple Tableau 2) :

- Connaissances sur le permafrost (expérience rapportée et questionnements) ;
- Information (besoins d'information, types de support, publics cibles) ;
- Surveillance, aménagement.

45 Ces catégories correspondent à des sujets qui font débat entre les acteurs participants, soit parce qu'il y a de l'incertitude sur le risque (par exemple, « comment détecter ? », « comment alerter ? ») soit parce qu'il y a des tensions entre les acteurs en lien avec leur rôle et activité (par exemple, l'aménagement de l'espace ou la fermeture d'infrastructure n'ont pas le même sens, si cela relève d'enjeux économiques pour l'un et d'enjeux de responsabilité pour l'autre). Une analyse comparative des débats entre les territoires a pu également être réalisée.

Tableau 2 : Exemple d'analyse thématique des échanges et des *post-it*.

Table 2: Example of a thematic analysis of discussions and *post-its*

Échange entre des participants de l'atelier	Catégories d'analyse thématique
Atelier 2 Chamonix sur la perception et gestion des risques :	Connaissance du permafrost
« Sur le permafrost de l'aiguille du midi on est sur du gros rocher, sur le <u>Montet</u> on est sur du petit rocher, ça peut se sentir, ce petit jeu-là, on en parle pas encore mais c'est le risque indirect et tout ce que ça va impacter par rapport au renouvellement des investissements, qu'est-ce qu'on fait si on doit fermer la remontée mécanique ? » (Responsable remontée mécanique)	Information Aménagement Surveillance
« Le monitoring de l'aiguille du midi, c'est vrai, notamment dans le cadre de la reconstruction de la gare... le RTM fait des appréciations de volumes et confirme qu'il n'y a pas de volume en mouvement susceptible d'atteindre le bas de la vallée... cet été les médias se sont excités sur le lac des Bossons, les touristes et habitués du coin l'ont vu naître en 2018, dont les scientifiques. Il y a des études et nous on communique sur le phénomène. » (Responsable sécurité Mairie)	

46 Les ateliers ont été réalisés dans les deux secteurs d'étude français : le Mont-Blanc et la Vanoise. Nous n'avons pas pu le faire en Valais et en Suisse à cause d'une disparité des acteurs sur le territoire, moins organisés et coordonnés du fait des dispositifs de prévention et de la géographie. En France, nous avons travaillé avec les maires pour organiser l'événement dans une salle des fêtes. À Chamonix (Mont-Blanc), nous avons eu 30 participants et à Bramans, Val-Cenis (Vanoise), environ 60 participants.

4. Résultats

47 Globalement, les résultats sur la perception des risques montrent que les personnes ont des difficultés à définir le permafrost et sa dégradation. Tous les interviewés prennent conscience de la gravité des risques à la suite de la présentation de la carte de localisation de celui-ci et des cas réels. On observe néanmoins des différences selon les acteurs. La perception de la gravité augmente davantage pour les citoyens que pour les autorités et les professionnels, qui sont déjà confrontés à ces risques dans leur activité et peuvent en avoir déjà connaissance. Elle est moindre pour le Mont-Blanc que pour celle de la Vanoise et le Valais avant la présentation des cas, puis toutes les vallées se rejoignent sur une même perception de la gravité après la présentation des cas. Le Mont-Blanc est pourtant fortement sensibilisé par l'information sur ces risques. La maîtrise des risques est jugée faible pour tout le monde, en raison de connaissances insuffisantes et du sentiment d'être démunis face au réchauffement climatique. Les besoins des acteurs ne sont pas les mêmes selon leur représentation des risques et leur activité, avec parfois des tensions entre eux. Par exemple, les autorités voudraient fermer certaines infrastructures, mais cela peut gêner l'activité touristique et économique des professionnels de la montagne. Ainsi, les propositions d'action de prévention diffèrent selon les acteurs.

4.1. Résultats des entretiens individuels : interroger la perception des risques en fonction des activités de chaque acteur dans son territoire

4.1.1. Une difficulté à définir le permafrost de montagne, mais une connaissance chez les professionnels ou les autorités chargées de la gestion des risques, et une expérience sensible chez tous et selon les territoires

48 L'analyse des résultats fait apparaître que les professionnels évoquent des manifestations de la dégradation du permafrost. Les guides de montagne parlent de localisations (ex., les Drus, la Tour Ronde) ou, par leur métier, de changements d'itinéraires à cause d'une augmentation de la fréquence des déstabilisations rocheuses. Selon eux, il y a toujours eu des éboulements et écroulements², mais ils sont plus fréquents avec le réchauffement climatique. Ils expriment donc des incertitudes sur ces éboulements/écroulement et indiquent les grandes courses qu'ils ne peuvent plus faire. Les écroulements laissent des traces très visibles. Ils en citent plusieurs marquants, dont la Meije, qui faisait partie des cas objectifs présentés ensuite. Ils parlent également de la modification du paysage, comme les rimayes³ qui deviennent plus larges avec le réchauffement climatique.

49 Les gardiens ont une bonne expérience des effets de la dégradation du permafrost, car ils vivent souvent en continuité avec elle dans leur refuge. Ils voient tomber des pans de montagne, ils ont peur des chutes de pierre, et des effets du réchauffement du permafrost sur l'infrastructure sont parfois ressentis : « *des moments où le refuge tremblait, ça faisait "gling gling" dans les verres... du permafrost avec les fondations qui sont en train de se décoller* » (gardien de refuge, Mont-Blanc). Quant aux secouristes de montagne, ils connaissent les grands événements passés (Cervin, Trident du Tacul, etc.) et ils entendent et voient les déstabilisations. Enfin, les remontées mécaniques sont

également touchées par les mouvements des sols, qui affectent les infrastructures, notamment les pylônes des remontées mécaniques. Les exploitants voient que cela concerne des installations qui ne sont pas forcément très hautes en altitude. Ils citent de grands événements comme la déstabilisation de la longrine de la télécabine de Bochar, qui est présentée ensuite dans les cas objectifs, ou des phénomènes de laves torrentielles. Lorsqu'ils font des forages, ils constatent qu'au lieu de la glace, ils trouvent parfois de l'eau, témoignant de la dégradation du permafrost comme conséquence du réchauffement climatique.

- 50 Les professionnels de la montagne sont capables de faire des liens entre les événements caniculaires et les éboulements/écroulements liés à la dégradation du permafrost. Mais ils posent des questions précises aux géosciences sur le lien avec le permafrost. Par exemple : « *Juste avant la gare de Modane, il y a un écroulement de la montagne, depuis quelques années, et qui s'amplifie. Est-ce que c'est le permafrost ou pas ?* » (agent d'office de tourisme, Vanoise) ; « *Est-ce que la neige tient grâce au permafrost ?* » (éleveur, Valais)
- 51 Enfin, selon les territoires, l'expérience de la dégradation du permafrost est différente. « *À Chamonix, c'est beaucoup plus visuel, ça se vit au quotidien* » (secouriste, Vanoise), « *Des choses qui sont entendues [en parlant des écroulements], qui sont connues des habitants de Chamonix* » (agent d'office de tourisme, Mont-Blanc). Dans la Vanoise, une route a été coupée pendant plusieurs jours à la suite d'une lave torrentielle ; cet événement ainsi que le récent éboulement au départ d'une randonnée, écrasant plusieurs voitures sur un parking, ont également marqué les habitants, les professionnels et les autorités. Régulièrement, il y a des alertes sur la route : « *Attention – Coulée de boue* ».
- 52 **Lors de l'autoconfrontation à des cartes de localisation du permafrost**, plusieurs interviewés demandent aux géosciences si elles sont accessibles, car ils les trouvent intéressantes pour se représenter un phénomène essentiellement invisible. Ce sont surtout les professionnels de la montagne qui évoquent leur expérience de l'environnement. Les guides ou les gardiens de refuge témoignent de leur connaissance de terrain : « *Tu vois ici, ça s'est effondré l'année dernière* » (guide, Valais), « *Au col de Labby (3 324 m), ça tombe tout le temps* » (gardien, Vanoise), « *Le plus marquant c'est cette année, c'est celui-là là-haut [il montre]. Heureusement qu'il est tombé la nuit [parce que c'est un chemin d'accès]* » (gardien, Valais). Les citoyens ont également vécu des événements, par exemple un éleveur qui, en voyant la carte, désigne l'endroit où est tombé l'énorme bloc de rocher à moins de 100 m de son étable. À la fois victime et observateur de son environnement, il évoque une récente chute de pierres : « *Y a tout qui bouge. Des fois, on rencontre des blocs, on se dit "ouh là", ça se détache. De toute façon tout ce qui est en haut, ça descend* » (éleveur, Vanoise). En voyant les cartes, les pratiquants de la montagne, jeunes ou âgés, ainsi que les habitants rencontrés parlent de leur expérience d'éboulement de la montagne : chute de pierres ou rupture de séracs, par exemple « *On entend boum et effectivement on voit de gros nuages de fumée* » (pratiquant, Mont-Blanc). Ils posent des questions aux géosciences sur le lien avec le réchauffement du permafrost. Ils pensent que c'est lié, mais sans pouvoir l'expliquer.
- 53 Les interviewés révèlent des connaissances plus implicites à la lecture de la carte : « *Faut faire vraiment attention parce qu'il y a tout qui bouge* » (guide, Valais). Les gardiens de refuge expriment, eux aussi, leurs expériences vécues : « *Que ce soit la nuit comme le jour, on va avoir des chutes de pierres incessantes... ouais, on entend tomber. À partir du 20 juillet jusqu'au 15 août, on entend toute la nuit des cailloux qui tombent* » (gardien, Mont-Blanc). Le paysage change pour eux, « *on a des sommets qui sont apparus* » (gardien,

Valais). Les secouristes en montagne peuvent aussi voir la transformation du paysage : « *Quand on survole l'arête qui va au mont Maudit côté italien, on voit bien qu'en fait, ça ne tient que par la glace. Alors c'est soit carrément le permafrost, soit le socle, en fait, qui fond* » (secouriste, Mont-Blanc) :

« Il y a deux-trois étés, j'ai été sidéré par le nombre de chutes de pierres que j'avais vues, notamment sur le secteur de Pralognan... Le mot est un peu fort mais c'était mitraillé d'impacts. C'est impressionnant. Il y en avait aussi à des altitudes moindres... Là, on était à des altitudes de 2 000 m... On le voit, ouais, quand même » (secouriste, Vanoise).

