

# LIVRET D'EXPOSITION

EXPOSITION REGIONALE ITINERANTE GRAND PUBLIC

# VERS DES LENDEMAINS SPORTIFS

QUAND SCIENCE ET SPORT  
FONT ÉQUIPE



[www.univ-smb.fr/scienceetsport/](http://www.univ-smb.fr/scienceetsport/)

Univ. Grenoble Alpes  
Université de l'innovation

financé par  
IDEX Université Grenoble Alpes

UNIVERSITÉ  
Clermont  
Auvergne

UNIVERSITÉ  
DE LYON

UNIVERSITÉ  
SAVOIE  
MONT BLANC

La Région  
Auvergne-Rhône-Alpes

# SOMMAIRE

LA SCIENCE ET LE SPORT.....p. 3

APPRENDRE.....p. 7

Les faces cachées de l'arbitrage  
Formation par la vidéo

SOIGNER.....p. 12

Activité physique et drépanocytose  
Vibrations et renforcement neuromusculaire  
Obésité

SE DEPASSER.....p. 18

Ultra-trail  
Le burnout sportif  
Enfants athlètes

SE CONNAITRE.....p. 25

Pose du pied  
Application MyJump  
Drones et escalade

GRAVIR.....p. 32

Hypoxie  
Histoire du tourisme sportif alpin  
Femmes alpinistes  
Accidentologie de montagne

# Introduction

Dans le cadre du réseau inter-universitaire de culture scientifique et technique en région Auvergne Rhône-Alpes, cette exposition itinérante a pour objectif de mettre en valeur le dynamisme et l'excellence de la recherche universitaire, la collaboration entre les acteurs et les spécificités de chaque site, autour de la thématique « Sport, Science et Société », dans un contexte contemporain tourné vers l'innovation.

Ce projet est porté par un Comité de pilotage représentant les différents regroupements universitaires de la région à savoir :

- **Pascale Balland**, chargée de mission CST à l'Université Savoie Mont Blanc (USMB)
- **Hélène Deschamps**, cheffe de projet CST au sein de la ComUE Université Grenoble Alpes (UGA)
- **Caroline Barathon**, chargé de projet IDEX Rayonnement Social et Culture à la ComUE UGA
- **Jérémi Barlier**, assistant de projet culturel rattaché à la ComUE UGA
- **Julie Polge**, assistante de projet culturel rattachée à la ComUE UGA
- **Florence Belaën**, directrice Culture, Sciences et Société à l'Université de Lyon
- **Samuel Belaud**, chef de projet CST à l'Université de Lyon
- **Bettina Aboab**, chargée de mission Direction CSTI à l'Université Clermont Auvergne
- **Camille Rivière**, responsable de la cellule de diffusion CSTI à l'Université Clermont Auvergne

Le contenu de l'exposition est validé scientifiquement par un comité scientifique constitué de chercheurs de chaque pôle universitaire :

- **Laurent Messonnier**, professeur des universités à l'USMB et directeur du laboratoire LIBM
- **Samuel Vergès**, chercheur au laboratoire HP2 rattaché à l'UGA
- **Lionel Reveret**, chercheur à l'INRIA rattaché à l'UGA
- **Guillaume Millet**, professeur des universités à l'Université Jean Monnet de Saint-Etienne et chercheur au LIBM
- **Géraldine Rix-Lièvre**, professeure des universités à l'UCA et Directrice du laboratoire ACTé
- **Vincent Martin**, maître de conférences à l'UCA et chercheur au laboratoire AME2P
- **Bastien Soulé**, professeur des universités à l'UDL et directeur du laboratoire LVIS

# La science et le sport

## Module : CHERCHER

### 0. INTRODUCTION

Du sport, de l'activité physique, tout le monde en fait ! Mais la science du sport... Qu'est-ce que c'est ? L'exposition Vers des Lendemains Sportifs vous emmène autant dans les laboratoires de recherche qu'au sommet du mont Blanc, dans les salles de classes, sur les terrains de foot et de rugby ou encore dans la ville la plus haute du monde pour vous faire découvrir les incroyables résultats des chercheurs en sport. L'avenir du sport est à portée de main lorsque science et sport font équipe !

### 1. DEFINITIONS

Avant de commencer, un petit point s'impose. Sport, activité physique, exercice physique... Quelles différences ? Il y a quelques nuances...

- L'activité physique : Selon l'OMS, l'activité physique correspond à « tout mouvement produit par les muscles squelettiques responsables d'une augmentation de la dépense énergétique ». Au repos, notre organisme dépense de l'énergie en continu : le cœur pompe, l'estomac digère, le sang circule, etc. Environ 70% de notre énergie quotidienne est utilisée pour que notre corps assure ses fonctions vitales. C'est ce qu'on appelle le métabolisme de base. Faire un mouvement dépense aussi de l'énergie qui s'ajoute à celle dépensée par le métabolisme de base. Tout mouvement est donc considéré comme une activité physique. Par exemple : faire le ménage, la vaisselle ou du jardinage.

- L'exercice physique : C'est une forme d'activité physique structurée et répétée dans le temps que l'on effectue pour améliorer sa condition physique et ses performances. L'exercice physique agit notamment sur la vigueur musculaire, la souplesse et l'aptitude à consommer de l'oxygène. Par exemple : aller courir deux fois par semaine.

- Le sport : C'est un exercice physique, généralement sous forme de jeu et/ou d'effort. Le sport implique un entraînement méthodique, le respect de règles définies et bien souvent un encadrement par une fédération spécifique. Par exemple : s'inscrire (et jouer) dans un club de handball.

### 2. LA RECHERCHE EN SPORT

La science du sport, on en entend peu parler et pourtant elle change notre quotidien... Qu'est-ce que c'est, et surtout, à quoi sert-elle ?

Pour commencer, on peut parler non pas d'une mais de plusieurs sciences du sport. Le sport et l'activité physique de façon générale sont des phénomènes passionnants à étudier sous de nombreux aspects : Quels sont les effets du sport sur le corps humain ? Comment le corps bouge-t-il lors d'une séance de sport ? Comment améliorer les performances des sportifs ? Comment améliorer sa santé grâce à l'activité physique et au sport ? Quels impacts ont les pratiques sportives sur l'environnement, l'économie et la société ? Peut-on faire de l'exercice physique lorsqu'on est enfant, malade ou âgé ? Autant de questions importantes auxquelles les chercheurs tentent de répondre pour mieux comprendre le corps humain, la société et la façon d'améliorer les choses !

