



LES ONZE PROJETS DE RECHERCHE MENÉS DANS LE CADRE DE L'APPEL À PROJETS MONTAGNE 2016



PARTIE 1. CARTOGRAPHIER ET MODÉLISER POUR MIEUX COMPRENDRE LA MONTAGNE

4

Projet 1 : Mesure de mouvement en montagne par séries temporelles d'images stéréoscopiques (3MSIS)	5
Projet 2 : Modélisation et simulation des masses glissantes (AVAL)	9
Projet 3 : Morphodrone	11
Projet 4 : Développement d'outils de recherches et de moyens techniques pour l'étude des sociétés (PORTES)	13

PARTIE 2. INTERACTIONS HOMMES / ENVIRONNEMENT

18

Projet 5 : Quantification des flux de pratiquants de sport de montagne par éco-compteurs dans le cadre de l'étude des interactions humain / animal (ECOCO)...	19
Projet 6 : Suivi de l'impact de l'érosion des sols sur les transferts vers les eaux souterraines de la Féclaz (SIESTES)	21
Projet 7 : Apports de polluants atmosphériques aux lacs d'altitude via le manteau neigeux (SNOWINPUTS).....	23

PARTIE 3. DES MONTAGNES ET DES HOMMES

26

Projet 8 : Rôles de l'hémoglobine musculaire dans l'adaptation de l'homme à l'altitude, implication dans le domaine de la santé (ALTI-FER)	27
Projet 9 : Interventions préventives innovantes de l'état de stress post traumatique auprès des professionnels de la montagne (STEP)	29
Projet 10 : Développement et validation d'un système embarqué de mesure des forces en 3 dimensions (MEF3D).....	33
Projet 11 : Hypoxie-Saisies (HYPOX).....	35

APPEL À PROJETS MONTAGNE 2016



L'Université Savoie Mont Blanc (USMB) est depuis de nombreuses années un acteur important de l'accompagnement du développement des territoires de montagne. La thématique « montagne, sport et tourisme » représente l'un de ses enjeux stratégiques territoriaux aux côtés d'autres axes comme l'industrie du futur et la production industrielle, le numérique, le bâtiment et l'énergie.

Ce positionnement stratégique a été réaffirmé en 2014 avec la mise en place d'un champ transversal de recherche et formation « Montagne, Tourisme, Sport, Santé » (MT2S), qui fédère 10 des 19 laboratoires de l'USMB en sciences de la vie et de l'environnement, sciences et technologies et sciences humaines et sociales. Celui-ci regroupe de nombreuses formations de l'USMB soutenues par la qualité de ses laboratoires. Ses formations concernent près de 10 % des étudiants de l'USMB.

Le champ MT2S permet de produire des recherches pluridisciplinaires de haut niveau autour de la thématique Montagne pour répondre aux défis sociétaux exprimés dans les programmes nationaux (ANR) et européens (H2020) et déclinés au niveau de la Région Auvergne-Rhône-Alpes, notamment dans le cadre des programmes du « Domaine d'excellence 8 » (sport, montagne et tourisme).

Pour soutenir cette expertise, l'Université Savoie Mont Blanc lance chaque année depuis trois ans un appel à projets Montagne financé conjointement par la Région Auvergne-Rhône-Alpes et le Conseil Savoie Mont Blanc, en collaboration avec le Cluster Montagne et le Labex ITEM (Laboratoire d'excellence Innovation en Territoires de Montagne).

En 2016, cet appel à projets a fédéré 11 projets de recherche, impliqué 11 laboratoires de l'USMB, une dizaine de partenaires académiques en France et à l'étranger, ainsi que 16 partenaires socio-économiques : parcs naturels, stations de sports d'hiver, entreprises, syndicats professionnels, clusters, collectivités locales, fédérations, associations, etc.



1. CARTOGRAPHIER ET MODÉLISER POUR MIEUX COMPRENDRE LA MONTAGNE

1. Mesure de mouvement en montagne par séries temporelles d'images stéréoscopiques (3MSIS)
2. Modélisation et simulation des masses glissantes (AVAL)
3. Morphodrone
4. Développement d'outils de recherches et de moyens techniques pour l'étude des sociétés (PORTES)

PROJET 1 : Mesure de mouvement en montagne par séries temporelles d'images stéréoscopiques (3MSIS)

PRÉSENTATION

Le projet 3MSIS vise à développer un prototype de dispositif de suivi des mouvements de versant par des appareils photos à haute résolution, conditionnés dans des boîtiers résistants aux conditions de la haute montagne et autonomisés par panneaux solaires.

Les objets d'étude concernent autant des glaciers, avec des vitesses rapides (plusieurs dizaines de mètres par an) que des versants et des glaciers rocheux, plus lents (quelques mètres par an). Deux sites test (glacier d'Argentière et glacier rocheux de Laurichard), sur lesquels une instrumentation est déjà en place, servent de support au projet, dont l'optique est de concevoir un système qui puisse facilement être implanté sur n'importe quel site et adapté à une large palette de problématiques. Le développement de chaîne de traitement d'images permettant d'automatiser le calcul des champs de déplacement constitue également un enjeu important pour faire face à la masse de données issues des systèmes d'observations par photographie terrestre destinés à la surveillance de phénomènes dynamiques.

MÉTHODE

Les principales tâches du projet ont consisté à :

- Évaluer les besoins précis, en termes d'optique (résolution du capteur CCD, longueur focale de l'objectif), d'électronique (acquisition, stockage *in situ*, alimentation) et de « durcissement » (boîtier hermétique, de taille réduite, discret dans le paysage) ; cette étape s'est notamment basée sur les retours d'expérience des précédentes instrumentations (Argentière et Laurichard) ;
- Réaliser le montage complet du dispositif en laboratoire, avec le défi notamment de faire tenir l'appareil photo et toute l'électronique dans un boîtier le plus compact possible. Plusieurs séries de tests d'acquisition ont ensuite été nécessaires, pour chacun des appareils ;
- Mettre au point la chaîne de traitement automatique permettant d'analyser les séries temporelles d'images (*time-lapse*) acquises par ces appareils. Les premières étapes de cette automatisation sont la sélection des images exploitables, le recalage à l'aide des parties fixes, la mesure d'*offset* entre couples sur les parties en mouvement, la construction de modèles 3D de la surface pour les acquisitions stéréo et la conversion des *offsets* monoscopiques en mesures de déplacement 3D.



AVANCÉES DU PROJET

Le matériel nécessaire à la réalisation de deux boîtiers rendant les appareils photos autonomes et robustes pour des acquisitions automatiques en haute montagne a été acquis à la rentrée 2016. Ils seront installés sur site au printemps 2017.

Des sorties de terrain ont eu lieu sur les deux sites test, d'une part pour calibrer le dispositif avant son montage et d'autre part pour vérifier le fonctionnement de l'instrumentation existante. Les images recueillies sur les dispositifs déjà en place et leurs traitements ont montré que de très fortes erreurs peuvent être induites par les mouvements du dispositif, probablement liés en grande partie aux effets de dilatation/rétraction des différents composants. Néanmoins, même pour un objet lent, tel qu'un glacier rocheux, des champs de déplacement cohérents peuvent être générés à quelques jours d'intervalle.

Vu la complexité des procédés stéréoscopiques et la masse de données (plusieurs centaines de Go de photos brutes pour une année de fonctionnement) à traiter, seules les premières briques de la chaîne de traitement sont fonctionnelles à ce jour. Les travaux se poursuivent dans le cadre de la thèse d'H. HADHRI (2016-2019, ANR PHOENIX), qui permettent par ailleurs d'envisager l'industrialisation du dispositif. C'est l'objectif de la thèse CIFRE déposée en mars 2017, avec comme partenaire industriel la société Ténévia.

Un projet Innovation Grant (AAP 2017 de l'IDEX UGA) a également été déposé dans cette optique.

Les travaux réalisés sur l'analyse de données issues des anciens systèmes d'acquisition ont donné lieu à deux articles soumis dans des conférences avec actes :

- ORASIS 2017, conférence francophone sur la vision par ordinateur (article accepté) ;
- Multitemp 2017, conférence internationale de la société IEEE *Geosciences and Remote Sensing* sur l'analyse des séries temporelles d'images de télédétection.