- 54 Il apparaît que ce sont surtout les déstabilisations rocheuses qui sont mentionnées par les interviewés, résultat que nous interprétons par la visibilité de l'événement mobilisant différents sens (vue, ouïe, voire proprioception). Quant aux autorités, elles s'appuient sur la connaissance des professionnels (informations données par les guides) ou les experts (notamment les retours des chercheurs en géosciences) quand elles parlent du permafrost en voyant les cartes. Elles peuvent avoir une expérience de chutes de pierres en tant que pratiquantes de la montagne ou quand des infrastructures sont touchées (remontées mécaniques, routes ou sentiers).
- 55 **Dans le cadre de la confrontation aux trois cas pour le Mont-Blanc**, comme nous l'avons indiqué précédemment, tous les acteurs connaissent les chutes de pierres, qui font partie de leur quotidien ou de leur environnement. Le Cas 2 de déstabilisation de la télécabine de Bochart est connu également, car il est localisé sur le territoire. Mais il est intéressant de noter les changements de représentation : « *Ça touche même les constructions solides* » (gardien, Mont-Blanc), « *C'est pas un truc auquel on s'attend en plein hiver* » (secouriste, Mont-Blanc). Le Cas 1 sur l'écroulement de la Meije invite à plus de méfiance de la montagne chez les pratiquants, et le Cas 2 leur rappelle l'empêchement de faire du ski à cause de la fermeture de cette partie du domaine skiable. Le Cas 2 est très connu des personnels des remontées mécaniques : « *C'est des trous qui sont vraiment très impressionnants... On sait que le glacier n'est plus là, donc on sait que c'est effondré en dessous* » (responsable sentier qui a antérieurement occupé un poste dans les remontées mécaniques, Mont-Blanc). En parlant du système de gestion de l'eau dans la station de ski, « *Mes réseaux d'eau qui montaient avaient tendance à se déboîter parce que tout le terrain clairement il bouge* » (*idem*). Le Cas 3 sert davantage à la connaissance et à l'anticipation de phénomènes en cascade qui pourraient arriver au Mont-Blanc : « *Nous, pour l'instant, on n'a pas ce type de phénomènes sur le territoire. Mais ce retour d'expérience est utile pour nous* » (représentant communal, Mont-Blanc).

4.1.2. L'évolution des pratiques professionnelles et personnelles

- 56 **Lors de la définition du permafrost**, les professionnels nous parlent déjà de leurs changements de pratiques liés à la dégradation du permafrost. Les guides nous disent préparer davantage leurs courses (plus d'information à prendre, le topo souvent caduc ne suffit plus), de ne plus faire certains itinéraires l'été (tendance à un changement de saisonnalité), et choisir leurs courses avec des clients connus. Les gardiens disent devoir s'adapter à la fragilité de l'infrastructure de leur refuge (faire la plomberie par exemple) et être exposés à de nouveaux risques tels que la déstabilisation. Ils sont aussi confrontés au changement de pratiques des alpinistes (changement de saisonnalité, avec du ski de randonnée en janvier au lieu de mars, des itinéraires neige-glace-mixtes impraticables l'été ou difficiles d'accès, une baisse de fréquentation en contexte de

canicule, et un autre type de population qui monte en refuge pour se rafraîchir). Les sauveteurs ne sont pas confiants quand ils doivent accéder à certaines montagnes, notamment en été. Les chutes de pierre à proximité de l'hélicoptère ou sur eux font partie des risques qu'ils attribuent plus au réchauffement climatique en général qu'à la dégradation du permafrost. Le type de secours change avec la modification des pratiques d'alpinisme. Les conséquences des accidents sont souvent plus graves (chute en fond de crevasses par exemple). Ils sont confrontés à des gens qui n'ont pas le niveau technique et/ou physique, et qui viennent pour le sommet emblématique du mont Blanc (4 808 m) sans connaissance des dangers. Ils citent tous les consignes sécuritaires données par le chercheur Ludovic Ravel, spécialiste en géosciences, reconnu pour son expertise sur ce secteur géographique et diffusant régulièrement ses travaux de recherche.

- 57 Les remontées mécaniques sont confrontées à une fréquentation moins conséquente des guides et de leurs clients l'été. Leurs activités se décalent aussi dans l'année, ce qui les amène à avoir une offre plus soutenue au printemps et en continu en hiver et début d'été. La géométrie des pistes est également impactée, du fait de la sensibilité aux mouvements de terrain dont certains sont liés au permafrost. Les offices de tourisme se disent fortement impactées (par exemple, des voies traditionnelles d'alpinisme fermées et des touristes non conscients des risques). Ils disent tous devoir s'adapter et « *serrer les dents* » (offices de tourisme en Vanoise et en Valais), évoquant la peur de l'accident et leurs responsabilités. L'impact économique de la dégradation du permafrost n'est pas négligeable. Il est évoqué par tous les professionnels de la montagne : investissement pour pérenniser les installations pour les remontées mécaniques, baisse de la fréquentation dans les refuges liée aux risques d'éboulements/écroulements et aux fortes chaleurs, changement de saisonnalité de l'activité touristique. La présentation des impacts économiques des cas présentés est reprise par les interviewés (Cas 1 par exemple : « *250 000 € de chiffre d'affaires perdu, ça c'est intéressant, je trouve, de voir l'impact économique de toute la vallée derrière* », gardien, Mont-Blanc).
- 58 **Après la présentation des cas**, ces aspects économiques sont encore plus évoqués par ces professionnels inquiets de l'avenir : « *L'impact, c'est de ne plus avoir de travail. Si les pylônes des installations hivernales tombent, si d'un coup, il y a toute la montagne qui s'écroule, il n'y a plus de refuges ou je n'ai plus d'eau* » (gardien de refuge, Valais). « *Il y a un impact économique qui se fait déjà ressentir* » (personnel d'office de tourisme, Mont-Blanc). Ces professionnels sont amenés à reconsidérer leur modèle économique, principalement estival : pratique de haute montagne dans des périodes fraîches et peu dangereuses, de moyenne montagne ou en vallée lors de canicules. La présentation des cas amène aussi les interviewés à parler de leurs changements de pratiques. Pour le Cas 1 – éboulement d'un itinéraire fréquenté de la Meije – :
- « Il faut complètement changer nos pratiques. Moi je me dis qu'à un moment donné, faut plus faire, parce que j'ai pas envie de prendre de risque du tout. Donc il y a des gens qui préfèrent continuer à faire ce qu'ils font en se disant "non mais on verra quand on pourra plus", mais là je trouve que l'enjeu est trop important. Ne pas aller s'exposer dans ce milieu mais ça va prendre du temps parce qu'on est habitué à aller là-haut » (guide, Mont-Blanc).
- 59 L'expérience des Refuges Sentinelles⁴ est abordée comme une façon de faire de la prévention et de trouver de nouveaux itinéraires. Les pratiques d'alpinisme sont amenées à évoluer pour les professionnels, les secours, et les pratiquants eux-mêmes.

60 Les autorités quant à elles doivent revoir les ouvrages de protection et l'aménagement des sentiers, et faire preuve d'autorité via des arrêtés préfectoraux interdisant certains accès dans des zones jugées dangereuses ; c'est un point de tension avec la population, les touristes et les professionnels. Des campagnes de sondages plus profonds sont par ailleurs réalisées pour implanter de nouvelles remontées mécaniques. Enfin, les habitants ou pratiquants de la montagne changent également leurs pratiques : davantage de ski de randonnée et moins d'utilisation des remontées mécaniques, renoncement d'itinéraires pour éviter des risques et besoin de sortir de leurs habitudes.

4.1.3. Prise de conscience du risque avec la confrontation à la carte de localisation du permafrost et aux cas réels liés à sa dégradation

61 La confrontation à des cartes de localisation et à des cas réels récents, que nous considérons comme des objets intermédiaires, dont les impacts sont en ordre croissant (cf. section 3, Objectifs et méthodologie), montre des résultats intéressants. D'abord, quantitativement, même si le nombre de répondants est limité, il apparaît que cette confrontation amène à une prise de conscience de la gravité des risques de dégradation du permafrost. Nous avons considéré que la gravité du risque de dégradation du permafrost était élevée quand la personne le classait parmi les quatre premiers risques sur une liste de huit types de risques naturels (inondation, feu de forêt, séisme, avalanche, etc.). Sur 39 personnes au total⁵ qui ont rempli systématiquement la grille d'évaluation de la gravité et de la maîtrise des risques naturels, il apparaît que la gravité du risque de dégradation du permafrost augmente avec la présentation de la carte et des trois cas sur le permafrost. En effet, avant présentation de ces objets intermédiaires, 16 personnes perçoivent la gravité du risque de permafrost comme peu élevée et 3 personnes comme élevée, alors qu'après présentation, 5 personnes la considèrent comme peu élevée et 34 comme élevée. Ceci témoigne d'une prise de conscience du risque de la gravité grâce aux connaissances, et d'un lien assez évident entre changement de représentation et information.