Qui sont donc ces mystérieux chercheurs en sport ? Il ne faut pas croire, ce sont des humains comme tout le monde... D'ailleurs, beaucoup d'entre eux sont aussi des sportifs, parfois à haut niveau ! Les chercheurs et chercheuses qui s'intéressent à la thématique sportive peuvent avoir des spécialités très différentes selon les questions sur lesquelles ils travaillent. C'est ainsi qu'on retrouve des biologistes, des physiologistes, des sociologues, des historiens, des biomécaniciens, ou encore des ingénieurs spécialistes de l'activité physique et/ou du sport !

Bien sûr, les chercheurs et les chercheuses ne travaillent pas seuls dans leur laboratoire... la science est toujours un travail d'équipe ! Ces équipes réunissent souvent des chercheurs de plusieurs laboratoires, y compris à l'étranger. Il arrive que les recherches scientifiques se fassent en partenariat avec des structures variées selon les projets : des universités, des entreprises comme Petzl ou Salomon, des associations ou encore des communes.

### 3. LES LABORATOIRES DE LA REGION AURA (QUI ONT PARTICIPE)

La Région Auvergne-Rhône-Alpes a pour objectif de devenir la première région sportive de France. Il est vrai que de nombreuses pratiques sportives sont particulièrement présentes dans la région, notamment grâce aux Alpes qui rassemblent tous les sports de montagne.

Un certain nombre d'événements sportifs ont aussi lieu sur l'ensemble de la région AURA. C'est donc la région rêvée pour faire des recherches sur le sport et l'activité physique ! Beaucoup de laboratoires de recherche avec des domaines scientifiques variés travaillent sur cette thématique. Voici ceux qui ont participé à l'exposition Vers des Lendemain Sportifs.



Le **Laboratoire Interuniversitaire de Biologie de la Motricité (LIBM)** à Lyon, Saint-Etienne et Chambéry regroupe des chercheurs dans le domaine de la physiologie, de la biomécanique, des neurosciences et des sciences de l'ingénieur appliquées aux activités physiques et sportives et à la santé. On y étudie les différents aspects biologiques de la motricité allant de la cellule à l'organisme humain. Les recherches du LIBM développent des innovations pour améliorer la santé et la performance motrice.

Le **Laboratoire Hypoxie et Physiopathologie (HP2)** de Grenoble travaille sur la compréhension des mécanismes à l'origine des complications cardiovasculaires et métaboliques que provoque le syndrome d'apnées du sommeil. Au laboratoire HP2, L'équipe Hypoxie-Exercice étudie les liens entre l'hypoxie, les performances physiques et les maladies cardiovasculaires et respiratoires.



Le **Laboratoire Jean Kuntzmann (LJK)** est spécialisé en mathématiques appliquées et en informatique. Côté sport, certains chercheurs du LJK utilisent des outils informatiques et mathématiques pour modéliser les corps et les mouvements en 3D.

Le **Laboratoire sur les Vulnérabilités et les Innovations dans le Sport (L-VIS)** de Lyon étudie le phénomène sportif dans le domaine des Sciences Humaines et Sociales, et plus précisément l'innovation sportive et la vulnérabilité de la santé dans la pratique sportive. Les chercheurs du L-VIS viennent de différentes disciplines scientifiques telles que la sociologie, le droit, l'histoire, la psychologie ou encore le marketing et les



Le **Laboratoire des Adaptations Métaboliques à l'Exercice en conditions Physiologiques et Pathologiques (AME2P)** à Clermont-Ferrand travaille sur les liens entre le métabolisme (énergétique, musculaire, osseux) et l'activité physique. Les chercheurs de l'AME2P s'intéressent à ces sujets en tant qu'objectifs de performance et moyens d'intervention sur la santé.

Le **Laboratoire Activité Connaissance Transmission et Éducation (ACTé)** combine à la fois les sciences de l'éducation et les Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives (STAPS) à Clermont-Ferrand. Les chercheurs du laboratoire ACTé travaillent notamment sur les gestes et les pratiques professionnelles. Ces recherches sont très utiles dans le monde de l'enseignement, le domaine des pratiques corporelles mais aussi dans le monde de l'entreprise.