MOTS CLÉS

Risques naturels, environnement

DONNÉES CLÉS

Laboratoire porteur :

Laboratoire d'Informatique, Systèmes, Traitement de l'Information et de la Connaissance (LISTIC) - USMB

Composante de rattachement :

Polytech Annecy-Chambéry

Porteur du projet :

Emmanuel TROUVÉ
emmanuel.trouve@univ-smb.fr
04 50 09 65 48 / 04 79 75 91 65

Durée du projet : 1 an

CHIFFRES CLÉS

- 5 chercheurs de 3 unités de recherche ;
- 2 personnels d'accompagnement de la recherche ;
- 1 doctorante recrutée au LISTIC en mars 2016 ;
- 1 stagiaire ingénieur (en 3^e année d'École à Polytech Annecy-Chambéry) venu en appui sur 3 mois ;
- 2 sorties terrain sur les sites d'expérimentation ;
- 2 articles soumis à des conférences (nationale et internationale) avec actes.

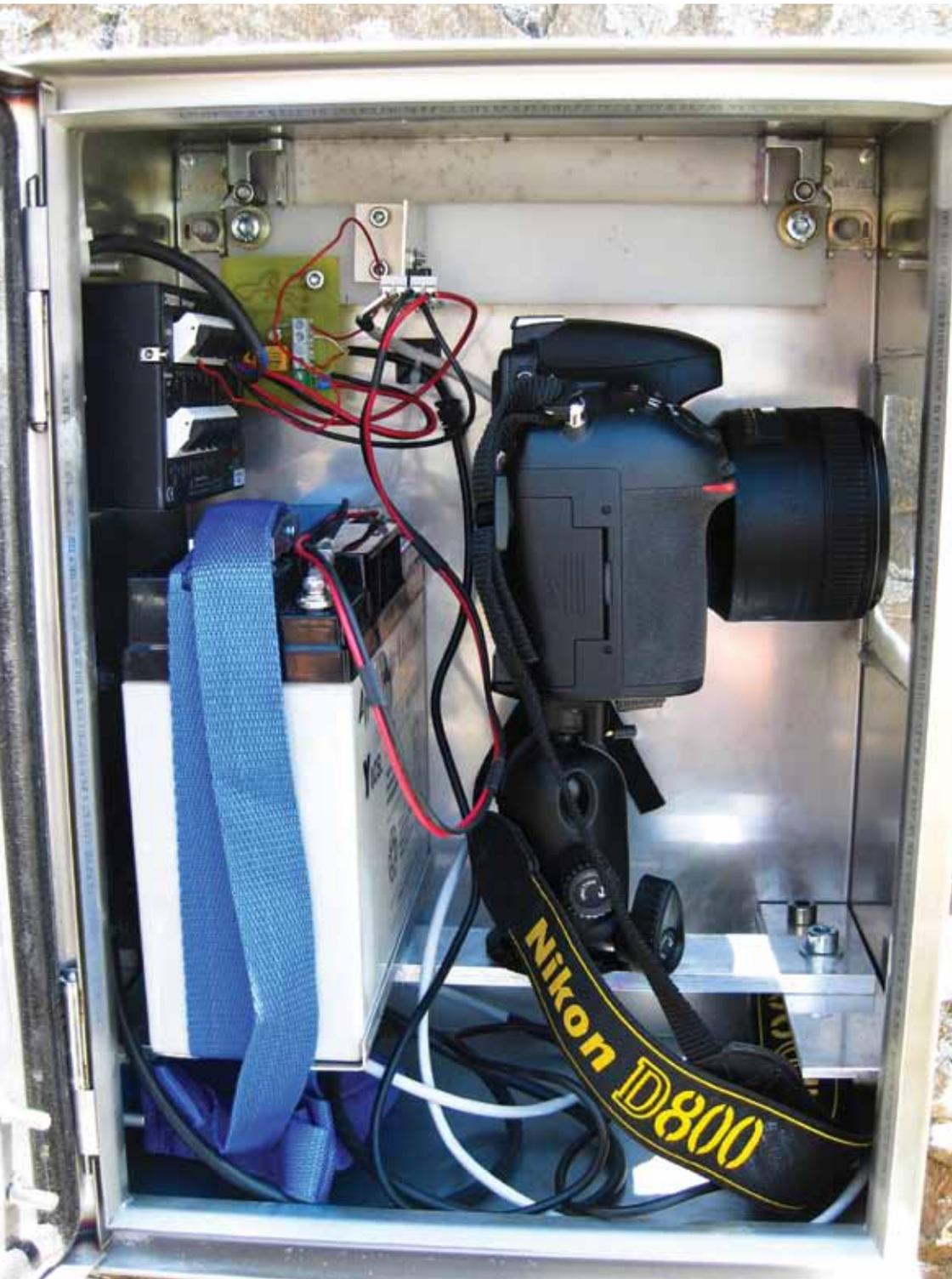
PARTENAIRES

Laboratoires partenaires

- Institut des Sciences de la Terre (ISTerre) - CNRS-INSU, IRD, IFSTTAR, UGA, USMB
- Environnements Dynamiques et Territoires de la Montagne (EDYTEM)- CNRS, Ministère de la Culture et de la Communication, USMB

Partenaire socio-professionnel

- Société Ténévia, spécialisée dans la mesure environnementale par imagerie



PROJET 2 : Modélisation et simulation des masses glissantes (AVAL)

PRÉSENTATION

Le projet AVAL se trouve à l'intersection des mathématiques appliquées, de la mécanique des fluides et de quelques applications.

Le but principal est de mieux comprendre le comportement des écoulements fluides sous l'action de la force de gravité.

Cette compréhension passe inévitablement par l'élaboration de modèles mathématiques performants. Au niveau des applications, quelques questions de la limnologie des lacs alpins comme le transport des sédiments le long des pentes et les phénomènes de mélange des eaux stratifiées ont été ciblés. La compétence de l'Institut d'Hydrodynamique Lavrentyev a été absolument nécessaire à l'accomplissement de cette tâche. Une autre application plus industrielle est développée en partenariat avec le laboratoire LOCIE*. Il s'agit des films ruisselants qui sont utilisés dans les échangeurs de chaleur. Ici aussi, il s'agit d'un écoulement de fluide (cette fois-ci visqueux) sous la force de gravité le long d'une paroi chauffée verticale. Enfin, l'objectif principal d'une collaboration avec le partenaire brésilien était de comprendre les phénomènes de propagation d'un fluide (e.g. l'humidité) dans des milieux poreux comme les murs, avec l'objectif à plus long terme de passer à l'échelle d'un bâtiment.

MÉTHODE

La méthodologie du projet AVAL consiste à utiliser les principes physiques de base afin de mettre le phénomène naturel en équations. Ce système des équations différentielles est généralement appelé le modèle mathématique. Le plus intéressant est que le modèle relève maintenant du monde mathématique et peut être étudié par les méthodes appropriées. Les chercheurs ont notamment utilisé de manière intensive les techniques de simulation numérique qui permettent d'approcher les solutions quand elles ne sont pas connues analytiquement. Malheureusement, en pratique, cela arrive dans la plupart des cas intéressants, ce qui explique l'explosion des méthodes de simulation numérique. L'expertise des enseignants-chercheurs du laboratoire LAMA** dans ce domaine a été mise en application dans le cadre de ce projet.

AVANCÉES DU PROJET

Les résultats de ce projet ont été (et seront encore) publiés dans plusieurs articles à comité de lecture :

- V. Liapidevskii, D. Dutykh, M. Gisclon. *On the modelling of shallow turbidity flows*. In preparation, 2017
- M. Chhay, D. Dutykh, M. Gisclon, C. Ruyer-Quil. *New asymptotic heat transfer model in thin liquid films*. *Appl. Math. Model.*, In Press, 2017
- S. Gasparin, J. Berger, D. Dutykh,



N. Mendes. *Stable explicit schemes for simulation of nonlinear moisture transfer in porous materials*. J. Build. Perf. Simul., In Press, 2017

- J. Berger, S. Gasparin, D. Dutykh, N. Mendes. *Accurate numerical simulation of moisture front in porous material*. Building & Env., Accepted.