62 De plus, une analyse par types d'acteurs fait apparaître une perception de la gravité des risques associés à la dégradation du permafrost plus élevée chez les citoyens (7/11) et les professionnels (11/16) que les autorités (5/12), avant présentation des objets intermédiaires. Cette perception de la gravité élevée augmente pour les citoyens (11/11), les professionnels (14/16) et les autorités (9/12), après présentation. Concernant les territoires, les participants de la vallée du Mont-Blanc ont une estimation moins élevée des risques liés au permafrost que les autres vallées, avant présentation des objets intermédiaires. En effet, 7 personnes sur 13 considèrent la gravité peu élevée, contre 5/13 en Valais et 4/12 en Vanoise. Tandis qu'après présentation, la différence entre territoires semble moins marquée (la gravité est jugée peu élevée pour 2 personnes sur 13 au Mont-Blanc, 3/13 en Valais, 0/12 en Vanoise). Tous les territoires ont une perception de la gravité du risque de permafrost à la suite de la confrontation aux objets intermédiaires, fournissant des connaissances sur ce risque.

63 À propos de la maîtrise des risques, nous avons considéré pour le risque du permafrost une maîtrise peu élevée quand la personne disait que les mesures pour maîtriser ce risque étaient inexistantes ou faibles, versus élevée quand la personne évaluait ces mesures moyennes ou fortes. Globalement, il n'y a aucun changement sur l'évaluation de la maîtrise du risque de dégradation du permafrost avec la présentation de la carte

et des cas. Il n'y a pas de différence non plus entre les acteurs, mais il apparaît une perception d'une moindre maîtrise en Vanoise : toutes les personnes en Vanoise (12/12) estiment avoir une maîtrise du risque peu élevée, avant et après la présentation des objets intermédiaires, tandis qu'elles sont 11/13 au Mont-Blanc et 9/13 en Valais, avant et après présentation.

- 64 Nous pouvons interpréter ces résultats quantitatifs par l'activité réalisée par les personnes interviewées, ainsi que par leur contexte professionnel ou de vie. Les professionnels de la montagne et les autorités ont une perception différente des risques du permafrost, du fait de leurs connaissances de terrain et de leur métier, et ils sont amenés à s'adapter aux conséquences. Globalement, les personnes ont du mal à percevoir la maîtrise de ce risque, par manque de connaissances actualisées, et elles ont des difficultés à se représenter les moyens de prévention/protection. Le résultat sur le Mont-Blanc pouvait être étonnant compte tenu d'une exposition au risque (éboulements et écroulements fréquents) connue des acteurs et fortement médiatisée au travers de nombreux articles, communiqués de presse et conférences sur le sujet. Cela pourrait s'interpréter par un déni du risque dans cette région dont l'activité économique liée au tourisme est importante. Le changement de perception, après présentation des objets intermédiaires, pour cette région, confirme que la confrontation à l'information est importante et que les cas réels choisis avec les spécialistes en géosciences apparaissent pertinents. En Vanoise, la faible évaluation de la maîtrise du risque peut s'expliquer par des moyens de protection moins développés que dans les autres vallées (capteurs de surveillance, ouvrages de protection, etc.) et par la récurrence d'un événement lié au permafrost.
- 65 L'analyse qualitative fait apparaître les points d'étonnement, les questionnements et les changements de représentation que les personnes mettent en lien avec leur activité, surtout les professionnels de la montagne. À la confrontation avec les cartes de localisation, les personnes se sont montrées surprises par l'altitude, en Vanoise et au Mont-Blanc : « *en fait, ça descend beaucoup plus bas que ce que je pouvais penser* » (pratiquant âgé Mont-Blanc). Elles comprennent que la glace retient les terrains. En Valais, « *je suis plutôt bien surpris, on va dire c'est quand même assez haut* » (office du tourisme, Valais), évoquant le réchauffement climatique et la dégradation de la cryosphère, ou au Mont-Blanc, « *le permafrost, il est en train de remonter* » (office de tourisme Mont-Blanc). La distribution du permafrost et des conséquences de sa dégradation est également évoquée par un très grand nombre d'interviewés : « *c'est très étendu* » (guide, Valais), « *je pensais pas qu'il y avait autant de zones impactées* » (remontées mécaniques, Mont-Blanc), « *je pensais pas que c'était aussi répandu* » (office du tourisme Vanoise), « *ça concerne l'ensemble du massif clairement, toutes les orientations* » (gardien de refuge, Mont-Blanc). Tout comme les caractéristiques du permafrost « *aux abords rocheux* » (guide, Vanoise), « *forcément pas là où il y a du glacier* » (guide, Valais), « *c'est justement ces glaciers sous moraines* » (gardien de refuge, Valais).
- 66 Les personnes sont surprises à propos d'endroits qu'elles fréquentent : « *Au Fiz, je vois des petits carrés bleus assez foncés qui me surprennent, ça doit être la tête de Colonney* » (remontées mécaniques, Mont-Blanc). « *Le Buet, je pensais qu'au niveau du permafrost, il était très limité* » (responsable de la protection de la population, Mont-Blanc). Elles se posent des questions, par exemple : « *Ces passages qui sont en bleu, un poil plus stable, est-ce que c'est des faces nord ?* » (gardien de refuge, Mont-Blanc).

- 67 Plusieurs personnes ont dit qu'elles n'avaient pas connaissance de ces cartes. Quelques représentants des autorités en remettent en cause la justesse ou l'exactitude « *elles sont fausses ces cartes* » (service protection, Valais), ou « *ce n'est pas tout à fait juste* » (service protection, Valais), témoignant ainsi pour certains de stratégies défensives face aux risques, et pour d'autres que les cartes ne représentent pas leurs expertises de terrain (où les sondages donnent d'autres approximations). Certains évoquent que « *c'est pire chez nos voisins* » (responsable sentier, Mont-Blanc) d'autres vallées, ou ils critiquent la représentation graphique : « *Ce serait plus facile d'interpréter si au moins il y avait rive droite et rive gauche* » (responsable sentiers, Valais).
- 68 La présentation des cartes suscite des questions et des changements possibles de pratiques pour les professionnels de la montagne : « *À la Pyramide, il y a un énorme truc qui est tombé, je suis étonnée qu'il n'y ait pas de rouge dans cette région* » (guide, Mont-Blanc) ; « *Il y a du permafrost aussi dans les Aiguilles Rouges, etc. maintenant je ferai plus gaffe* » (gardien de refuge,) ; « *Je suis étonné d'en voir encore derrière le refuge, je pensais qu'il n'y en avait plus depuis longtemps* (gardien de refuge, Mont-Blanc) » ; « *J'avais prévu d'aller vers l'Aiguille du Chardonnet, mais c'est un peu rouge là-bas, ça me motive moyen* » (guide, Mont-Blanc).
- 69 Lorsqu'on demande pour quelles raisons, entre avant et après présentation de la carte et des cas, elles ont revu à la hausse leur évaluation de la gravité de la dégradation du permafrost, les personnes font davantage le lien entre dégradation du permafrost et d'autres risques naturels : éboulements/écroulements rocheux, glissements de terrain et inondations. Certaines la placent en tête de la gravité, comme un élément déclencheur des autres aléas. Par exemple, « *Si le permafrost est bon, il y aura moins de feux de forêt, moins de glissements de terrain, moins de tout ça* » (guide, Mont-Blanc), « *Au final, l'un entraîne l'autre* » (secouriste, Mont-Blanc), « *Il est lié à tout, il peut créer tous les événements possibles* » (pratiquant, Mont-Blanc). Qu'ils soient habitants, maires ou responsables d'office de tourisme, tous les acteurs font le lien entre le permafrost et les autres risques, à l'issue de la présentation des cas. Ils évoquent leur découverte des phénomènes en cascade : « *Je voyais plus ça [le risque pour la population] en haut de la montagne, ça se casse la figure là-haut. Maintenant, je réévalue parce qu'effectivement il y a des systèmes d'alerte qui existent et qui sont mis en place pour alerter la population* » (agent des routes, Mont-Blanc). Ils prennent conscience de l'impact sur les habitants vivant dans les vallées. Ils lient les phénomènes en cascade avec le réchauffement climatique, en réévaluant la dégradation du permafrost de façon plus élevée sur l'échelle des risques. Ils apprennent des caractéristiques problématiques du permafrost (ex. : impacts, altitudes, etc.).