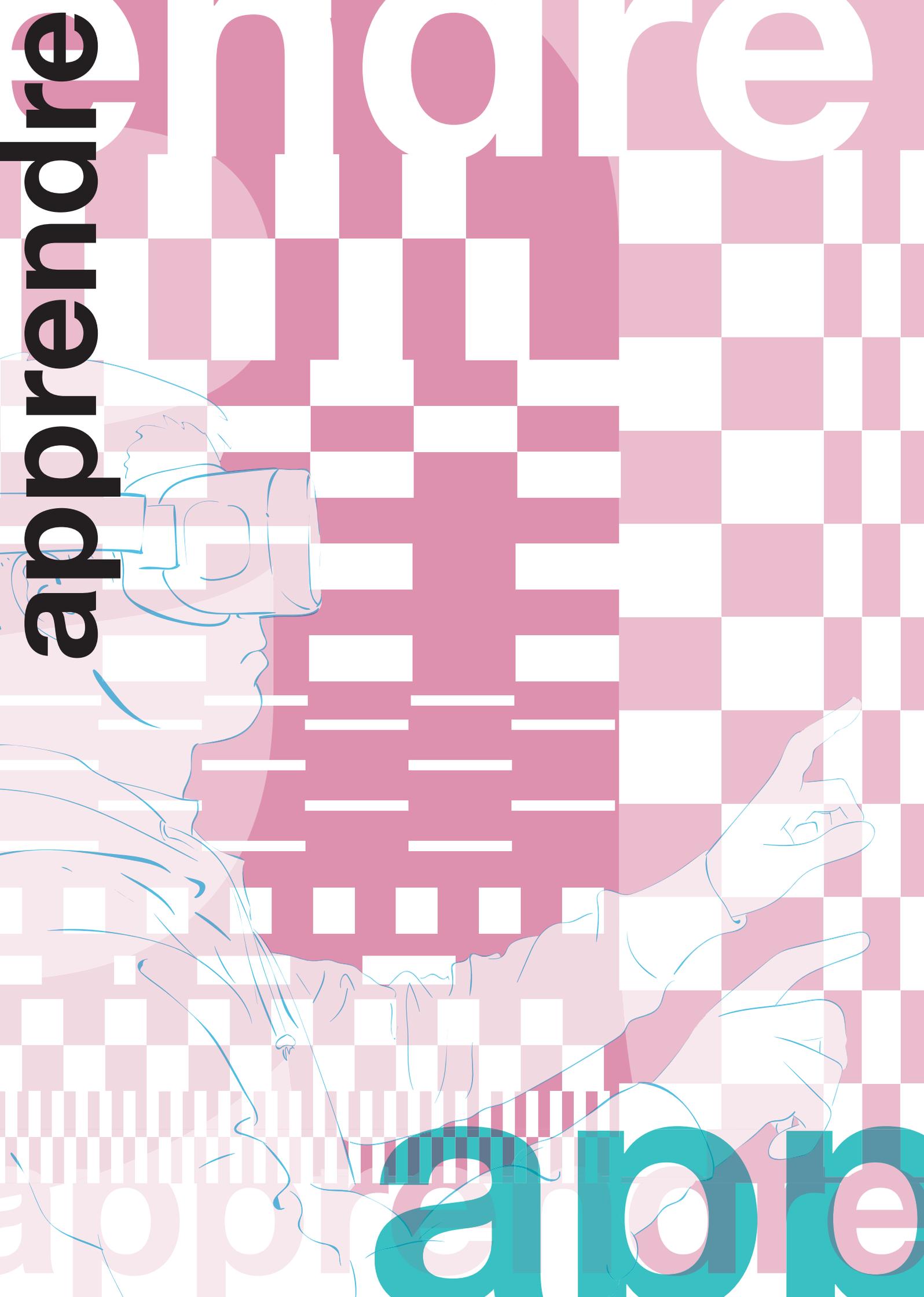
Le **Laboratoire de Recherche Historique Rhône-Alpes (LARHRA)** à Grenoble et Lyon est spécialisé en histoire moderne et contemporaine. Les chercheurs du LARHRA travaillent sur des sujets très variés, que cela soit l'art, le genre, les images, les savoirs, les territoires (de montagne surtout), les religions, les mondes urbains ou encore le numérique. Le sport est l'une des facettes que les chercheurs étudient pour mieux comprendre certains de ces sujets.

Le **Laboratoire Sport en Environnement Social** (SENS) à Grenoble travaille sur le développement du sport et son lien avec la dynamique sociale dans laquelle il s'insère. Les chercheurs du laboratoire SENS tentent de décrire et de mieux comprendre les comportements et les pratiques reliés au sport.



#### 4. EN SAVOIR PLUS

- **Laboratoire Interuniversitaire de Biologie de la Motricité** (LIBM) : <https://libm.univ-st-etienne.fr/fr/index.html>
- **Laboratoire Hypoxie et Physiopathologie** (HP2) :  
<https://hp2.univ-grenoble-alpes.fr/accueil>
- **Laboratoire Jean Kuntzmann** (LJK) :  
<https://www-ljk.imag.fr/ljk.html>
- **Laboratoire sur les Vulnérabilités et les Innovations dans le Sport** (L-VIS) :  
<http://l-vis.univ-lyon1.fr/>
- **Laboratoire des Adaptations Métaboliques à l'Exercice en conditions Physiologiques et Pathologiques** (AME2P) : <http://ame2p.uca.fr/>
- **Laboratoire Activité Connaissance Transmission et Éducation** (ACTé) :  
<https://acte.uca.fr/>
- **Laboratoire de Recherche Historique Rhône-Alpes** (LARHRA) :  
<http://larhra.ish-lyon.cnrs.fr/>
- **Laboratoire Sport en Environnement Social** (SENS) : <https://laboratoire-sens.univ-grenoble-alpes.fr/>



apprendre

apprendre

apprendre

# Les faces cachées de l'arbitrage



## Module : APPRENDRE

Laboratoire : ACTé

### 0. INTRODUCTION

Les arbitres, on n'en parle pas souvent... sauf quand il s'agit de le contester ! L'arbitre de demain prendra-t-il de «meilleures» décisions ?

### 1. POINT TECHNIQUE

#### L'arbitrage :

L'arbitre fait partie du jeu. Il doit connaître les règles et les faire respecter, décider ce qui est acceptable ou non, compter les points ou mesurer la performance des sportifs selon des critères bien définis. Même si ses décisions sont parfois contredites (surtout quand elles sont en faveur des adversaires), l'arbitre est indispensable au bon déroulement du match ou de l'épreuve, selon la discipline.

Pourtant, les mécanismes de l'arbitrage sont mal connus...

### 2. RECHERCHES ET DECOUVERTES

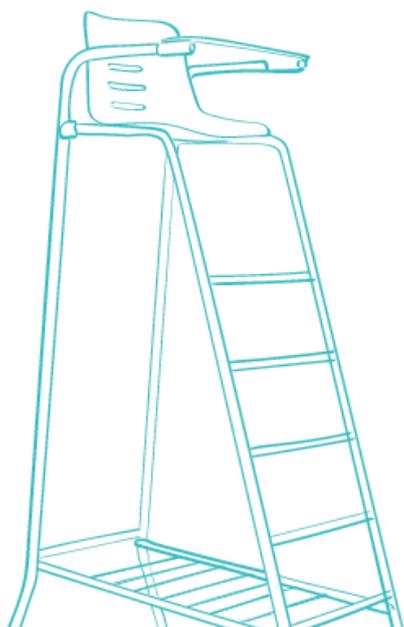
C'est pour mieux comprendre les différentes facettes de l'arbitrage de haut-niveau que les chercheurs du laboratoire ACTé de Clermont-Ferrand ont réalisé une série d'études. Voici quelques-unes des découvertes de l'équipe sur ce métier peu connu.