MOTS CLÉS

Risques naturels

DONNÉES CLÉS

Laboratoire porteur :

** Laboratoire de Mathématiques (LAMA)
USMB

Composante de rattachement :

UFR Sciences et Montagne

Porteur du projet :

Denys DUTYKH
denys.dutykh@univ-smb.fr
04 79 75 94 38

Durée du projet : 1 an

CHIFFRES CLÉS

- 3 enseignants-chercheurs de l'USMB
- 3 enseignants-chercheurs des unités partenaires à l'étranger
- 4 laboratoires participants
- 2 séjours scientifiques en France et à l'étranger
- 1 post-doctorant et 1 doctorant

PARTENAIRES

Laboratoires partenaires

- * Laboratoire Optimisation de la Conception et Ingénierie de l'Environnement (LOCIE) - CNRS - USMB
- *Laboratory of Differential Equations (Lavrentyev Institute of Hydrodynamics, SB RAS, Russia)*
- *Laboratorio de Sistemas Termicos (Université pontificale catholique du Parana, Curitiba, Brésil)*

Partenaires socio-professionnels

- École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) - Suisse
- Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (IRSTEA)
- *Lavrentyev Institute of Hydrodynamics (Université de Novossibirsk, SB RAS, Russie)*
- Université pontificale catholique du Parana (Curitiba, Brésil)

PROJET 3 : Morphodrone

PRÉSENTATION

Le drone eBee a été acquis afin d'obtenir des données d'imagerie/cartographie 3D de la surface terrestre pour des applications multiples qui ont pour objet la dynamique des milieux de montagne.

Cet appareil permet l'acquisition d'images à haute résolution spatiale (1,5 cm) dans un temps limité sur des zones de plusieurs kilomètres carrés et au relief peu/pas accessible. Les différents types d'appareils photos qu'il transporte permettent de générer des modèles 3D de la morphologie terrestre ou des cartes thermiques. Ces aspects sont intéressants pour l'étude ou le suivi temporel de tous les processus géologiques de surface (tectonique, dynamique du relief, volcanisme). Plusieurs formations de licence et master de l'USMB en Sciences de la Terre et Géographie pourront également bénéficier de cet outil moderne tant sur le plan technique que scientifique.

MÉTHODE

L'eBee recueille les images selon un plan de vol programmé à l'avance sur une tablette. À la fin de l'acquisition, il atterrit seul, et son faible poids (700g) plus sa coque en mousse souple permettent de réduire au maximum son énergie d'impact. Il peut couvrir jusqu'à 12 km² au cours d'un seul vol (45 minutes d'autonomie). Le logiciel intuitif *eMotion* de *senseFly* facilite la

planification et la simulation de la mission cartographique. Pour le traitement des images prises en vol, nous utilisons le logiciel Pix4D. Il transforme aisément les différentes images en orthomosaïques 2D géoréférencées et en modèles numériques de terrain (MNT). Le rendu a une résolution centimétrique, souvent impossible ou très longue à atteindre avec d'autres techniques.

AVANCÉES DU PROJET

Les premiers résultats des tests effectués sont satisfaisants en termes de pilotage du drone et en termes d'acquisition de données d'imagerie 3D. L'importance des différents paramètres dans le plan de vol (altitude, trajectoires, fréquence des prises d'image, mode d'atterrissage) a été analysée afin d'obtenir des données de bonne qualité en fonction du relief, de la végétation et des conditions météo. L'optimisation du traitement des données acquises fait l'objet du stage de deux étudiants de licence dans la région de Belley (morphologies glaciaires et fluviales). L'objectif est d'obtenir, sur cet exemple proche et à l'histoire quaternaire rythmée par de nombreuses phases de glaciation et de déglaciation, des modèles numériques de terrain de haute précision, indispensables pour la caractérisation des formations géologiques superficielles. L'étude de ces formations est à la base de la reconstruction des différents événements – dépôt, érosion, déformation – qui ont façonné le relief au cours des derniers milliers d'années.

Le drone sera bientôt utilisé dans d'autres zones de montagne, notamment dans les Alpes et dans les Andes, où les membres des laboratoires ISTerre* et EDYTEM** mènent leurs recherches dans le but de mieux comprendre et quantifier les processus de tectonique active et de dynamique glaciaire.

MOTS CLÉS

Environnement, risques naturels

DONNÉES CLÉS

Laboratoire porteur :

* Institut des Sciences de la Terre (ISTerre)
CNRS-INSU, IRD, IFSTTAR, UGA, USMB

Composante de rattachement :

UFR Sciences et Montagne

Porteur du projet :

Riccardo VASSALLO
riccardo.vassallo@univ-smb.fr
04 79 75 87 06

Durée du projet : 1 an

CHIFFRES CLÉS

- 10 chercheurs impliqués ;
- 1 technicien USMB formé au télé-pilotage ;
- 2 étudiants de la licence Sciences de la Terre de l'USMB en stage
- Une dizaine d'excursions sur le terrain ;
- Introduction de la pratique du drone dans la formation continue à partir de la rentrée 2017-2018.

PARTENAIRE

Laboratoire partenaire

- ** Environnements Dynamiques et Territoires de la Montagne (EDYTEM)
CNRS, Ministère de la Culture et de la Communication, USMB



PROJET 4 : Développement d'outils de recherches et de moyens techniques pour l'étude des sociétés (PORTES)

PRÉSENTATION

Le projet « À la recherche des portes de la montagne » s'intéresse à l'étude du fonctionnement des sociétés en montagnes et plus précisément à l'identification d'espaces d'interface et d'échanges à différentes échelles.

Pour les massifs, il s'agit d'étudier l'évolution systémique du triptyque hautes vallées - villes portes - avant-pays piémont. Pour les espaces touristiques ou/et protégés, l'objectif consiste à l'étude des pratiques spatiales. Dans tous les cas, le projet PORTES, que résume son acronyme (« Projet de développement d'Outils de Recherches et de moyens Techniques pour l'Étude des Sociétés »), consiste à expérimenter des outils originaux (traitement qualitatif et quantitatif d'images fixes et animées) pour rendre intelligibles les mouvements et les stratégies des acteurs de l'espace. Il s'inscrit en cela dans les sciences sociales et cognitives des comportements collectifs et individuels.

Les enjeux du projet :

- Développer des méthodes de captation et d'analyse vidéo (*time-lapses* et *hyperlapses* notamment) puis des protocoles spécifiques pour les étudier (algorithmes / *Deeplearning*).
- Alimenter le *webdoc* « De porte à portes » : tournages-entretiens avec des spécialistes sur leurs terrains autour de la question des portes.

MÉTHODE

La méthodologie repose sur la captation et le traitement d'images vidéos pour permettre d'identifier les différentes formes de validation sociale des aménagements qui revendiquent la fonction de porte dans l'espace des sociétés.

Les outils utilisés sont donc différents types de caméras (du téléphone intelligent à la GoPro, de l'appareil photo à la caméra semi-professionnelle) pour enregistrer des films en *time-lapses* (une image par seconde puis bande restituée « en rythme normal ») et en *hyperlapses* (*time-lapses* avec capteurs en mouvement). Espaces ateliers retenus : dans les gares, les stations de ski, les espaces protégés (« portes » des parcs nationaux notamment).

Les films sont ensuite traités (avec le laboratoire LISTIC*, en liaison avec l'emploi de stagiaires notamment) avec différents logiciels pour éprouver des algorithmes. Les méthodes du *Deeplearning* permettent une étude très fine des comportements humains dans leurs mobilités.



AVANCÉES DU PROJET

- Initialisation et développement de coopérations inter-chercheurs et inter-laboratoires ;
- Publication de plusieurs articles scientifiques ;
- Développement de méthodes et de savoir-faire dans la captation, l'analyse et le traitement de matériaux vidéogrammes.

S'agissant de la validation des « portes », les résultats montrent la complexité des différentes formes de mobilité des acteurs du territoire. Certains micro-aménagements ou aménagements locaux (portiques, barrières, parkings, belvédères, tables et panneaux d'orientation, cheminements et itinéraires balisés, etc.) se révèlent clairement inadaptés quand d'autres sont renforcés comme structures d'aménagement pertinentes. Il en résulte des schémas plus ou moins transposables à l'occasion d'événements temporaires (voir les expériences menées lors de la coupe Icare à Saint-Hilaire du Touvet par exemple). Des « portes » éphémères voient alors le jour et leur aménagement peut être plus ou moins extrapolé en fonction de schèmes (« *mobility patterns* ») de déplacement récurrents. Le projet PORTES initie ainsi un travail d'aide à la décision pour les différents acteurs et opérateurs.