4.1.4. La peur et la crainte face au risque de dégradation du permafrost

- 70 La présentation du Cas 3 sur le phénomène en cascade amène à s'interroger sur le rapport aux risques avec de faibles connaissances, aux difficultés de prévenir mais aussi à la peur des risques : « *ça fait flipper* » (gardien de refuge, Mont-Blanc), « *je ne veux pas vivre avec ça* » (secouriste, Mont-Blanc), « *c'est quelque chose qui effraie* » (protection population, Mont-Blanc). Ceci crée plus de « *méfiance par rapport à cette montagne* » (secouriste, Vanoise).
- 71 Pour les pratiquants de la haute montagne, le Cas 1 crée de l'émotion : « *des pans de montagne, des voies qui disparaissent, ça m'émeut un peu* » (pratiquant, Vanoise),

« c'est le côté aléatoire qui me fait le plus peur » (pratiquant, Mont-Blanc). Les interviewés évoquent le risque de disparition du métier de guide de haute montagne à cause de la déstabilisation trop généralisée des parois de montagne. Le lien est également fait avec les habitations : « Moi, j'habite à 2 500 m, donc si demain je dois évacuer ma maison... Donc c'est un point de vigilance, pour ne pas dire une menace. Le permafrost, ça ne fait pas rêver » (office du tourisme, Vanoise).

- 72 Le Cas 2 sur la déstabilisation du pylône de télécabine suscite également de la peur. L'incompréhension par le grand public est reliée à une absence de connaissance. Quand les personnes connaissent le Cas 2, la population locale ou des clients des professionnels, elles ont des demandes de vigilance sur l'infrastructure. La peur est de se dire « ah ouais en fait ça peut se casser la gueule » (personnel de protection de la population, Mont-Blanc). Les risques d'instabilité de l'infrastructure sont évoqués par les gardiens de refuge : « vraiment ça me fait peur » (gardien de refuge, Mont-Blanc).

4.1.5 Le réchauffement climatique, une préoccupation plus large

- 73 Dans le guide d'entretien, nous avons prévu une question, à la fin, sur la sensibilité au réchauffement climatique. Plusieurs personnes interviewées en ont parlé bien avant, au cours de l'entretien. En effet, elles font fortement le lien entre dégradation du permafrost et réchauffement climatique. Elles retiennent dans la définition du permafrost qu'il ne doit pas dégeler au moins pendant deux ans, sinon il disparaît ; elles ont conscience des effets des canicules sur celui-ci.
- 74 Elles sont nombreuses à évoquer l'impossibilité de freiner ce réchauffement, et à se sentir globalement démunies, sauf à ralentir l'activité humaine pouvant avoir un impact sur l'environnement : moins consommer, moins se déplacer, avoir des vies plus simples, changer les gestes du quotidien. Réduire l'empreinte carbone passera par des changements de mode de vie. Il est intéressant de noter que les questions posées sur le réchauffement climatique, par cette étude sur le permafrost, amènent les personnes interviewées à parler d'actions assez larges : la commission durable d'une collectivité, l'usage du biogaz en agriculture, etc. Les discours portent sur la responsabilité individuelle versus l'intervention autoritaire de l'État : arrêter de réchauffer la planète, relocaliser les usines, changer de mode de consommation et d'énergie, réduire les constructions, etc. « Chaque individu peut avoir son action » (remontée mécanique, Vanoise), par exemple moins voyager en avion, réduire ses déplacements ou covoiturer, avoir une consommation plus sobre. Toutefois, des actions plus collectives sont attendues en lien avec la gestion des risques liés au permafrost, avec des interrogations sur leur niveau d'efficacité. Par exemple, faut-il interdire certains accès à la montagne ? Faut-il réduire la circulation des voitures ?

4.1.6. Les propositions d'actions de prévention des risques liés à la dégradation du permafrost

- 75 Les interviewés ont fait plusieurs propositions d'actions de prévention (226 au total), que nous avons analysées selon le type d'acteurs (Figure 3) et selon les secteurs géographiques (Figure 4). Nous avons catégorisé les actions de prévention (information, signalisation, surveillance, aménagement, réglementation, mode de vie) – cf. section 3, Méthodologie –, en réponse à la question « quelles sont les actions à mettre en œuvre

selon vous ? ». Cette question était posée deux fois, avant et après présentation des objets intermédiaires.

Figure 3 : Répartition des propositions d'actions de prévention selon le type d'acteurs.
 Figure 3: Frequencies of prevention proposals by type of stakeholders

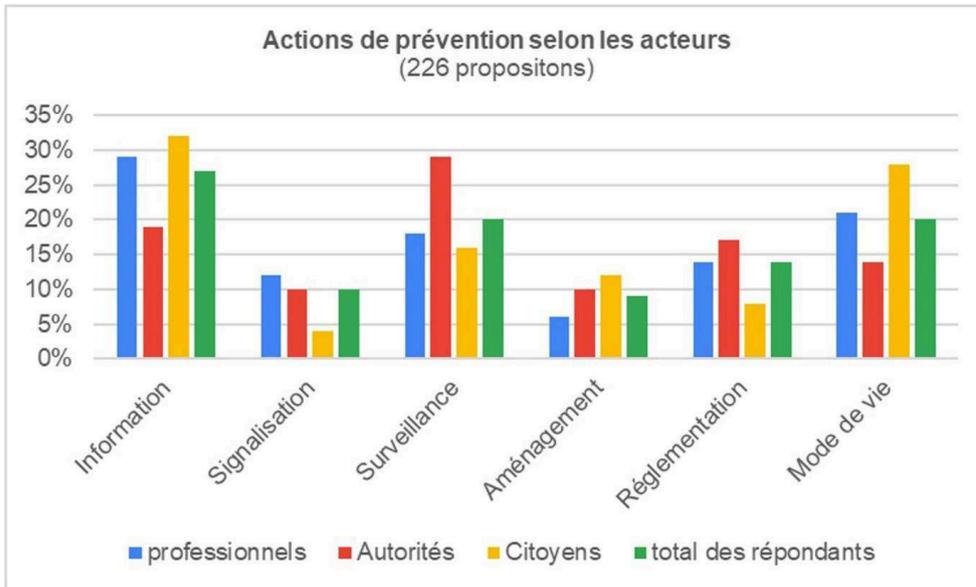
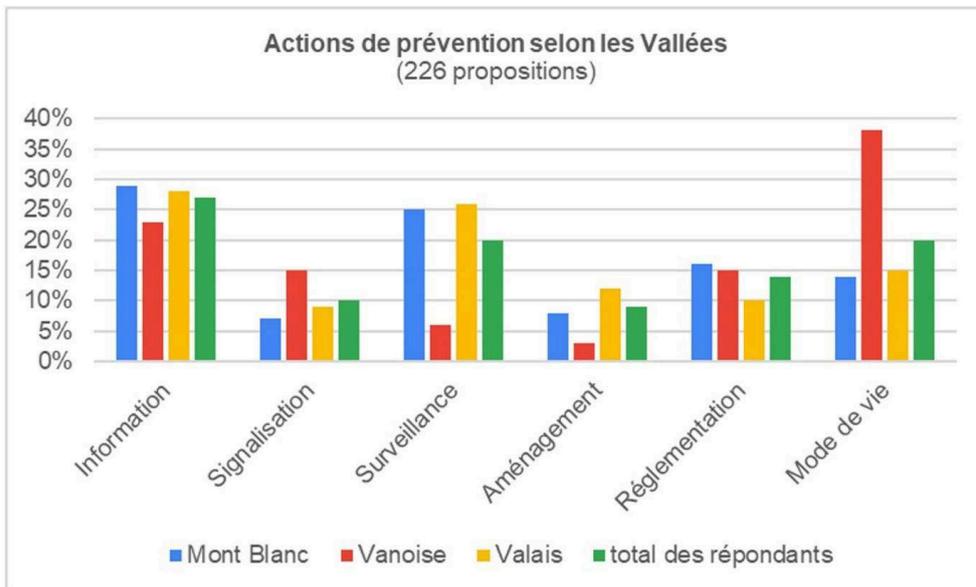


Figure 4 : Répartition des propositions d'action de prévention selon les vallées enquêtées.
 Figure 4: Frequencies of prevention proposals by type of territory



76 Il apparaît que les actions de prévention attendues par les citoyens se situent principalement dans l'information et le changement de mode de vie et un peu moins dans la signalisation et la réglementation, si l'on compare leurs réponses par rapport au total des répondants. Pour les professionnels, elles concernent surtout l'information et le mode de vie et un peu moins l'aménagement, tandis que pour les autorités elles sont surtout sur la surveillance, un peu plus sur la réglementation et moins sur l'information et le mode de vie par rapport au total des répondants. Ces résultats sont à

interpréter selon l'activité de chaque acteur. Les autorités doivent assurer la protection de la population, des sentiers et des routes, et mettre en œuvre les plans de prévention des risques. Ainsi, la surveillance leur est utile pour mettre en œuvre des actions, tout comme une réglementation adaptée aux besoins et à leurs responsabilités. La signalisation serait en revanche utile pour aider les guides dans leur activité de préparation de la course, sans trop les contraindre par des arrêtés municipaux qui pourraient nuire à leur activité économique. L'information davantage attendue par les citoyens s'explique par une moindre connaissance des risques liés au permafrost. Cette information est à relier avec leur mode de vie, tout comme les professionnels, soucieux de préserver leur cadre de travail et de vie.