- **L'arbitrage est une affaire d'équipe** : Même si l'arbitre semble «seul» sur le terrain avec les joueurs, la prise de décision se fait à plusieurs. En réalité, les décisions sont souvent construites par une équipe d'officiels, comprenant l'arbitre central et un ou plusieurs arbitres assistants, comme au football par exemple. Les décisions que prend l'arbitre sont aussi probablement influencées par les interactions qu'il peut avoir avec les joueurs, s'il y a des altercations ou non. Par exemple, certains joueurs choisissent de ne jamais contester l'arbitre. En «retour», ils espèrent que l'arbitre sera plus indulgent avec eux si il y a une faute.

- **L'arbitre est arbitré sur sa performance** : Bien que l'arbitrage soit construit à plusieurs, c'est l'arbitre qui est tenu pour responsable des décisions. Les performances de l'arbitre sont elles aussi évaluées lors d'un match : a-t-il vu les fautes ? A-t-il réagi ? Comment ? Les superviseurs de l'arbitre notent tous ces éléments dans un rapport, à la fin de chaque match, envoyé ensuite à la fédération. Un gros enjeu pour les arbitres qui souhaitent arriver ou rester au plus haut niveau ! La presse et le public aussi évaluent l'arbitre. Si il prend une décision qui ne plaît pas aux médias, même si elle est juste, les conséquences peuvent être désastreuses pour sa carrière...

- **L'arbitre prend des décisions** : L'arbitre a obligation de juger dans l'instant pour préserver la continuité du jeu. Il juge des faits mais pas seulement. Dans certains cas, tel un photographe, l'arbitre saisit effectivement dans l'instant un fait précis : le comportement des joueurs, l'impact du ballon... Dans d'autres cas, l'arbitre apprécie plutôt la dynamique de l'action des joueurs. Si « c'est plus du jeu », il intervient. Enfin, il peut, dans un troisième type de cas, arrêter le jeu et prendre le temps de mener une courte enquête. Il interroge alors les autres arbitres et éventuellement les images fournies par la technologie, à la recherche d'informations et d'indices qui lui permettent d'établir si l'action des joueurs acceptable ou non.

- **L'arbitre technologique** : La technologie peut-elle vraiment contribuer à l'arbitrage ? Si elle peut aider à trancher sur certaines décisions et vérifier les fautes comme l'assistance vidéo, la technologie aussi peut se tromper ! En réalité, il n'existe pas d'arbitrage parfait : l'objectif est d'arriver à déterminer ce qui est acceptable ou pas sur le terrain, même si l'arbitre ne peut pas tout voir. Certains préfèrent que l'arbitrage reste «humain», car après tout, l'arbitre fait partie du jeu !



### 3. ET DEMAIN... ?

A quoi serviront ces recherches dans le futur ? Doit-on s'attendre à voir débarquer sur le terrain de supers arbitres bioniques ? Cela n'est pas si sûr... L'utilisation de la technologie a ses limites, et beaucoup sont réticents à l'idée qu'elle remplace un jour l'arbitrage "humain". Les chercheurs du laboratoire ACTé travaillent donc avec les fédérations sportives pour trouver comment intégrer ces technologies dans l'arbitrage de la meilleure façon, comme un outil pour aider l'arbitre mais qui ne le remplacera jamais.

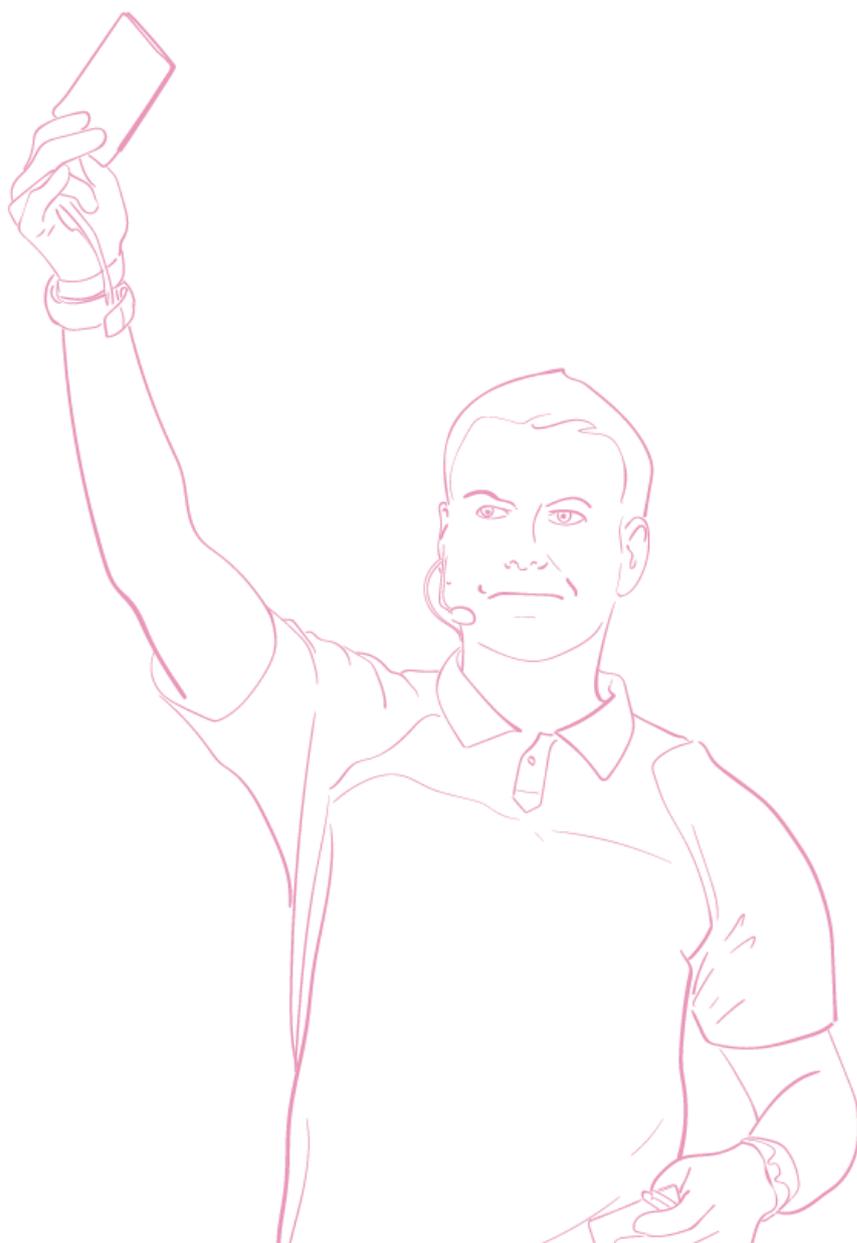
A l'avenir, d'autres questions sont aussi à creuser : Comment l'équipe arbitrale prend une décision lorsqu'elle s'appuie sur les arbitres vidéo ? Comment se construit la performance sportive entre l'arbitre et les joueurs ? Quels sont les leviers pour intégrer plus de femmes arbitres, notamment de haut niveau ? De quoi occuper nos chercheurs pendant encore quelques années !