MOTS CLÉS

Urbanisme, architecture, patrimoine et culture

DONNÉES CLÉS

Laboratoire porteur :

Environnements DYNAMIQUES et TERRITOIRES de la Montagne (EDYTEM) - CNRS, Ministère de la Culture et de la Communication, USMB

Composante de rattachement :

UFR Sciences et Montagne

Porteur du projet :

Xavier BERNIER
xavier.bernier@univ-smb.fr
04 79 75 88 73

Durée du projet : 2 ans



CHIFFRES CLÉS

- Plus d'une dizaine de chercheurs, enseignants-chercheurs, ingénieurs et techniciens de l'USMB ;
- 1 séminaire « De l'usage de la vidéo pour étudier les mobilités » ;
- Des captations et des tournages réalisés à Lyon, Paris, Zürich, au Parc national de la Vanoise, en Islande, Suède et aux États-Unis ;
- 2 publications dans des contextes et des revues reconnues (une troisième en cours de finalisation) ;
- 1 webdoc intitulé « De porte à portes ».

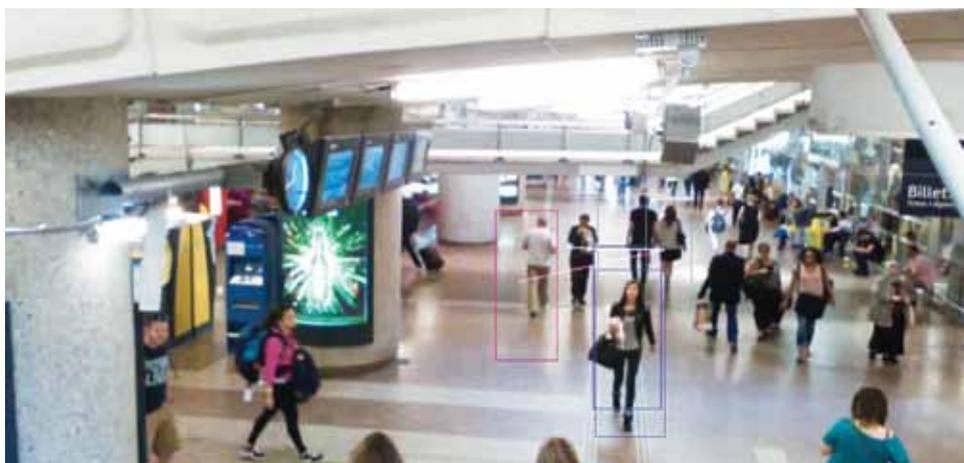
PARTENAIRES

Laboratoire partenaire

- * Laboratoire d'Informatique, Systèmes, Traitement de l'Information et de la Connaissance (LISTIC) - USMB

Partenaire socio-professionnel

- Société Ténévia





2.

INTERACTIONS HOMMES / ENVIRONNEMENT

5. Quantification des flux de pratiquants de sport de montagne par éco-compteurs dans le cadre de l'étude des interactions humain / animal (ECOCO)
6. Suivi de l'impact de l'érosion des sols sur les transferts vers les eaux souterraines de la Féclaz (SIESTES)
7. Apports de polluants atmosphériques aux lacs d'altitude via le manteau neigeux (SNOWINPUTS)

PROJET 5 : Quantification des flux de pratiquants de sport de montagne par éco-compteurs dans le cadre de l'étude des interactions humain / animal (ECOCO)

PRÉSENTATION

Le projet ECOCO est une contribution au projet interdisciplinaire d'étude des interactions entre les activités humaines de pleine nature et la faune sauvage, mené conjointement par Anne LOISON (laboratoire LECA*) et Clémence PERRIN-MALTERRE (laboratoire EDYTEM**), avec pour site d'étude le Parc naturel régional du Massif des Bauges (Geopark). Les sports de pleine nature se diversifient et leur popularité augmente rapidement, dans un cadre souvent non fédéré (la marche, le VTT, le ski de randonnée, le trail), conduisant à une présence humaine de plus en plus importante en montagne, un milieu important pour la biodiversité et la faune sauvage. Que ce soit pour la préservation des milieux et la limitation du dérangement de la faune sauvage par l'homme, les gestionnaires des espaces et des espèces ont besoin de connaissances sur :

1. les motivations, les connaissances, le profil sociologique et les comportements des pratiquants de sports de nature ;
2. la répartition géographique, la distribution temporelle et le nombre de pratiquants ;
3. les réponses comportementales des animaux emblématiques de montagne et leurs conséquences sur les populations sauvages.

Alors que les points (1) et (3) sont en cours d'étude depuis 2014, ECOCO contribue au point (2), qui vise à quantifier les flux de pratiquants de sports de nature dans l'espace, au cours des saisons et au sein des journées.

MÉTHODE

ECOCO a permis l'acquisition d'un éco-compteur, un dispositif qui permet de dénombrer les passages sur un chemin sans être visible par les randonneurs. Les données peuvent être téléchargées à partir d'un ordinateur par *bluetooth*. L'éco-compteur utilisé a la particularité d'être à double sens et de différencier ainsi les passages à la montée et à la descente. Il s'insère dans un réseau d'éco-compteurs existants. Il a été placé sur le sentier d'accès à l'alpage d'Armenaz, en direction des sommets du Pécloz et d'Armenaz, l'un des deux principaux sites d'étude des chamois par capture et marquage (notamment par colliers GPS).

AVANCÉES DU PROJET

Les données ont été enregistrées sans problème par l'éco-compteur d'ECOCO. Il continue de fonctionner et les données acquises seront analysées dans le cadre de la thèse de Colin KERQUANTON (2^e année de thèse sous la direction d'Anne LOISON).

Les résultats préliminaires montrent :



- Que le secteur d'Armenaz/Pécloz est moins fréquenté que les deux autres sites des hautes Bauges équipés du dispositif, probablement parce que l'accès y est plus long et plus raide ;
- Qu'il existe des différences importantes de jour en jour et d'heure en heure dans la fréquentation.

Ces données seront mises en relation (analyses en cours par des étudiants de master) avec le comportement, les mouvements et l'utilisation de l'espace des chamois équipés de colliers GPS à capteurs d'activités, ainsi qu'avec la météo, qui explique certainement les variations de fréquentation. Au final, des modèles prédictifs des flux de pratiquants seront établis par Colin KEROUANTON et utilisés par le Parc naturel régional du Massif des Bauges pour établir des mesures de réglementation et d'information des pratiquants de sports de pleine nature.

DONNÉES CLÉS

Laboratoire porteur :

* Laboratoire d'Écologie Alpine (LECA)
CNRS, UGA, USMB

Composante de rattachement :

UFR Sciences et Montagne

Porteuse du projet :

Anne LOISON
anne.loison@univ-smb.fr
04 79 75 86 00

Durée du projet : 1 an

MOTS CLÉS

Environnement, offre touristique et nouvelles pratiques

CHIFFRES CLÉS

- 2 chercheurs impliqués ;
- 2 doctorants USMB-LECA ;
- 2 chargés de mission Parc naturel régional du Massif des Bauges ;
- 1 journée d'installation ;
- 1 journée par mois pour récupérer les données sur site ;
- 30 000 passages comptés (qui permettent d'analyser les variations mensuelles, journalières et horaires de la fréquentation).

PARTENAIRES

Laboratoire partenaire

- ** Environnements Dynamiques et Territoires de la Montagne (EDYTEM) - CNRS, Ministère de la Culture et de la Communication, USMB

Partenaires socio-professionnels

- Parc naturel régional du Massif des Bauges
- Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS)

PROJET 6 : Suivi de l'impact de l'érosion des sols sur les transferts vers les eaux souterraines de la Féclaz (SIESTES)

PRÉSENTATION

Le projet visait à étudier l'impact d'une coupe sanitaire importante (40 ha) sur un karst de moyenne montagne. Cet impact a été étudié au niveau de la qualité de l'eau notamment en vue d'améliorer la compréhension des mécanismes de transfert des matières organiques et minérales depuis les sols (érodés par une coupe sanitaire) vers les eaux souterraines. Un travail a également été mené quant à l'impact de cette coupe sur les pratiques et sur les représentations que l'on se fait de ce milieu au niveau des sportifs mais également au niveau des usagers professionnels socio-économiques ou institutionnels. Enfin, un transfert de ces connaissances vers les gestionnaires de l'eau a été conduit notamment en développant des indicateurs en continu de la qualité bactériologique.