- 77 Selon les vallées, on observe également des différences par rapport à l'ensemble des répondants. La surveillance et les aménagements sont plus attendus en Valais, qui est plus avancé que la France sur les aspects réglementaires et de signalisation. Le Mont-Blanc et le Valais se rejoignent sur plus de propositions d'action de prévention sur la surveillance et l'information que la Vanoise. On pourrait expliquer ce résultat par le fait que ces vallées sont exposées depuis longtemps avec une visibilité sur les éboulements et écroulements ; par ailleurs, une relation entre les autorités et les chercheurs en géosciences est déjà bien établie. C'est moins le cas pour la Vanoise, qui fait moins l'objet d'études et qui est plus en attente de signalisation et de changements de mode de vie. Le manque d'infrastructures et de dispositifs de surveillance pourrait expliquer le besoin d'une gestion plus large du phénomène de réchauffement climatique et d'une signalisation qui pourrait au moins permettre la protection des sentiers et des routes. On constate que, quelle que soit la vallée, le besoin d'information est important pour tout le monde.
- 78 Ces résultats ont montré que les expositions au risque et les manières de s'en prémunir sont hétérogènes selon l'activité de l'acteur et son territoire, et qu'il paraissait important de débattre de ces connaissances et expériences lors de l'atelier démocratique. Il peut exister des champs de tension sur les enjeux du permafrost, du point de vue de l'activité de chacun. Les besoins sont à la fois techniques, d'organisation, de communication, parfois symboliques et sociétaux. La première étape (entretien) prépare la deuxième (atelier), car les personnes demandent de pouvoir échanger sur le sujet et leurs éventuelles différences de points de vue :

« Et puis [il faudrait] vraiment faire des lieux de concertation, de discussions avec l'ensemble des acteurs de la haute montagne. Que ce soient les moniteurs de ski, les guides, les remontées mécaniques, les gardiens de refuge, pour être informés quasiment au jour le jour de ce qu'il se passe sur les terrains qui nous concernent. Et aussi pour prévoir ce qui pourrait arriver. Alors prévoir l'événement, c'est un peu compliqué mais... se dire "une fois l'événement passé, comment on fait pour changer nos pratiques avant que l'événement arrive ?", de manière à ce que l'événement ait moins d'impacts financiers, moins d'impacts humains, évidemment, moins d'impacts de manière générale » (gardien de refuge, Mont-Blanc).

4.2. Un atelier démocratique permettant de discuter les points de vue

- 79 Les discussions sur la définition du permafrost ont surtout porté sur l'information disponible, avec un consensus autour du besoin de comprendre les phénomènes de dégradation, et promouvoir une éducation générale (programmes scolaires, formation des professionnels de la montagne, sensibilisation de la population). La distinction

entre « glacier » et « permafrost » et, par extension, la distinction entre fonte des glaciers et dégel du permafrost semblent importantes pour les acteurs afin de mieux comprendre. La caractérisation des risques liés à la dégradation du permafrost renvoie à des questionnements sur la diversité des événements possiblement générés par ces risques : « coulées de boue » ; « éboulements » ; « avalanches rocheuses » ; « poches d'eau ». Un second questionnement porte sur le lien entre les événements observés et la dégradation du permafrost. Plusieurs ont une connaissance d'événements, par leur expérience de la pratique de la montagne, mais ne savent pas qualifier s'il s'agit bien d'une dégradation du permafrost. Ils expriment un besoin de comprendre pour pouvoir agir (changer de pratique, de mode de vie, etc.).

- 80 Le public cible de l'information pourrait être varié : par exemple, les besoins en information des gestionnaires de remontées mécaniques sont différents de ceux des guides. Le but de l'information est d'autonomiser et de responsabiliser la population par rapport à sa pratique de la montagne et à son mode de vie. Il faudrait deux niveaux d'information : 1) la prévention, la sensibilisation, 2) l'intervention en cas de risque imminent. Cependant, sur ce point de l'information, tout le monde n'est pas d'accord : les citoyens voudraient plus d'information, mais les autorités ou les professionnels de la montagne ne veulent pas trop en donner par peur de perdre du tourisme, de l'économie ou pour des questions de responsabilité.
- 81 Les échanges sur la perception des risques liés à la dégradation du permafrost, leur gravité et leur maîtrise rejoignent ce thème de l'information, mais davantage sur les besoins de partager des informations. Par exemple, les retours d'expérience sur des événements survenus, faits par les professionnels de la montagne, pourraient être diffusés aux pratiquants. La difficulté pour les autorités est de contrôler l'information sur les réseaux sociaux. En effet, la question de la responsabilité se pose par rapport aux informations transmises. Plusieurs suggestions d'outils et de supports de communication ont été discutées entre les participants, comme créer un « bulletin permafrost » à l'image du bulletin avalanche pour faire des prévisions, l'utilisation d'un groupe WhatsApp pour échanger sur des déstabilisations rocheuses comme retour d'expérience du terrain, etc. Les besoins diffèrent selon les acteurs, mais il y a des attentes fortes envers les scientifiques et les autorités pour une clarification des indicateurs, et un système de description standardisé qui permettrait d'évaluer les risques localement.
- 82 Cette question des supports de gestion de l'information ne se pose pas de la même façon selon les territoires, si l'on compare les deux ateliers. Au Mont-Blanc, la perception de la gravité de la dégradation du permafrost est bien présente chez tous les participants (les habitants « *ont ça en tête tout le temps* »), mais demeure encore floue, entourée de beaucoup d'incertitudes, par manque de données objectives : « *objectivement, on ne voit pas ce qui se passe en profondeur* » (autorité et expert). En Vanoise, la prise de conscience quant aux risques liés à la dégradation du permafrost s'est clairement matérialisée en 2015, lors d'une coulée de boue qui a affecté Lanslevillard, et n'a fait que s'accroître depuis. Toutefois, cette prise de conscience reste inégale au sein des différentes catégories d'acteurs, et tout le monde s'accorde à dire qu'elle est globalement encore très faible dans la population non permanente ou touristique. Les offices du tourisme et les maires ne souhaitent pas trop favoriser le développement d'outils de partage de données avec les touristes et ne veulent pas trop

alerter sur les risques. Les professionnels et habitants, quant à eux, sont plus favorables à former les touristes à leur environnement.

- 83 Tous les pratiquants de la montagne (professionnels et amateurs) sont d'accord, dans l'ensemble, pour dire qu'avec leur expérience, ils constatent une augmentation de l'intensité et de la fréquence des risques, qui parfois et par endroits dépasse leur seuil d'acceptabilité et conduit à une adaptation des activités, avec de nouvelles orientations (changements d'itinéraires, mais aussi – plus radicalement – changement de pratiques, changements saisonniers, et abandon de certains buts des courses). Chez les guides, il y a une forme de consensus sur certains itinéraires où il ne faut plus aller, ou au moins à certaines périodes de l'année (à partir de mi-juillet). La question de la temporalité préoccupe non seulement à court terme (« *on voit déjà des effets directs et indirects* », guide), mais aussi à moyen et long termes (20, 50, 100 ans), sur les conséquences pour les générations futures (agents protection sentier et route).
- 84 Les discussions sur les actions de prévention ont fait le lien entre information, surveillance et aménagement : « *Pour pouvoir informer, il faut surveiller et la surveillance permettra d'aménager les sentiers, les refuges, les pylônes, etc.* » (autorité, gardien de refuge, remontée mécanique). Les actions sur la réglementation ont fait l'objet de plus de débats entre les participants. Dans le Mont-Blanc, les participants ont surtout discuté de l'importance de l'information, avec le besoin préalable de faire de la surveillance et, à plus long terme, de changer les modes de vie. Les aménagements sont importants pour certains acteurs (les gardiens de refuge et les gestionnaires de remontées mécaniques). Mais la réglementation ne ressort pas comme une priorité des échanges pour tous : « *La montagne est un espace naturel et ouvert, elle ne doit pas être limitée et il n'est pas souhaitable de toucher à la liberté* » (guide, pratiquant). Pourtant, la cartographie du risque pourrait aider à la décision (secours). Des initiatives dans ce sens n'ont pas abouti et ne sont pas vraiment souhaitées par les autorités.
- 85 En Vanoise, l'envie de partager de l'information, de sensibiliser la population apparaît importante, notamment avec des cartographies. Chacun pourrait récolter de l'information en lien avec son activité, qui donne lieu à des moments et des espaces d'observation différents (secouristes, guides, bergers, pratiquants de la montagne, etc.). La question de qui rassemble, interprète, modère l'information est posée. La cartographie pourrait avoir deux visées : l'une réglementaire pour interdire des accès, l'autre informative pour soutenir les changements de pratique. Les cartes de risques sont unanimement jugées utiles ; elles aideront à l'aménagement, la signalisation et la réglementation.
- 86 On voit ici des débats, entre les acteurs, différents selon les territoires, notamment l'accès à la cartographie, la récolte de données d'observation et l'aménagement des sentiers. Ils peuvent s'interpréter par des réalités différentes de contexte (économique, touristique, image de marque, etc.), mais aussi par des relations d'acteurs fondées sur une histoire, des liens de pouvoir et des réseaux formels et informels correspondant aux enjeux de chacun (Weissbrodt *et al.*, 2023).
- 87 Nous retiendrons de ces ateliers démocratiques que la concertation est à organiser au niveau d'un territoire, dont les réalités de relations entre les acteurs peuvent être différentes, ainsi que l'exposition et la gestion des risques. Il est intéressant de noter que tous les participants, quel que soit le territoire, ont évoqué une prise de conscience de l'importance du risque. Certains ont pu non seulement découvrir un autre acteur et sa réalité (par exemple, le berger exprime les potentiels avantages en termes

d'alimentation en eau du réchauffement du permafrost, non connu des autres acteurs). Mais surtout chacun a pu s'exprimer sur les risques liés à l'évolution du permafrost en lien avec sa propre activité. Par exemple, une gardienne de refuge a pu exprimer son besoin de réglementation, dans un groupe où il y avait essentiellement des pratiquants souhaitant plus d'information :