### 4. EN SAVOIR PLUS

Conférence sur arbitrage de demain : <https://webtv.u-clermont1.fr/media-videocampus-1134>

Arbitres de Rugby dans la presse : <https://sms.hypotheses.org/11590>

Interview de Géraldine Rix «Arbitrage de demain» : <https://www.facebook.com/buclermont/videos/1475419675867491/>



# Formation par la vidéo

## Module : APPRENDRE

Laboratoire : ACTé

### 0. INTRODUCTION

L'éducation physique et sportive (EPS) fait partie du programme scolaire depuis plusieurs décennies. Nous avons tous des souvenirs (plus ou moins bons !) de nos enseignants d'EPS. Ce que l'on sait moins, c'est comment former de bons enseignants d'EPS et de bons entraîneurs sportifs ? Nos chercheurs travaillent sur des méthodes de développement professionnel modernes pour les aider !

### 1. POINT TECHNIQUE

#### Sport et éducation

En 1981, l'éducation physique et sportive que l'on connaît apparaît. L'objectif de l'EPS est de «démocratiser» l'activité physique et sportive en s'adressant à tous les élèves, quelque soit leur niveau, pour participer à leur éducation motrice. De leur côté, les structures sportives (associations, pôles France de formation, etc.) assurent la formation des sportifs à leur plus haut niveau de pratique. Ces structures mettent en avant leurs disciplines sportives en ouvrant leurs offres de formation à destination de publics plus larges.

Les futurs enseignants d'EPS et entraîneurs sportifs suivent désormais des formations un peu spéciales... Elles associent à la fois le développement des pratiques professionnelles pendant des stages et une culture scientifique variée. Ainsi, ces formations complètes permettent de bien comprendre toutes les facettes des métiers d'enseignant et d'entraîneur sportif !

### 2. RECHERCHES ET DECOUVERTES

Devenir enseignant d'EPS ou entraîneur sportif n'est pas une mince affaire : gérer une classe, un groupe, s'assurer que les exercices sont bien compris et réalisés, surveiller et prévenir d'éventuelles blessures... Il faut avoir des yeux partout !

Au laboratoire ACTé, à Clermont-Ferrand, un dispositif de formation professionnelle a été mis au point par les chercheurs pour aider les jeunes enseignants d'EPS en formation. Ce dispositif s'appuie sur une technologie récente :

la vidéo à 360° et la vidéo avec plans synchronisés. En mettant un casque de réalité virtuelle, les futurs professionnels sont immédiatement plongés dans une salle de classe, en situation réelle ! Ils peuvent ainsi entrer à 360° dans le gymnase, le stade ou la piscine pour explorer ce qu'il s'y passe, percevoir l'ambiance et le bruit de la classe, comme s'ils étaient à la place de l'enseignant.

L'immersion permet aux futurs intervenants de mieux apprendre les actions et les réactions à avoir avec les élèves. Après l'immersion, on demande aux intervenants en formation d'exprimer ce qu'ils ont vécu en visionnant les vidéos. Ils approfondissent leur réflexion, avec l'aide d'un formateur, sur les phénomènes qui leur apparaissent importants. Ces réflexions leur permettent de mieux comprendre les gestes professionnels à apprendre pour exercer leur futur métier. La vidéo à 360° et la vidéo avec plans synchronisés sont donc de véritables outils à utiliser lors des formations d'intervenants par les activités physiques et sportives !



### 3. ET DEMAIN... ?

De plus en plus de recherches le prouvent : l'immersion grâce à un casque de réalité virtuelle dans une situation ou un environnement particulier peut se révéler très efficace quand on apprend un nouveau métier. Non seulement on encourage les étudiants à questionner les futurs gestes et les pratiques qu'ils devront s'approprier, mais en plus on leur permet de "vivre" de nouvelles situations qu'ils ne connaissent pas forcément.

L'immersion accompagne les futurs professionnels dans l'apprentissage de leur nouveau métier. Cet outil les aide à acquérir les bons gestes, les bons réflexes et à se poser des questions sur leurs pratiques. Preuve que cela fonctionne : de plus en plus de formations intègrent la vidéo à 360° et la vidéo avec plans synchronisés en complément des autres cours ! Une recherche est d'ailleurs en cours pour savoir si les ressources audiovisuelles, en particulier les vidéos 360°, sont intéressantes à utiliser dans les formations des entraîneurs sportifs et des arbitres de rugby et de football. Et demain... Peut-être que tous les futurs enseignants d'EPS, sportifs, entraîneurs et arbitres, devront suivre des cours en casque de réalité virtuelle !

### 4. EN SAVOIR PLUS

Vidéo à 360° : <https://www.youtube.com/watch?v=IOmH8KALoHY>

# soigner



# Activité physique et drépanocytose

## Module : SOIGNER

Laboratoire : LIBM

### 0. INTRODUCTION

Lorsqu'on souffre de certaines maladies, l'exercice physique nous est parfois déconseillé. Cependant, l'inactivité forcée est souvent handicapante. Avoir une mobilité réduite impacte négativement l'insertion sociale et la qualité de vie des patients. Toutefois, toute forme d'activité physique n'est pas forcément à proscrire... Il suffit de trouver la bonne formule, le bon dosage. C'est le cas pour la drépanocytose. Le sport, non. Mais l'activité physique, oui ?