MÉTHODE

Les méthodes utilisées ont été fondées sur le couplage entre du *monitoring* de la qualité de l'eau (mesure en continu des paramètres hydrométriques classiques couplés à des mesures de la fluorescence naturelle des matières organiques dissoutes ou/et particulières transportées par l'eau), des analyses ponctuelles chimiques comprenant les éléments majeurs et des micropolluants (HAP) et des analyses bactériologiques réalisées par Chambéry Métropole - Coeur des Bauges.

Pour ce qui concerne l'impact de la coupe sur les pratiques, des enquêtes semi ouvertes ont été conduites durant les saisons d'hiver et d'été auprès des pratiquants.

AVANCÉES DU PROJET

Les résultats appliqués et fondamentaux ont été obtenus :

- L'étude de la qualité de l'eau du système karstique Féclaz Lachat Doria en lien avec Chambéry Métropole - Coeur des Bauges a permis de montrer la très grande vulnérabilité (contamination bactériologique, érosion des sols) de la ressource. Cette étude a conduit l'agglomération à abandonner l'exploitation de cette ressource en eau potable et à modifier l'alimentation de la Féclaz. Suite à cette étude, ce captage est aujourd'hui exclusivement exploité pour la neige de culture ;
- Du point de vue de l'impact de la coupe sanitaire sur les pratiques sportives, les résultats des enquêtes montrent peu d'impacts pour les pratiquants hivernaux et une plus grande prise de conscience pour les pratiquants estivaux sans pour autant induire une modification dans leurs pratiques ;
- Du point de vue fondamental, cette étude a permis de montrer la capacité du *monitoring* en

spectrofluorescence et des profils HAPs (micropolluants) à démontrer, voire à quantifier l'érosion des sols. Il a été démontré que ces techniques permettent de suivre la part particulière du transport de matières organiques depuis les sols.

MOT CLÉ Environnement

DONNÉES CLÉS

Laboratoire porteur :

Environnements Dynamiques et Territoires de la Montagne (EDYTEM)
CNRS, Ministère de la Culture et de la Communication, USMB

Composante de rattachement :

UFR Sciences et Montagne

Porteur du projet :

Yves PERRETTE
yves.perrette@univ-smb.fr
04 79 75 88 78

Durée du projet : 1 an

CHIFFRES CLÉS

- 8 chercheurs impliqués ;
- 2 stagiaires ;
- 1 mémoire de 2^e année de master ;
- 1 publication en cours ;
- 2 mois d'enquêtes sur le terrain ;
- 36 séries d'analyses chimiques.



PARTENAIRES

Laboratoire partenaire

- Laboratoire de Chimie Moléculaire et Environnement (LCME), USMB

Partenaire socio-professionnel

- Chambéry Métropole - Coeur des Bauges

PROJET 7 : Apports de polluants atmosphériques aux lacs d'altitude via le manteau neigeux (SNOWINPUTS)

PRÉSENTATION

Le manteau neigeux et la glace présents sur les lacs d'altitude en hiver constituent des compartiments de stockage des polluants inclus dans les flocons de neige ou incorporés depuis l'air après dépôt. Lors de la fonte nivale, ces polluants venus de l'atmosphère peuvent donc être transférés au milieu aquatique lacustre. Le projet SNOWINPUTS avait pour objectifs de :

1. quantifier les quantités de polluants organiques persistants et d'azote présents dans la neige et la glace déposée/formée sur un lac d'altitude alpin pendant la période hivernale ;
2. d'évaluer les modalités de transferts de ces polluants au lac au moment de la fonte nivale (durée, intensité et spéciation des apports) ;
3. de permettre de déterminer les transferts majoritaires lors de la fonte impactant ainsi la qualité de l'écosystème aquatique puisque la fusion nivale se déroule au moment où l'activité biologique du lac redémarre (mai-juin).

MÉTHODE

Cette étude a été réalisée sur un site déjà instrumenté et étudié par nos laboratoires : le lac de la Muzelle, situé dans le Parc national des Écrins (PNE). Ce lac fait partie des sites labellisés par le réseau Lacs Sentinelles dont sont

membres l'USMB et le PNE. Ce lac situé à 2 200 m d'altitude est éloigné de toute source de pollution directe et n'est soumis qu'à des polluants provenant de transport atmosphérique à moyenne et longue distance. Le lac, profond d'une dizaine de mètres, est englacé sept à huit mois par an (de novembre à mai en général). Afin de quantifier les polluants organiques persistants et la signature chimique en azote présents dans la neige, la glace et l'eau du lac en hiver et lors de la fonte, trois campagnes d'échantillonnage (neige, glace et eau lac) ont été réalisées en 2016 : en février et avril (deux périodes où le lac est englacé) et en juin au moment de la fonte nivale. L'équipe scientifique et le matériel ont été transportés jusqu'au lac par hélicoptère puisque ce lac n'est pas accessible à pied en hiver. Les échantillons ont tous été rapportés au laboratoire pour être filtrés afin de distinguer les polluants présents sous forme particulaire et dissoute puis analysés par chromatographie au laboratoire.

AVANCÉES DU PROJET

Les résultats obtenus lors de ce projet montrent que les polluants organiques persistants sont bien présents dans la neige et la glace recouvrant le lac pendant l'hiver. Les concentrations mesurées sont supérieures à celle de l'eau du lac pendant la période estivale. Au cours de l'hiver, les signatures chimiques en polluants organiques persistants évoluent dans le manteau



neigeux et la glace ainsi que la répartition entre les phases dissoute et particulaire montrant une accumulation au cours de l'hiver. Puis le transfert à l'eau du lac lors de la fonte est très rapide, en quelques jours seulement. L'apport au lac se fait donc de manière intensive et ponctuelle pouvant affecter l'écosystème lacustre sur une courte période. La signature chimique en azote montre que de l'azote provenant de l'atmosphère est bien apporté au lac via la neige et la glace.

Tous ces résultats ont été présentés auprès des gestionnaires des parcs naturels lors des 7^e rencontres scientifiques et techniques du réseau Lacs Sentinelles, qui ont eu lieu en octobre 2016 pour leur permettre de mieux connaître comment leurs territoires de parcs préservés de toute pollution directe sont impactés par des polluants issus de transport atmosphérique longue distance.

MOT CLÉ Environnement

DONNÉES CLÉS

Laboratoire porteur :

Laboratoire de Chimie Moléculaire et Environnement (LCME) - USMB

Composante de rattachement :

UFR Sciences et Montagne

Porteuse du projet :

Christine PIOT

christine.piot@univ-smb.fr

04 79 75 88 37

Durée du projet : 1 an

CHIFFRES CLÉS

- 4 chercheurs impliqués ;
- 2 ingénieurs d'études ;
- 1 stagiaire de 2^e année de master ;
- Retranscription de 43 entretiens ;
- 3 campagnes de terrain ;
- 448 L de neige échantillonnée, transportée par hélicoptère puis filtrée au laboratoire ;
- 1 présentation orale des premiers résultats aux 7^e rencontres scientifiques et techniques du réseau Lacs Sentinelles en octobre 2016.

PARTENAIRES

Laboratoires partenaires

- Centre Alpin de Recherche sur les Réseaux Trophiques et les Écosystèmes Limniques (CARRTEL) - INRA, USMB
- Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement (LGGE) - CNRS, UGA

Partenaire socio-professionnel

- Parc national des Écrins



3.