« Je ne veux pas dire par là qu'il serait bienvenu de grillager la montagne. Mais ne serait-il pas pertinent de surveiller l'évolution sur les infrastructures existantes [entretenir le bâti actuel], se centrer principalement là-dessus, quitte à "interdire" des nouvelles constructions dans les "zones à risque" ? » (gardienne de refuge, Mont-Blanc)

- 88 Il apparaît également pour plusieurs participants que les modes de vie pourront changer quand la population sera informée sur les risques et que des décisions d'aménagement (et donc de réglementation) seront visibles pour le public.
- 89 Pour l'instant, les contenus discutés dans les ateliers sont l'information, la formation, la sensibilisation et la surveillance, sujets probablement moins polémiques. Cependant, des besoins spécifiques sur les territoires apparaissent : notamment davantage de demandes de surveillance et d'aménagements au Mont-Blanc, et de cartes de localisation et de réglementation en Vanoise. Les ateliers permettent, entre autres, l'engagement des différents acteurs dans de nouveaux projets de recherche et des demandes de publication/valorisation auprès du grand public et des médias (par exemple, magazine *Montagnes*, émission dans une radio locale).
- 90 Le nombre de téléchargements des documents à l'issue des ateliers démocratiques a montré une véritable appropriation de cette recherche RISKFROST par les acteurs de terrain : 45 téléchargements à Chamonix dont 24 téléchargements du diaporama de présentation et 21 téléchargements du compte-rendu des ateliers ; 132 téléchargements à Bramans-Val-Cenis dont 73 téléchargements du diaporama et 59 téléchargements des notes d'atelier. Ceci témoigne d'un vrai succès, plus large que les participants aux ateliers, et surtout d'un besoin des acteurs d'avancer et de s'informer. Le projet a eu déjà plusieurs retombées, dans lesquels nous sommes partenaires de recherche : un projet européen ALCOTRA pour le Mont-Blanc et le Valais sur la communication et la perception des risques ; un financement des remontées mécaniques de la Vanoise, ainsi qu'un financement du Parc national de la Vanoise et EDYTEM pour un livret-guide sur les glaciers rocheux de Haute-Maurienne ; et enfin un projet FNADT sur le massif des Écrins, soutenu par le ministère de l'Écologie et consacré à la collecte de données citoyennes sur les risques glaciaires et périglaciaires (permafrost).

Discussion/Conclusion

- 91 Cet article avait pour visée de présenter une méthodologie à mettre en œuvre en ergonomie pour aider les acteurs à prendre conscience du risque de dégradation du permafrost de montagne et organiser un débat sur ce risque entre les acteurs du territoire, pour échanger les points de vue sur les connaissances, voire les tensions et les actions de prévention. Notre originalité réside dans le fait de s'appuyer sur l'activité, les pratiques et le rôle de chacun pour discuter des points de vue. À ce stade, il ne s'agit pas de trouver un consensus sur le développement durable, ni de co-concevoir des solutions. Cette perspective s'inscrit dans le prolongement de la notion de « communauté de recherche élargie » proposée par Oddone (1984). Notre dispositif

pluridisciplinaire en ergonomie et en géosciences a l'intérêt d'analyser ensemble les risques perçus subjectivement et les connaissances actuelles. Il nous a permis de construire des objets intermédiaires de prise de conscience du risque et d'organiser une discussion entre des acteurs hétérogènes. Cette discussion a pu susciter de l'intercompréhension entre des mondes différents et, parfois, des demandes. Rappelons que notre méthodologie repose sur deux étapes : la première étape, individuelle, de confrontation à des données objectives sur des cartes et des cas réels permet un premier niveau d'activité réflexive et une prise de conscience du risque en lien avec son activité. L'analyse des résultats par analyse thématique nous a permis de faire une restitution et d'animer des questions lors des ateliers démocratiques de la deuxième étape. Le dialogue entre des acteurs hétérogènes à l'occasion de ces ateliers vise une activité réflexive collective, où la personne n'est plus seule avec sa prise de conscience des risques, mais a le pouvoir de l'exprimer à d'autres, afin de partager sur des besoins des acteurs d'un territoire, à propos de la gestion d'un risque émergent. Face à l'incertitude, il est préférable d'agir et ne pas attendre une production stable des connaissances, les représentations se transformant avec l'action (Daniellou, 1992).

- 92 La méthodologie proposée se situe dans la continuité du cadre épistémologique et pratique de l'intervention ergonomique (Guérin *et al.*, 2021). Si la limite de notre étude est celle de n'avoir pas fait d'analyse de l'activité avec des observations suivies d'entretiens, notre approche du risque n'est pas celle uniquement de la perception, au sens subjectif et psychologique ; il s'agit bien de construire un dispositif réflexif itératif, amenant à des prises de conscience individuelles du risque, et à la discussion dans des espaces de débats proposés par les ateliers démocratiques. Les raisons qui nous ont amenés à faire des « mises en situation en lien avec l'activité » sont 1) la difficulté d'être à la fois dans du macro et du micro dans une recherche-action sur le réchauffement climatique, 2) la difficulté d'analyser les activités d'un grand nombre d'actions en amont d'une crise liée à la dégradation du permafrost (éboulements/écroulements, déstabilisations d'infrastructure, laves torrentielles, phénomènes en cascade), et 3) la difficulté d'élaborer un dispositif d'observation de l'activité de gestion d'événements, compte tenu de leur caractère imprévisible. Concernant ce troisième point, un développement pourrait toutefois consister dans le recours à des exercices de simulation avec les acteurs de la gestion de crise (Casse, 2015 ; Ketelaars, Flandin, & Poizat, 2023).
- 93 Notre méthodologie de recherche se veut participative, à l'instar des recherches recensées en ergonomie sur le développement durable (cf. section 1, Quelques études). En effet, ces dernières s'appuient sur des outils classiques de l'ergonomie (observations, entretiens, simulations), avec des approches longitudinales et multi-échelles qui nous intéressent. La recherche RISKFROST ne vise pas une intervention avec des transformations immédiates, mais à permettre aux acteurs de poursuivre les échanges et les actions à venir sur leur territoire. La perspective de cette étude est de poursuivre sur l'analyse de l'activité des acteurs, en prenant en compte les aspects de réseaux sociaux et territoriaux, et d'accompagner et soutenir le développement des capacités des différents acteurs à prévenir les risques de dégradation du permafrost (cartes de localisation accessibles, éducation-formation, communication sur les risques, aménagement des routes et infrastructures, changement de pratiques alpines). L'enjeu de l'intervention en ergonomie est bien celui de la durabilité de la confrontation des points de vue sur l'activité et ses évolutions (Guérin *et al.*, 2021).

- 94 Les apports méthodologiques de notre recherche-action, qui peut intéresser la science du risque, se situent à deux niveaux : la prise de conscience du risque et l'échange de points de vue. Les résultats issus des entretiens individuels corroborent ceux des recherches en géosciences : accélération de la fréquence des éboulements et écroulements avec le réchauffement climatique (Ravanel & Deline, 2011 ; Ravanel, Magnin, & Deline, 2017) ; incertitudes sur les risques de chute de pierres amenant à des changements des itinéraires en montagne (Mourey, Marcuzzi, Ravanel, & Pallandre, 2019 ; Cailhol, 2023) ; disparition du permafrost dans les éléments rocheux soutenant les infrastructures des remontées mécaniques (Marcer *et al.*, 2021) ; et fragilisation de la structure des refuges (Duvillard, Ravanel, Deline, & Dubois, 2018). Si la conscience du risque existe plus ou moins, la confrontation de la personne avec des cartes et des cas réels servant d'objets intermédiaires a permis de créer une activité réflexive, individuelle puis collective. La personne a pu prendre conscience du risque et le mettre en réflexion avec son corps et ses sens (voir et entendre des phénomènes liés permafrost), notamment ses expériences sensibles à partir du visible (le « glouglou » sous la paroi, les chutes de pierres, le changement de paysage, etc.) et son activité professionnelle ou de loisirs (changement des pratiques d'alpinisme, d'itinéraires, etc.). Le corps est effectivement à prendre en compte davantage dans la gestion collective des risques (Caroly, 2022). En effet, les impacts du risque de dégradation du permafrost apparaissent plus importants sur l'activité des professionnels de la montagne, avec des enjeux économiques et touristiques. Mais ils le sont aussi, avec d'autres logiques, pour les autorités en matière de sécurité et de protection de la population, ainsi que pour les citoyens qui n'ont pas envie de s'exposer aux risques. Il apparaît que l'ergonomie doit travailler sur la conception de ses objets intermédiaires favorisant les prises de conscience du risque et leur mise en débat.
- 95 La mise en place de nouvelles pratiques pour lutter contre de nouveaux risques, s'appuie sur une approche théorique de la résilience (Hollnagel, 2011 ; Amalberti, 2013). Étudiée plutôt dans le secteur industriel, elle vise à « comprendre comment l'activité des hommes crée de la sécurité et de la performance afin de mettre en place les conditions favorables au développement de l'« agir en sécurité » » (Cuvelier, 2011, p. 56). La résilience se définit comme la capacité à répondre à des événements majeurs. Elle peut se situer dans la littérature sur l'anticipation (Cook & Nemeth, 2006) ou sur la gestion des ressources disponibles ou accessibles (Nascimento, 2020), ou encore comme les capacités à répondre aux défaillances imprévues grâce à l'initiative des acteurs (Daniellou, Boissières, & Simard, 2010 ; Woods & Hollnagel, 2006). C'est dans cette perspective que nous abordons la résilience par des ateliers démocratiques, permettant de construire de l'anticipation et des possibilités d'interactions entre des acteurs hétérogènes sur un territoire. Comme Weick (2012) le suggère, l'improvisation viendra de la coopération.
- 96 Le dispositif de confrontation à des cartes et cas réels a permis de préparer une mise en débat, dans des ateliers, des préoccupations de chacun, d'échanger les points de vue et de penser des actions de prévention pour le futur : information, aménagement, signalisation et, dans une moindre mesure, réglementation. Cette dernière fait l'objet de tensions entre les acteurs, avec des différences selon les territoires (notoriété, tourisme, économie, culture du risque). Il apparaît comme une difficulté pour tous de définir le permafrost, par exemple pour distinguer la fonte de la glace, le dégel du permafrost, les glaciers rocheux. Cette étude appelle chacun à faire le lien avec les