### 1. POINT TECHNIQUE

#### La drépanocytose

La drépanocytose est la maladie génétique la plus répandue au monde. Dans cette pathologie, les globules rouges, dont la mission est de transporter l'oxygène des poumons jusqu'aux organes via les vaisseaux sanguins, peuvent changer de forme : normalement ronds, ils prennent une forme de faucille. Avec cette forme, le risque pour ces globules rouges de rester coincés dans les petits vaisseaux sanguins et de les boucher est important. Ce blocage de la circulation provoque des crises et des douleurs extrêmes. Les organes non irrigués par le sang peuvent se détériorer et conduire au décès du patient.

### 2. RECHERCHES ET DECOUVERTES

Habituellement, on déconseille aux personnes touchées par la drépanocytose de faire du sport. En effet, un exercice intense augmente fortement le risque de déclencher des crises. A cause de ce risque et de la fatigue liée à la maladie, les patients ont tendance à éviter tout exercice physique, ce qui les amènent à être totalement inactifs, et de plus en plus intolérants à l'effort physique. C'est un vrai cercle vicieux ! L'idée reçue est donc que les patients drépanocytaires sont incapables de faire de l'activité physique et que celle-ci leur est systématiquement néfaste. C'est cette croyance que bouscule l'équipe de chercheurs du laboratoire LIBM de Chambéry et de Saint Etienne. Ce qui fait la différence, c'est l'intensité de l'exercice...

Contrairement à l'exercice intense, l'exercice modéré n'augmente pas le risque de crise. Lorsqu'il est régulièrement répété, comme dans un entraînement en endurance, il peut même être bénéfique ! En effet, l'exercice modéré régulier entraîne des adaptations permettant à l'organisme de réaliser un effort physique plus facilement. Les muscles peuvent être sollicités plus longtemps et un peu plus intensément. Ces adaptations améliorent l'autonomie et la qualité de vie des patients. Les chercheurs ont d'ailleurs recueilli des témoignages des patients participant à leur étude qui ont vu leurs conditions de vie s'améliorer :

« Je me sens mieux, je suis moins essoufflé »

« Ma fille me demande de la porter pour jouer et au bout d'une minute j'étais essoufflé. Là je peux la porter et jouer avec elle 5 minutes. Ma relation avec elle a totalement changé »

« Ca fait du bien, j'ai plus d'énergie, j'ai retrouvé de la motivation pour bouger et je vais reprendre la danse de salon ».

### 3. ET DEMAIN... ?

Autrefois banni, les médecins réfléchissent désormais à intégrer l'exercice physique régulier mais contrôlé (on ne peut pas faire n'importe quoi, n'importe comment, n'importe quand) dans le traitement des patients atteints de drépanocytose. Des études sont actuellement en cours pour valider définitivement ce concept.

Dans le cas de la drépanocytose : le sport, non, mais l'activité physique, oui ! Le plus étonnant est que ce cas n'est pas isolé... Dans tout un tas de maladies (obésité, cancer, insuffisance cardiaque ou respiratoire), on découvre peu à peu les effets bénéfiques de l'activité physique. Alors demain... l'exercice physique sera un remède universel !

### 4. EN SAVOIR PLUS

Définition de la drépanocytose : <https://www.youtube.com/watch?v=5DS-XAfQCQQ>

# Vibrations et renforcement neuromusculaire

## Module : SOIGNER

Laboratoire : LIBM

### 0. INTRODUCTION

Une solution pour mieux vieillir, en meilleure forme, et même rééduquer ses muscles ? C'est ce que nous proposent les chercheurs du laboratoire LIBM à Saint-Etienne grâce à un dispositif de vibrations locales !

### 1. POINT TECHNIQUE

#### La fonction neuromusculaire

Ce qui vous permet de bouger, c'est ce qu'on appelle le système neuromusculaire. Que se passe-t-il lorsque nous voulons bouger notre bras ? La décision se prend tout d'abord dans le cerveau qui envoie un message électrique. Ce signal descend par la moelle épinière, puis dans une cellule nerveuse spéciale très longue : le motoneurone. Il est chargé d'apporter le message jusqu'aux fibres musculaires de notre bras. Une fois le message électrique arrivé au muscle, il permet de mettre en place des mécanismes qui contractent le muscle. Parallèlement, de nombreux capteurs informent notre système nerveux sur la contraction musculaire et nos mouvements en temps réel. Et tout cela se passe en seulement quelques millisecondes !

### 2. RECHERCHES ET DECOUVERTES

L'âge et l'inactivité affaiblissent le corps, le fragilisent, et diminuent la fonction neuromusculaire : on a moins de force et la fatigue arrive plus vite. C'est pour résoudre ce problème que les chercheurs du LIBM à Saint-Etienne ont étudié un moyen bien particulier d'entraîner les muscles : la vibration.

La vibration est déjà utilisée pour entraîner les muscles, avec des systèmes de plateformes vibrantes où l'on doit se tenir debout et contracté dans une certaine position. Pas très pratique pour les personnes âgées ou les patients en rééducation... Dans ces cas-là, la vibration locale pourrait être la solution ! Attaché sur un muscle en particulier ou un tendon, le dispositif vibrant permet une stimulation en toute sécurité : le patient n'a rien à faire de plus et peut rester assis ou couché. Ce type de vibration stimule spécifiquement nos récepteurs musculaires.

En vibrant nos muscles, on peut par exemple donner l'impression à notre cerveau que nos membres sont en mouvement, sans

pour autant qu'il y ait la moindre contraction... on parle d'illusion de mouvement. La vibration est donc un très bon moyen de faire travailler notre système nerveux et les chercheurs du LIBM l'utilisent pour provoquer des changements dans le système neuromusculaire. La preuve ? Lorsque la vibration est appliquée de manière prolongée pendant plusieurs minutes, elle peut entraîner de la fatigue, localisée dans le système nerveux. Après plusieurs séances de vibration, nous sommes capables de mieux commander notre muscle et nous gagnons en force !

C'est une bonne nouvelle pour les personnes âgées et les patients qui pourront améliorer leur système neuromusculaire et leur santé, mais aussi les personnes qui souhaitent augmenter leurs performances !