SPORT / SANTÉ / BIEN-ÊTRE

8. Rôles de l'hémoglobine musculaire dans l'adaptation de l'homme à l'altitude, implication dans le domaine de la santé (ALTI-FER)
9. Interventions préventives innovantes de l'état de stress post-traumatique auprès des professionnels de la montagne (STEP)
10. Développement et validation d'un système embarqué de mesure des forces en 3 dimensions (MEF3D)
11. Hypoxie-Saisies (HYPOX)

PROJET 8 : Rôles de l'hémoglobine musculaire dans l'adaptation de l'homme à l'altitude, implication dans le domaine de la santé (ALTI-FER)

PRÉSENTATION

Le fer est indispensable à la vie des mammifères dont l'Homme. Il se trouve majoritairement dans l'hémoglobine et la myoglobine. Avec un total d'environ 5g contenu dans l'ensemble de l'organisme humain, ce métal intervient dans de nombreuses et diverses fonctions. Dans notre organisme, la propriété principalement utilisée du fer est sa capacité à échanger des électrons qui lui permet de participer à un très grand nombre de réactions enzymatiques basées sur un processus d'oxydoréduction.

Parmi ces différentes fonctions, on notera par exemple son rôle dans le transport d'oxygène avec 60 % du fer total associé à l'hémoglobine, son rôle dans la synthèse d'ADN, son rôle dans la respiration cellulaire à travers les structures fer-soufre et les cytochromes, ou encore dans le bon fonctionnement des défenses immunitaires. Il est connu que des modifications du métabolisme du fer peuvent générer des maladies graves comme l'hémochromatose, mais, récemment, il a été montré que de nombreux membres de l'équipe de France de ski de fond avaient un taux de fer anormalement important et présentaient des mutations dans certains gènes impliqués dans la régulation de ce métabolisme. En fonction de l'environnement et du niveau d'activité physique, les modifications de ce métabolisme pourraient être la source de pathologies ou d'améliorations de l'appareil locomoteur.

Pourtant peu d'études se consacrent au rôle du fer dans la cellule musculaire, que ce soit lié à des enjeux de santé ou de performance sportive. C'est pourquoi le projet ALTI-FER se consacre à la compréhension du rôle du fer dans la cellule musculaire dans des contextes variés (altitude, exercice, physiopathologie, etc.).

MÉTHODE

Les travaux scientifiques reposent sur l'analyse du muscle squelettique humain (biopsies musculaires réalisées dans le muscle *vastus lateralis*) de sujets sédentaires ou entraînés, malades (drépanocytose, BPCO) ou sains et de modèles animaux (souris âgées et jeunes) ayant des mutations géniques induisant des modifications de leurs performances motrices et/ou de leur métabolisme énergétique.

AVANCÉES DU PROJET

Le financement de ce projet a permis de poser les bases de collaborations et de débiter les expérimentations. Les muscles murins et les biopsies humaines qui seront prochainement analysés sont en cours de collecte. Le développement de ce projet a permis d'attirer de nouveaux partenaires (UPMC, UCL, Institut de la santé du Luxembourg) impliqués dans des enjeux forts de santé publique (vieillesse, myopathie, cancer, etc.) et d'apporter un nouvel angle de recherche, original et innovant sur ces sujets.



MOTS CLÉS

Défi blanc

DONNÉES CLÉS

Laboratoire porteur :

Laboratoire Interuniversitaire de Biologie de la Motricité (LIBM) - Université Claude Bernard Lyon 1, Université Jean Monnet, USMB

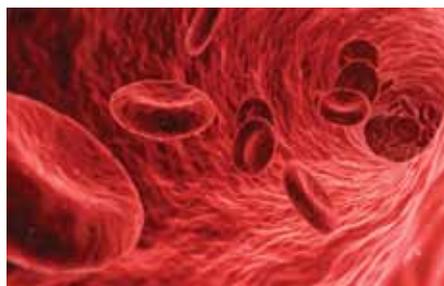
Composante de rattachement :

UFR Sciences et Montagne

Porteur du projet :

Christophe HOURDÉ
christophe.hourde@univ-smb.fr
04 79 75 81 98

Durée du projet : 2 ans



© FFSU, Phabry, Université Savoie Mont Blanc

CHIFFRES CLÉS

- 3 chercheurs et enseignants-chercheurs ;
- 2 étudiants en thèse ;
- 1 étudiant en master ;
- 2 étudiants en 1^{re} année d'école supérieure de biotechnologie.

PARTENAIRES

Laboratoires partenaires

- Laboratoire de Bioénergétique Fondamentale et Appliquée (LBFA) - UGA
- Institut de Recherche bioMédicale et d'Épidémiologie du Sport (IRMES-INSEP), Université Paris Descartes

Partenaires socio-professionnels

- CRITT de Savoie
- EPI Santé

PROJET 9 : Interventions préventives innovantes de l'état de stress post-traumatique auprès des professionnels de la montagne (STEP)

PRÉSENTATION

Le projet STEP fait suite à un programme de recherche engagé et financé via les appels à projets de l'USMB depuis 2014. Certains professionnels de l'arc alpin sont activement impliqués dans une activité en montagne, un lieu instable et imprévisible où le danger est omniprésent. Ils sont très fréquemment exposés à des événements traumatiques. Cette population est donc susceptible de développer un ensemble de troubles psychologiques pouvant aller jusqu'à un état de stress post-traumatique invalidant. Après avoir établi un état des lieux des facteurs de risques auprès des professionnels de la montagne de l'arc alpin, le projet STEP a permis d'élaborer deux types d'interventions de prévention primaire des troubles psychologiques dont l'impact et l'efficacité en termes d'adhésion ont été comparés.

L'autre associait à l'intervention psychologique un entraînement physiologique visant une augmentation de la flexibilité vagale et une meilleure régulation physiologique (meilleure régulation de la réponse de peur devant faciliter un retour physiologique plus rapide au repos). Pour les deux types d'interventions, les participants se sont précédemment prêtés à de multiples mesures de résistance au stress (via des indices reflétant leur état physiologique et psychologique). L'ensemble de ces mesures a été ensuite renouvelé 1 mois puis 6 mois après l'intervention. Les financements octroyés ont principalement permis d'effectuer les mesures post-interventionnelles (à 6 mois) et d'acquérir le matériel nécessaire de mesures physiologiques.

MÉTHODE

Grâce aux études financées précédemment, deux types d'interventions innovantes reposant sur des données probantes ont été élaborées. L'une d'elle reposait exclusivement sur l'utilisation d'outils psychologiques permettant de faire face à la survenue d'un événement traumatique (renforcement de la flexibilité du *coping**, remédiation cognitive quant à la notion de contrôle, gestion de la détresse des familles de victimes).

* la manière utilisée par les individus pour appréhender le facteur de stress.

AVANCÉES DU PROJET

Cent dix professionnels de la montagne (Chasseurs Alpins, médecins urgentistes héliportés, Protection Civile, Guides Formateurs de l'ESNA) ont suivi l'une des deux formations innovantes de prévention du stress post-traumatique menées par des psychologues.

Les premiers résultats de ce programme ont été communiqués dans les différentes structures partenaires de ces études :

- Traber D., Le Barbenchon E., Dantzer C., Hot P., Pellissier S. (2016). Renforcer ses ressources pour faire



face à l'adversité - Présentation de l'étude menée par l'Université Savoie Mont Blanc - Communication orale présentée lors de la rencontre annuelle des CRS, Albertville.

- Traber D., Le Barbenchon E., Pellissier S. (2016). Comment prévenir le trouble de stress post-traumatique en prévention primaire chez les guides de haute montagne ? : bilan des travaux en cours, réflexion sur la création d'un outil sur la gestion du stress. Réunion annuelle du Syndicat National des Guides de Montagne - Communication orale, Yenne 9 et 10 Novembre 2016.
- Traber D., Le Barbenchon E., Pellissier S. (2016). Caractéristiques de la population des guides - Étude menée par l'Université Savoie Mont Blanc - Communication. Poster présenté lors de l'assemblée générale des guides à Chamonix, Décembre 2016.
- Traber D., Le Barbenchon E., Pellissier S. (2016). Exposition à des événements difficiles et le sens de la mission - étude menée par l'Université Savoie Mont Blanc - Communication. Poster présenté lors de l'assemblée générale des guides à Chamonix, Décembre 2016.