conséquences plus globales du réchauffement climatique et des actions à mettre en place, en termes de surveillance (importance des capteurs, de la protection des équipements et de l'alerte), dans un contexte où l'imprévisibilité et l'accélération des phénomènes vont en augmentant. Il s'agit de pouvoir se situer dans un positionnement sociétal et politique face aux grands changements, de connaître et de se préparer à faire face aux catastrophes naturelles futures, dans une approche des risques individuelle, systémique et territoriale.

BIBLIOGRAPHIE

- Amalberti, R. (2013). *Piloter la sécurité : Théories et pratiques sur les compromis et les arbitrages nécessaires*. Springer Science & Business.
- Barcellini, F., Van Belleghem, L., & Daniellou, F. (2013). Les projets de conception comme opportunité de développement des activités. In P. Falzon, *Ergonomie constructive* (pp. 191-206). Paris : Presses Universitaires de France.
- Berger, G. (1964). *Phénoménologie du temps et prospective*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Bodin, X., Schoeneich, P., Deline, P., Ravel, L., Magnin, F., Krysiński, J.-M., & Echelard, T. (2015). Mountain permafrost and associated geomorphological processes: recent changes in the French Alps. *Journal of Alpine Research*, 103(2).
- Brown, J. (2002). *The World Café: A Resource Guide for Hosting Conversations That Matter*. Mill Valley (Californie) : Whole Systems Associates.
- Buclet, N. (2011). Territoire, innovation et développement durable : l'émergence d'un nouveau régime conventionnel ? *Revue d'économie régionale urbaine*, (5), 911-940.
- Cailhol, X. (2023). *Impacts du changement climatique sur les courses fréquentées par les guides de haute montagne*. Mémoire de master 2 en Géosciences. USMB.
- Caroly, S. (2022). *Le corps et la gestion des risques dans l'activité collective*. Toulouse : Octarès Éditions.
- Caroly, S., & Weissbrodt, R. (2023). A ergonomia face à mudança global : Que modelos em ergonomia ? *Laboreal*, 19(1).
- Carta, G. & Falzon, P. (2017). Co-construire l'autopoïèse organisationnelle : le Laboratoire Développementale comme modèle et comme moyen de l'intervention capacitante. *Activités*, 14(2). <https://journals.openedition.org/activites/3022>
- Casse, C. (2015). *Concevoir un dispositif de retour d'expérience intégrant l'activité réflexive collective : un enjeu de sécurité dans les tunnels routiers*. Thèse de doctorat en Psychologie du travail et ergonomie, LIP/PACTE Université de Grenoble Alpes.
- Cerf, M. (2016). Ergonomie et transition vers une agriculture plus durable. *Actes du 51^e Congrès de la SELF*, Marseille.
- Chizallet, M. (2019). *Comprendre le processus de conception d'un système de travail dans l'invisibilité du temps : le cas d'agriculteurs en transition agroécologique*. Thèse de doctorat en Ergonomie, CNAM Paris.

- Clot, Y. (2008). *Travail et pouvoir d'agir*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Cook, R. I., & Nemeth, C. (2006). Taking things in one's stride: Cognitive features of two resilient performances. In E. Hollnagel, D. D. Woods, & N. Leveson (Eds.), *Resilience engineering: Concepts and precepts* (pp. 205-221). Aldershot, UK : Ashgate Publishing.
- Cunha, L., & Lacomblez, M (2021). Le territoire : un dispositif opératoire révélé par l'activité de travail. *Activités*, 18(2). <https://journals.openedition.org/activites/6925>
- Cunha, L., Silva, D., & Lacomblez, M. (2002). Genre et transformation technologique : analyse de l'activité dans deux secteurs d'activité traditionnels. In *Vulnérabilités et risques émergents : penser et agir ensemble pour transformer durablement : actes du 56^e congrès de la SELF*, 642-647.
- Cuvelier, L. (2011). *De la gestion des risques à la gestion des ressources de l'activité : étude de la résilience en anesthésie pédiatrique*. Thèse de doctorat en Psychologie, CNAM.
- Dab, W. (2019). L'alerte en santé publique : trop ou pas assez ?. *Actualités et Dossiers en Santé Publique*, 106, 39-43.
- Daniellou, F. (1992). *Le statut de la pratique et des connaissances dans l'intervention ergonomique de conception*. Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Toulouse Le Mirail.
- Daniellou, F., Boissières, I., & Simard, M. (2010). *Les facteurs humains et organisationnels de la sécurité industrielle : un état de l'art*. Toulouse : FonCSI.
- De Gasparo, S. (2009). De la démarche clinique d'intervention au carrefour d'enjeux disciplinaires, subjectifs et techniques : Réflexions à partir d'une campagne d'enquêtes dans l'industrie bretonne de la viande avec Dominique Dessors. *Travailler*, 21(1), 13-31.
- Detchessahar, M. (2001). Quand discuter c'est produire. Pour une théorie de l'espace de discussion. *Revue française de gestion*, 132, 32-43.
- Duvillard, P.-A., Ravanel, L., Deline, P., & Dubois, L. (2018). Paraglacial rock slope adjustment below a high mountain infrastructure – The Pilatte hut (Écrins Mountain Range, France). *Frontiers in Earth Science*, 6.
- Walters, D., Wadsworth, E., Hasle, P., Refslund, B., Ramioul, M., & Antonsson, A. B. (2018). *Safety and health in micro and small enterprises in the EU: the view from the workplace*. Bilbao : European Agency for Safety and Health at Work – EU-OSHA.
- Garrigou, A. (2011). *Le développement de l'ergotoxicologie : une contribution de l'ergonomie à la santé au travail*. Habilitation à Diriger des Recherches, Université Victor Segalen Bordeaux 2.
- Garrigou, A., Daniellou, F., Carballeda, G., & Ruaud, S. (1995). Activity analysis in participatory design and analysis of participatory design activity. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 15(5), 311-327.
- Gaudart, C. (2013). *La temporalité, Âge et travail à la croisée des temporalités. L'activité face aux temps*. Habilitation à Diriger des Recherches, Cnam-CRTD, Paris.
- GIEC (2021). 6^e rapport, vol. 1 : éléments physiques.
- GIEC (2022). 6^e rapport, vol. 2 : impacts, adaptation et vulnérabilité.
- GIEC (2023), 6^e rapport, vol. 3 : rapport de synthèse.
- Goutille, F. (2022) : *Ne plus ignorer les agriculteurs : une contribution de l'ergonomie à la prévention du risque pesticides en milieu viticole*. Thèse de doctorat en Ergonomie, Université de Bordeaux

Guérin, F., Pueyo, V., Béguin, P., Garrigou, A., Hubault, F., Maline, J., & Morlet, T. (2021). *Concevoir le travail, le défi de l'ergonomie*. Toulouse : Octarès Éditions.

Gustavsen, B., & Engelstad, P. H. (1986). The design of conferences and the evolving role of democratic dialogue in changing working life. *Human relations*, 39(2), 101-116.

Hollnagel, E. (2011). Prologue: The scope of resilience engineering. In E. Hollnagel, J. Pariès, D. Woods, & J. Wreathall (Eds.), *Resilience Engineering in Practice: A Guidebook*. Ashgate : Studies in Resilience Engineering.

Jeantet, A (1998). Les objets intermédiaires dans la conception. Éléments pour une sociologie des processus de conception. *Sociologie du travail*, 40(3), 291-316.

Ketelaars, E., Flandin, S., & Poizat, G. (2023). One fidelity fits all? How civil protection simulations afford (or not) improvement opportunities for novice and occasional crisis managers. *Safety Science*, 165, 106189.

Kouabenan, D. R., Munoz Sastre, M. T., Cadet, B., & Hermand, D. (2007). *Psychologie du risque*. Belgique : De Boeck Supérieur.

L'Allain, C., Caroly, S., Drais, E., & Witschger, O. (2015). Concevoir la prévention d'un risque émergent : une démarche fondée sur les représentations et les activités. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, 17(1).