### 3. ET DEMAIN... ?

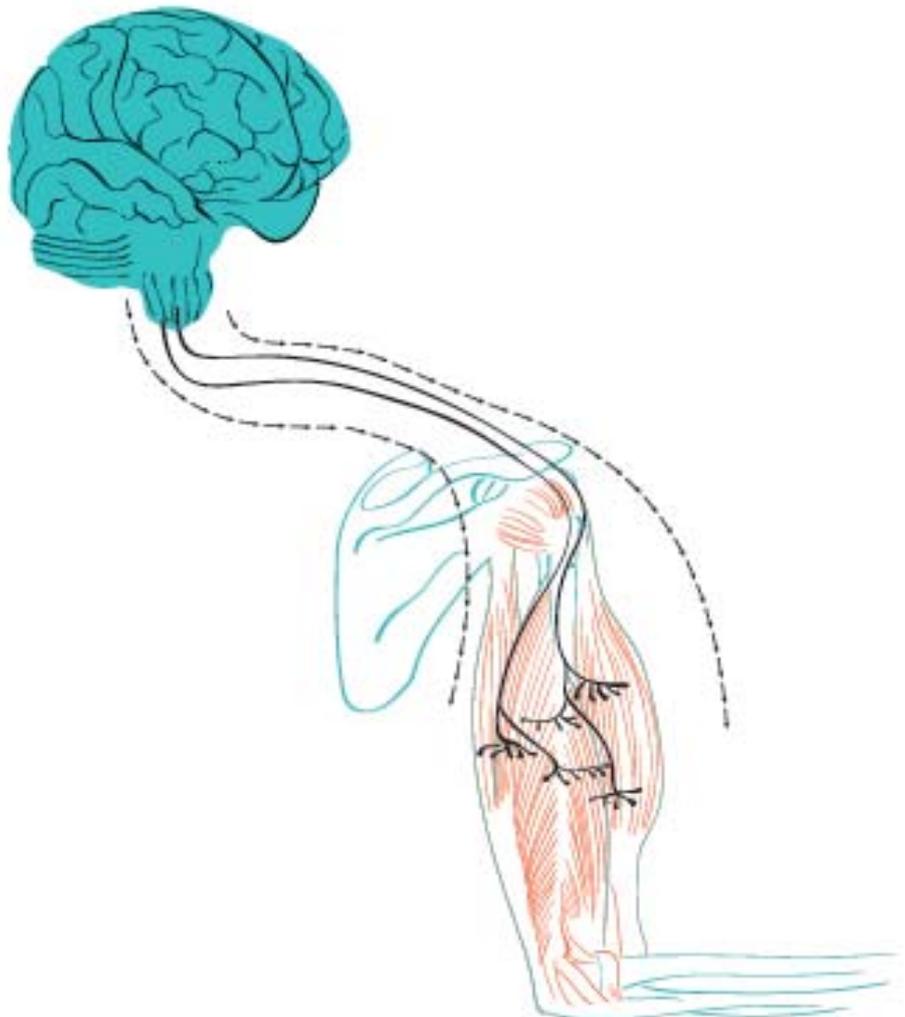
A terme, les travaux du LIBM doivent permettre de généraliser l'utilisation de la vibration dans l'entraînement et surtout à destination des personnes âgées et patients. Il s'agit de trouver quelle « dose » de vibration est optimale. La vibration suit donc la même route que sa grande sœur l'électrostimulation neuromusculaire, déjà très largement utilisée.

Les nouvelles avancées en matière de miniaturisation de moteurs vibrants pourraient même permettre un jour d'intégrer directement la vibration dans nos vêtements. Imaginez... un pyjama qui ferait travailler notre système neuromusculaire pendant notre sommeil !

### 4. EN SAVOIR PLUS

Une attelle vibrante pour rééduquer les muscles : <http://www.pole-medical.com/defi-idees/vibrattelle/>

Conférence de Thomas Lapole : <https://www.youtube.com/watch?v=KC5WtBr1P90&feature=youtu.be>



# Obésité

## Module : SOIGNER

Laboratoire : AME2P

### 0. INTRODUCTION

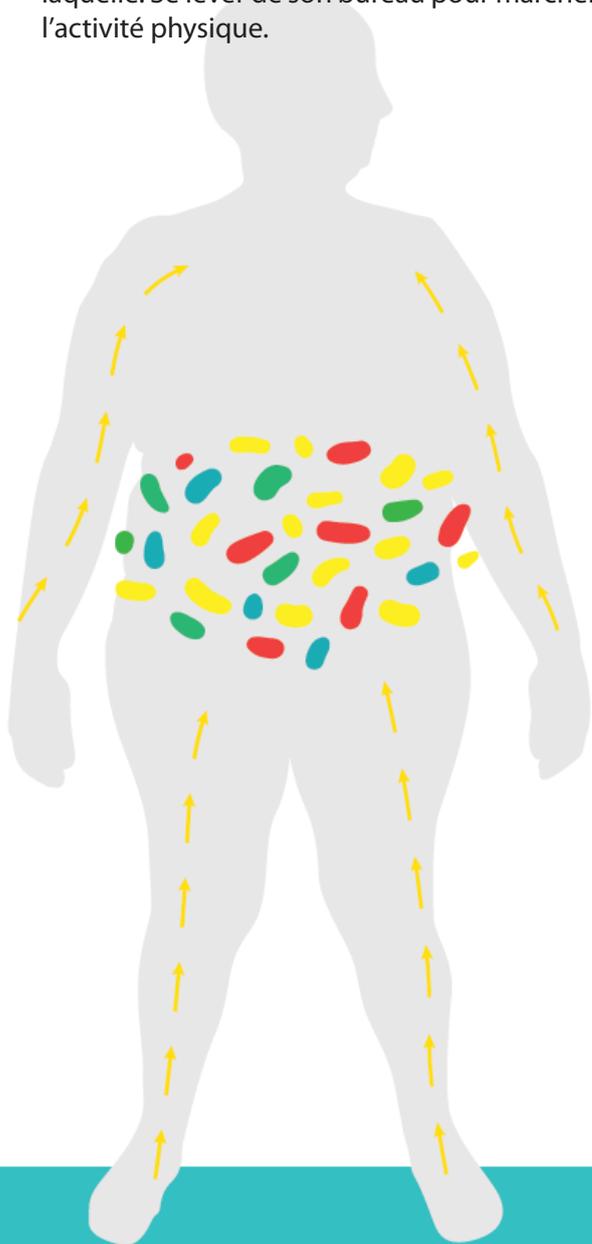
La sédentarité et l'inactivité physique sont de véritables problèmes de santé publique. Les risques sont multiples et l'obésité en est une conséquence directe. L'activité physique pourrait être la solution à ce problème, notamment chez les adolescents.