Les collaborations se poursuivent au-delà de la formation initiale offerte aux professionnels lors de ce programme de recherche. Ce type de formation pourrait en effet être intégré aux programmes de

formations professionnelles destinées aux métiers de secouristes et guides de montagne. La pertinence de transférer ces interventions à des professionnels du secours intervenant en dehors du contexte montagne est également à l'étude.

Les résultats de ce programme de recherche ont déjà donné lieu à une valorisation scientifique par des communications écrites et de très nombreuses communications à congrès européens et français :

- Traber D., Le Barbenchon E., Hot P., Dantzer C., Pellissier S. (soumis). *Prevalence associated to Post-Traumatic Stress Disorder among mountain workers.*
- Le Barbenchon E., Dantzer C., & Pellissier S. (à paraître en 2017). La prévention primaire des Etats de Stress Post-Traumatique. Dans R. Garcia et F. Canini (Eds) : *Le psychotrauma.*
- Traber D., Le Barbenchon E., Hot P. & Pellissier S. (accepté, 2017). *Post-Traumatic Stress Disorder in mountain workers. XV Conference of the European Society for Traumatic Stress Studies.* Odense, Denmark.
- Le Barbenchon E., Traber D., Dantzer C. & Pellissier S. (accepté, 2017). *What is the rationale for primary prevention in PTSD? XV Conference of the European*

Society for Traumatic Stress Studies.
Odense, Denmark.

- Traber D., Le Barbenchon E., Pellissier S., Hot P., Dantzer C., (2016). *Prevalence and factors of risk and protection associated to Post-Traumatic Stress Disorder among French mountain rescuers.* *European Health Psychology Society and British Psychological Society Division of Health Psychology (EHPS/DHP) - Communication poster, Aberdeen, Scotland, 23-27 August 2016.*
- Traber D., Le Barbenchon E., & Pellissier S. (2016). *Le sens attribué à la mission professionnelle : facteur protecteur du stress des guides de montagne français.* XI Congrès International de Psychologie Sociale en Langue Française, Adrips, Genève.
- Traber D., Le Barbenchon E., Hot P., Dantzer C., Pellissier S. (2015). *Prevalence and factors associated to Post-Traumatic Stress Disorder among French mountain rescuers.* *Paper presented at 27^e Congrès de l'Association Française de Thérapie Comportementale et Cognitive, Paris.* Retrived from www.aftcc.org
- Traber D., Le Barbenchon E., Dantzer C., Hot P., Pellissier S. (2016). *Comment prévenir le trouble de stress post-traumatique ? : illustration auprès des professionnels de la montagne.*

Société Française de Psychologie -
Communication orale, Paris, 7-8-9
Septembre 2016)

- Traber D., Le Barbenchon E., Hot P., Dantzer C., Pellissier S. (2016). *Prévenir l'état de stress post traumatique par des interventions innovantes chez les secouristes en montagne.* Communication orale présentée au 7^e Journée du réseau ABC psychotraumas, Paris. Retrived from www.abcpsychotraumas.fr
- Traber D., Le Barbenchon E., Pellissier S., (2016). *Le sens attribué à la mission professionnelle : facteur protecteur du stress des Guides de montagne français.* Communication orale présenté au Congrès International de Psychologie Sociale en Langue Française, Genève. www.unige.ch/fapse/CIPSLF2016



MOTS CLÉS

Défi blanc

DONNÉES CLÉS

Laboratoire porteur :

Laboratoire Interuniversitaire de Psychologie – Personnalité, Cognition, Changement Social (LIP-PC2S) - UGA, USMB

Composante de rattachement :

UFR Lettres, Langues et Sciences Humaines

Porteuse du projet :

Emmanuelle LE BARBENCHON
emmanuelle.le-barbenchon@univ-smb.fr
04 79 75 83 90

Durée du projet : 1 an



CHIFFRES CLÉS

- 4 chercheurs ;
- 189 questionnaires recueillis ;
- 189 entretiens individuels ;
- 200 heures de mesures physiologiques ;
- 50 heures de formation pour 110 secouristes professionnels formés à la prévention du TSPT au sein de leur institution.

PARTENAIRES

Laboratoire partenaire

- Laboratoire de Psychologie et Neurocognition (LPNC) - CNRS, UGA, USMB

Partenaires socio-professionnels

- Chasseurs Alpains (Chamonix, Annecy, Chambéry, Grenoble)
- Médecins urgentistes hélicoptéistes de Saint-Jean-de-Maurienne
- Protection Civile 74 (Gaillard, Annecy)
- Guides Formateurs de l'ENSA (École Nationale de Ski et d'Alpinisme) de Chamonix
- Guides membres de la SNGM (Syndicat National des Guides de Montagne France)
- ABC des Psychotraumas

PROJET 10 :

Développement et validation d'un système embarqué de mesure des forces en 3 dimensions (MEF3D)

PRÉSENTATION

Ce projet vise à développer, sur 3 années, un système d'acquisition embarqué de mesure des forces de réaction (et des moments) en 3 dimensions à l'interface ski alpin / skieur.

Quatre principaux défis sociétaux pourront être relevés à l'issue de ce développement :

1. Un enjeu scientifique en disposant de mesures biomécaniques précises et écologiques des contraintes de force en ski alpin, pour mieux appréhender cette activité ;
2. Un défi sociétal dans le domaine de la santé, grâce à une meilleure compréhension des contraintes mécaniques qui s'appliquent au corps humain lors de la pratique et des chutes de façon à les réduire ;
3. Un enjeu technologique par le développement de nouveaux équipements de ski alpin issus de l'intégration de données objectives (biomécaniques, physiologiques, etc.) dans l'évaluation de produits sportifs ;
4. Un défi de performance en proposant un outil d'aide à l'entraînement des athlètes permettant d'objectiver la performance par le biais de données expérimentales de leurs pratiques.

MÉTHODE

Après la mise en place du cahier des charges, le système de mesures a été développé en collaboration avec l'entreprise Sensix (Poitiers) spécialisée dans le domaine. Les étapes ont été les suivantes : des essais de capteurs de forces pour valider ceux retenus, la validation théorique des résistances des différentes pièces et assemblages (méthode éléments finis), la production des pièces mécaniques (connecteurs) en différentes versions (V1 plastique en impression 3D pour tester l'architecture à Vx en aluminium pour la résistance), l'assemblage de ces pièces et des équipements (ski, fixation, chaussure) pour finir par des premières mesures en laboratoire, afin de calibrer ce système en comparaison avec un référentiel plate-forme de forces.

AVANCÉES DU PROJET

Le système est achevé, assemblé à la chaussure de ski et à la fixation. Il est capable de mesurer précisément les forces et les moments en 3D à l'interface ski-chaussure lors de la pratique.

Ce système est en cours de validation au laboratoire sur les différents critères (reproductibilité, variabilité, sensibilité, discrimination de la mesure, erreur, etc.). De plus, il a été utilisé sur neige en situation réelle de pratique par des compétiteurs, qui ont souligné son caractère intégratif et non perturbant.



Il répond entièrement à notre cahier des charges initial, pourtant complexe et ambitieux car codirigé par des partenaires avec des attentes différentes : l'entreprise Salomon, la Fédération Française de Ski, le laboratoire LIBM* et l'Institut Pprime.

Des publications de validation sont en cours.

MOTS CLÉS

Équipements pour le sport et pratiques associées

DONNÉES CLÉS

Laboratoire porteur :

* Laboratoire Interuniversitaire de Biologie de la Motricité (LIBM) - Université Claude Bernard Lyon 1, Université Jean Monnet, USMB

Composante de rattachement :

UFR Sciences et Montagne

Porteuse du projet :

Frédérique HINTZY
frederique.hintzy@univ-smb.fr
04 79 75 81 34

Durée du projet : 3 ans (2^e année)

CHIFFRES CLÉS

- 1 thèse en cours ;
- 2 publications ;
- 2 congrès ;
- 6 expérimentations et 30 sujets (personnes équipées qui ont testé le dispositif).

PARTENAIRES

Laboratoire partenaire

- Institut Pprime, Équipe Robotique, Biomécanique, Sport, Santé (ROBIOSS), CNRS - Université de Poitiers - ENSMA

Partenaires socio-professionnels

- Cluster Sporaltec
- Fédération Française de Ski (FFS)
- Société Salomon (Annecy)
- Société Sensix (Poitiers)



PROJET 11 : Hypoxie-Saisies (HYPOX)

PRÉSENTATION

Le projet Hypoxie-Saisies repose sur la compréhension des mécanismes physiologiques bénéfiques associés à l'altitude.