Le Bail, C., Chizallet, M., Prost, M., & Boudra, L. (2023). L'ergonomie au prisme du développement durable : accompagner les transitions des organisations et les transformations de l'activité. *Activités*, 20(2). <https://journals.openedition.org/activites/8789>

Le Bail, C., Cerf, M., & Yannou-Le Bris, G. (2021). La relocalisation des systèmes alimentaires dans les territoires : quel cadre d'analyse en ergonomie ? *Activités*, 18(2). <https://journals.openedition.org/activites/6980>

Marcer, M., Cicoira, A., Cusicanqui, D., Bodin, X, Echelard, T, Obregon, R., & Schoeneich, P. (2021) Rock glaciers throughout the French Alps accelerated and destabilised since 1990 as air temperatures increased. *Communications Earth & Environment*, 2(1), 81.

Moine, A. (2006). Le territoire comme un système complexe : un concept opératoire pour l'aménagement et la géographie. *L'Espace géographique*, 35(2), 115-132.

Mollo, V. (2022). *Cultiver la diversité pour développer l'agentivité. La réflexivité dans la démarche ergonomique*. Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Toulouse.

Mourey, J., Marcuzzi, M., Ravanel, L., & Pallandre, F. (2019). The effects of climate change on high mountain environments: Evolution of mountaineering routes and their conditions of use in the Mont Blanc massif (Western Alps) over half a century. *Arctic, Antarctic and Alpine Research*, 51(1), 176-189.

Nascimento, A. (2020). *La notion de culture et ses usages dans l'intervention ergonomique : contributions pour un positionnement critique*. Habilitation à Diriger des Recherches, CNAM, Paris.

Oddone, I. (1984). La compétence professionnelle élargie. *Société Française*, 10, 28-33.

Petit, J. (2020). *Intervenir sur l'organisation : concevoir des dispositifs de régulation pour un travail plus démocratique*. Habilitation à Diriger des Recherches en Ergonomie, Université de Bordeaux.

Pueyo, V. (2022). Contribuer à des futurs souhaitables pour répondre aux défis de l'Anthropocène : les apports d'une Prospective du travail. *Activités*, 19(2). <https://journals.openedition.org/activites/7540>

- Ravanel, L., & Deline, P. (2011). Climate influence on rockfalls in high-Alpine steep rockwalls: The North side of the Aiguilles de Chamonix (Mont Blanc massif) since the end of the “Little Ice Age”. *The Holocene*, 21(2), 357-365.
- Ravanel, L., Magnin, F., & Deline, P. (2017). Impacts of the 2003 and 2015 summer heatwaves on permafrost-affected rockwalls in the Mont Blanc massif. *Science of the Total Environment*, 609, 132-143.
- Ravanel, L., Magnin, F., Gallach, X., & Deline, P. (2020). Évolution des parois rocheuses gelées de haute montagne sous forçage climatique. *La Météorologie*, (111), 34-40.
- Rocha, R., Mollo, V., & Daniellou, F. (2017). Le débat sur le travail fondé sur la subsidiarité : un outil pour développer un environnement capacitant. *Activités*, 14(2). <https://journals.openedition.org/activites/2999>
- Rogalski, J. (2016). Niveaux de représentation opérative du risque dans la gestion d’environnement dynamique (feux de forêt). *Bulletin de psychologie*, 546(6), 479-484.
- Sannino, A. (2022). Transformative agency as warping: How collectives accomplish change amidst uncertainty. *Pedagogy, Culture & Society*, 30(1), 9-33.
- Slimi, C. (2022). *La transformation des situations des agriculteurs et agricultrices en transition agroécologique : analyse du soutien des collectifs de pairs par le prisme de la théorie de l’enquête*. Thèse de doctorat en Agro-écologie, Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech.
- Thatcher, A., Bolis, I., Sigahi, T. F. A. C., Garcia-Acosta, G., & Lange-Morales, K. (2022). Past, present, and future of E/HF for sustainability: A perspective from the HSF Technical Committee. *Work*, 73(1), 153-167.
- Tran, J. (2020). *Projet de développement de la culture de sécurité au sein de la direction générale des services techniques*. Mémoire de master d’Ergonomie, Université de Bordeaux.
- Valot, C. (1996). Gestion du temps, gestion des risques. In J.-M. Cellier, V. De Keyser, & C. Valot (dir.), *La gestion du temps dans les environnements dynamiques* (pp. 244-265). Paris : PUF.
- Van der Leeuw, S. E., & Aschan-Leygonie, C. (2000). A long-term perspective of resilience in socio-natural systems. *Working Papers* 01-08-042, Santa Fe Institute.
- Weick, K. E. (2012). *Making sense of the organization: Volume 2: The impermanent organization*. Chichester : Wiley & Sons.
- Weill-Fassina, A. (1993). Dynamique des représentations et gestion des actions. In A. Weill-Fassina, P. Rabardel, & D. Dubois, *Représentations pour l’action* (pp. 237-246). Toulouse : Octarès Éditions.
- Weissbrodt, R., Caroly, S., Pisoeiro, J. M., Ravanel, L., & Bodin, X. (2023). Roles and activities of local stakeholders faced with Alpine permafrost warming: A comparative exploratory analysis of three contexts and networks of actors. *Climate Risk Management*, 44, 10591.
- Woods, D. D., & Hollnagel, E. (2006). Prologue: resilience Engineering Concepts. In E. Hollnagel, D. Woods, & N. Leveson (Eds.), *Resilience engineering: Concepts and precepts* (pp. 1-6). Aldershot, Royaume-Uni : Ashgate.

NOTES

1. <https://www.efsa.europa.eu/fr/topics/topic/emerging-risks>

2. D'un point de vue physique, un éboulement correspond à un volume supérieur à 100 m³ et un écoulement inférieur à 100 m³. Mais il n'est pas évident que les interviewés possèdent ces notions.
 3. Crevasse située à la frontière supérieure entre la glace mobile et l'environnement immobile (roche ou glace).
 4. Ce programme vise à développer un dispositif d'observation du changement climatique et culturel en haute montagne basé sur le refuge comme lieu de mesure, d'observation, de travail et d'échanges entre les sciences de la nature et la société.
 5. Sur les 41 personnes, deux n'ont pas rempli correctement les grilles de cotation d'évaluation des risques (office du tourisme Mont-Blanc et pratiquant Vanoise).
-

RÉSUMÉS

Cet article vise à présenter une méthodologie pour faire discuter des acteurs d'un territoire sur la prévention d'un risque émergent. Il s'agit de la dégradation du permafrost de montagne qui, avec le réchauffement climatique, engendre des risques naturels (éboulement, écoulement, lave torrentielle), créant une vulnérabilité pour les professionnels de la montagne, les autorités en charge de la protection de la population et les citoyens vivant dans les vallées. Cette méthodologie est conçue en deux temps. La première étape est un entretien individuel de confrontation sur des objets intermédiaires (cartes et cas réels) pour amener la personne à une activité réflexive. Cette étape prépare à une deuxième étape, d'atelier démocratique, où les acteurs discutent et peuvent échanger sur leurs besoins au niveau d'un territoire. La conception de cette méthodologie élaborée dans l'interdisciplinarité entre ergonomie et géosciences permet de mieux saisir les enjeux du risque de dégradation du permafrost pour les acteurs de terrain en lien avec leur activité humaine et ses évolutions. Il amène à une meilleure compréhension des phénomènes sur un territoire, et permet de discuter d'actions de prévention et de produire une demande sociale.

The aim of this article is to present a methodology for encouraging local stakeholders to cooperate on the prevention of an emerging risk. It concerns the degradation of mountain permafrost, which, with global warming, generates natural hazards (landslides, collapses, torrential lava) that create vulnerability for mountain professionals, public protection authorities and citizens living in the valleys. This methodology involves two steps. Firstly, an individual interview, based on intermediate objects (maps and real-life cases), leads the person into a reflective activity. This step prepares the way for the second step: the democratic workshop, where stakeholders discuss and exchange their needs on a regional level. The construction of this methodology, based on an interdisciplinary approach between ergonomics and geosciences, enables us to better grasp the stakes involved in the risk of permafrost degradation for those working in the field, in relation to their human activity and its evolution. It leads to a better understanding of phenomena in a given area, and to the development of preventive actions and social demand.

INDEX

Mots-clés : ergonomie, méthodologie, activité réflexive collective, risque, permafrost

Keywords : ergonomics, methodology, collective reflexive activity, risk, permafrost

AUTEURS

SANDRINE CAROLY

Laboratoire PACTE, Université Grenoble Alpes, IEP BP 48, 38040 Grenoble Cedex 09, France – sandrine.caroly@univ-grenoble-alpes.fr

RAFAEL WEISSBRODT

Haute école de santé, HES-SO Valais-Wallis, Chemin de l'Agasse 5, 1950 Sion, Suisse – rafael.weissbrodt@hevs.ch

LUDOVIC RAVANEL

Laboratoire EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, France. 5 boulevard de la Mer Caspienne, 73070 Le Bourget du Lac, France – ludovic.ravanel@univ-smb.fr

XAVIER BODIN

Laboratoire EDYTEM, Université Savoie Mont-Blanc, France. 5 boulevard de la Mer Caspienne, 73070 Le Bourget du Lac, France – xavier.bodin@univ-smb.fr