Il s'articule autour de la collaboration de trois partenaires principaux :

1. le laboratoire LIBM avec le doctorat d'un étudiant, Arthur PEYRARD, dont la thèse est en partie financée par le Conseil Savoie Mont Blanc ;
2. l'Institut des Sciences du Sport de Lausanne avec la collaboration du Pr. Grégoire MILLET, un des experts les plus reconnus à l'international dans le domaine ;
3. la station des Saisies, village savoyard à l'avant-garde sur cette réflexion, situé à 1600-1800m d'altitude et qui cofinance la thèse du doctorant sur cette problématique.

Une des caractéristiques physiologiques associées à l'altitude est la notion d'hypoxie, c'est-à-dire l'incapacité de l'organisme à fixer et assimiler l'oxygène aussi efficacement qu'il pourrait le faire en plaine. La recherche avance sur les effets délétères induits par cette hypoxie, mais ce que l'on comprend moins bien et qui constitue un enjeu majeur pour les années à venir, c'est l'identification et la compréhension des contextes bien particuliers qui permettent d'aboutir à des effets bénéfiques associés à des expositions en altitude, et ce pour diverses populations, sportives ou plus fragiles.

MÉTHODE

La station des Saisies dispose d'un centre d'entraînement en altitude équipé d'un outil de pointe : une chambre hypoxique qui permet de façon parfaitement maîtrisée et sécurisée d'exposer des personnes à des altitudes simulées plus hautes que l'altitude réelle de la station en allant jusqu'à des altitudes extrêmes supérieures à 5 000 m. La station propose ainsi une configuration unique dans les Alpes pour la préparation spécifique de sportifs de haut niveau ou la préparation pour des expéditions en haute altitude par exemple. Comme un facteur de démarcation fort, la station explore ainsi avec l'université un potentiel scientifique riche en termes de développement de nouvelles méthodologies d'entraînement et de préparation à la montagne. En parallèle, l'objectif à moyen terme est d'identifier comment l'altitude et l'exercice en altitude pourront être utilisés à des fins de « santé / bien-être » sur des populations senior ou pathologiques (obésité par exemple). Le challenge consiste à préciser les situations et développer les méthodologies qui ont et auront le potentiel d'être bénéfiques pour la performance d'une part et la prise en charge de certains patients.

Les travaux scientifiques récents laissent présager une place intéressante à ce type d'initiatives, pour construire des compléments à l'arsenal thérapeutique dont on dispose aujourd'hui pour un certain nombre de pathologies.



La station des Saisies est aujourd'hui clairement à l'avant-garde des stations de moyenne montagne sur ces enjeux majeurs de développement et de diversification de l'offre de services.

AVANCÉES DU PROJET

Comme programmé, après écriture et soumission du protocole au Comité d'Ethique, un doctorant a mis en place, avec la collaboration de notre partenaire suisse (Lausanne), une première étude expérimentale de laboratoire dans son intégralité. Cette expérimentation dans les locaux de l'Institut des Sciences du Sport de Lausanne a totalisé plus de 75 sessions de tests de 2h30 (15 sujets x 5 sessions par sujet). Cette étude a porté sur la compréhension des déterminants de la performance et de la fatigue lors d'une session de répétition de sprints réalisés sur le haut du corps (pédalage à bras) en condition d'hypoxie systémique (environnement en altitude simulée) et/ou en condition d'hypoxie localisée (restriction du flux sanguin dans les membres actifs par occlusion externe mécanique). Ce fut donc une étude de laboratoire (menée en chambre hypoxique à Lausanne) mais répondant à une problématique de terrain grandissante, y compris pour le centre d'entraînement de la Station des Saisies. En effet, ce type d'entraînement en répétition de sprints sur le haut du corps renvoie à l'optimisation de la performance dans les disciplines

sollicitant les membres supérieurs (e.g. ski de fond, ski alpinisme, canoë-kayak, etc.).

Parallèlement, des entraînements sur le site des Saisies ont également pu être mis en place sur des athlètes français de niveau international ; 1 skieur alpiniste (Mathéo JACQUEMOUD, vainqueur de la Pierra Menta 2016) et une VTTiste spécialiste de marathon (Manon SOCQUET, 2 top 10 en 2016 en Marathon *UCI World Series*, 5^e au classement général mondial Marathon UCI). En moyenne, ces athlètes ont pu bénéficier, via cette méthodologie innovante d'entraînement, d'une augmentation de leur capacité à répéter des sprints de l'ordre de 30 % après seulement huit séances spécifiques.

Les entraînements et protocoles sur site seront à développer davantage au cours de l'année prochaine mais, au final, c'est déjà un bilan très positif pour cette première année de projet.



MOTS CLÉS

Offre touristique et nouvelles pratiques

DONNÉES CLÉS

Laboratoire porteur :

Laboratoire Interuniversitaire de Biologie de la Motricité (LIBM) - Université Claude Bernard Lyon 1, Université Jean Monnet, USMB

Composante de rattachement :

UFR Sciences et Montagne

Porteur du projet :

Thomas RUPP
thomas.rupp@univ-smb.fr
04 79 75 81 23

Durée du projet : 3 ans

CHIFFRES CLÉS

- 1 thèse en cours ;
- 5 enseignants-chercheurs impliqués ;
- 100 sessions de tests sur site ou en laboratoire.

PARTENAIRES

Laboratoire partenaire

- Institut des Sciences du Sport de Lausanne (ISSUL) - Suisse

Partenaires socio-professionnels

- Conseil Savoie Mont Blanc
- CRITT de Savoie
- SAEM Les Saisies-Village-Tourisme



L'AAP MONTAGNE 2016 EN CHIFFRES CLÉS

11 projets de recherche

Plus de 60 chercheurs de l'USMB impliqués

11 laboratoires de l'USMB engagés

CARTEL ■ EDYTEM ■ ISTERre ■ LAMA ■ LCME ■ LECA ■ LIBM ■ LISTIC ■ LIP-PC2S ■ LOCIE ■ LPNC

10 centres de recherche partenaires, en France et à l'étranger

Centre national de la recherche scientifique (CNRS) ■ École Polytechnique Fédérale de Lausanne - Suisse ■ Institut des Sciences du Sport (ISSUL) - Université de Lausanne - Suisse ■ Institut de Recherche bioMédicale et d'Épistémologie du Sport - IRMES-INSEP - Université Paris Descartes ■ Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (IRSTEA) ■ Institut Pprime, Équipe Robotique, Biomécanique, Sport, Santé - ROBIOS - Université de Poitiers ■ Laboratoire de Bioénergétique Fondamentale et Appliquée - LBFA - Université Grenoble Alpes ■ Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement - LGGE, Université Grenoble Alpes ■ *Laboratorio de Sistemas Termicos* - Université du Parana - Curitiba, Brésil ■ *Laboratory of Differential Equations - Lavrentyev Institute of Hydrodynamics*, SB RAS, Université de Novossibirsk, Russie

24 partenaires socios-professionnels engagés

ABC des Psychotraumas ■ Chambéry Métropole - Cœur des Bauges ■ Chasseurs Alpains ■ Conseil Savoie Mont Blanc ■ CRITT de Savoie ■ École nationale de Ski et d'Alpinisme (ENSA) de Chamonix ■ EPI Santé ■ LABEX ITEM ■ Médecins urgentistes hélitreuillés de Saint-Jean-de-Maurienne ■ Fédération Française de Ski (FFS) ■ Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS) ■ Parc national des Écrins ■ Parc naturel régional du Massif des Bauges ■ Peloton de Gendarmerie de Haute Montagne (PGHM) ■ Protection Civile 74 ■ Région Auvergne-Rhône-Alpes ■ Réseau des CCI de Montagne ■ Société Salomon ■ Société Sensix ■ Cluster Montagne ■ Cluster Sporaltec ■ Station des Saisies ■ Syndicat National des Guides de Haute Montagne (SNGM) France ■ Société Ténévia

Des centaines d'heures sur le terrain

Tous les projets sur