### 1. POINT TECHNIQUE

#### L'obésité

Aujourd'hui, l'obésité représente la seconde cause de mortalité dans le monde. Elle est expliquée par un déséquilibre entre un excès de calories consommées et un manque de dépense énergétique. Les statistiques ne cessent d'augmenter : en 2018, en France, 41% des hommes sont en surpoids et 15,8 % en obésité. Pour les femmes, 25,3 % sont en surpoids et 15,6 % en obésité. Un enfant sur cinq est en surpoids en France (OCDE, 2014).

L'obésité est une maladie complexe et dépend de multiples causes, génétiques et environnementales. L'inactivité physique est l'une des causes majeures du développement de cette maladie chronique. L'adoption d'un style de vie actif permettrait de prévenir chaque année 2,8 millions de décès dans le monde dûs à l'obésité, selon l'OMS en 2017. Attention : on peut être sportif et sédentaire ! Ce qui compte, c'est l'activité physique quotidienne, peu importe laquelle. Se lever de son bureau pour marcher, faire le ménage ou encore aller chercher le pain comptent comme de l'activité physique.



### 2. RECHERCHES ET DECOUVERTES

Malgré l'importance de l'obésité, peu de recherches ont été faites sur la prise alimentaire chez les enfants et les adolescents touchés par cette maladie. Les chercheurs du laboratoire AME2P à Clermont-Ferrand s'y sont donc intéressés pour mieux comprendre comment aider ces jeunes patients.

On entend souvent qu'il faut «manger moins» et «faire du sport pour perdre du poids». Et si les deux étaient liés ? C'est ce qu'a découvert notre équipe de chercheur en faisant faire des exercices de vélo pendant 30 minutes à des adolescents touchés par l'obésité.

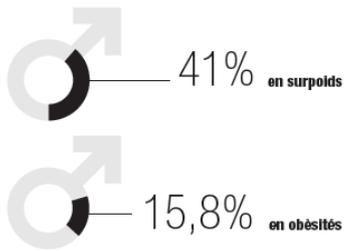
Les résultats sont prometteurs : après un exercice physique très intense (sinon ça ne marche pas), les adolescents avaient moins d'appétit et mangeaient moins que d'ordinaire ! Autrement dit, une forte dépense énergétique diminue la consommation de calories. Le déséquilibre diminue et ce, sans aucune frustration (qui est bien souvent une conséquence décourageante des régimes et des privations). Attention cependant, cet effet ne semble pas marcher chez les personnes qui ne sont pas en surpoids.

Contrairement aux idées reçues, il ne faudrait donc plus seulement «manger moins» et «bouger plus» mais plutôt faire un effort physique intense avant le repas pour rééquilibrer sa balance énergétique. Même des séances très courtes peuvent avoir beaucoup de bénéfices... il faut donc «bouger mieux pour manger moins» !

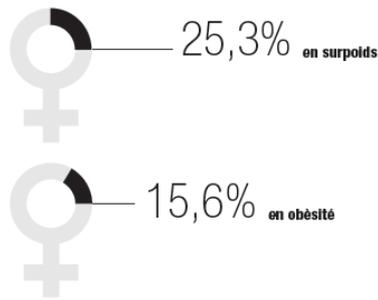
## L'obésité en France

Les statistiques ne cessent d'augmenter.  
En 2018, en France :

chez les hommes



chez les femmes



Un enfant sur cinq est en surpoids  
(OCDE, 2014)



### 3. ET DEMAIN... ?

Et si dans quelques années, la chaise de bureau disparaissait ? Que l'on soit adulte ou adolescent, nous passons la majorité de notre temps assis devant notre ordinateur, que cela soit pour le travail ou pour le loisir. Ces changements d'habitude entraînent une grande diminution du temps passé à être actif et c'est un risque pour notre santé.

Pour être plus actif au bureau, des solutions commencent petit à petit à apparaître. Certains ont déjà remplacé leur fauteuil par un "siège ballon", un moyen ludique de faire travailler ses muscles tout en restant assis à son bureau, d'autres font leurs réunions en allant faire une petite ballade. D'autres solutions poussent l'innovation encore plus loin, comme des bureaux à hauteur réglable permettant de travailler debout ou encore des bureaux à tapis roulant pour marcher en travaillant !

### 4. EN SAVOIR PLUS

Petit reportage sur le travail debout : <https://www.youtube.com/watch?v=MRFKw0xu3uU>

se dépasser



se

dépasse

# Ultra-trail

## Module : SE DÉPASSER

Laboratoire : LIBM

### 0. INTRODUCTION

L'être humain est particulièrement bien adapté à la course sur les longues distances. Des disciplines sportives telles que l'ultra-trail font appel à ces adaptations et contraignent les participants à repousser leurs limites. En ultra-trail, l'ennemi n°1 est la fatigue. Fatigue oui, mais laquelle ?

### 1. POINT TECHNIQUE

#### Les fatigues

Soulevez et maintenez une bouteille d'eau d'1L à bout de bras, le plus longtemps possible. Cet exercice va vous demander de plus en plus d'effort, et vous allez avoir de plus en plus de mal à maintenir le poids devant vous. Vous ressentez de la fatigue dont la cause est à chercher du côté de vos muscles ... mais aussi de votre système nerveux : on parle donc de fatigue neuromusculaire.

Dans cet exercice, vous avez fait appel à votre système neuromusculaire (le cerveau, les motoneurons dans les nerfs et les muscles, rdv dans la partie «vibration» pour plus de détails). Si l'on ressent de la fatigue, c'est que ce système n'arrive plus à fonctionner normalement : la fatigue est alors un signal d'alerte pour vous indiquer que quelque chose d'inhabituel se passe.

On peut distinguer deux types de fatigues :

- Les neurones du cerveau n'arrivent plus à envoyer aux muscles l'ordre de se contracter de façon optimale. Dit autrement, le message est transmis plus difficilement par les nerfs aux muscles : c'est la fatigue centrale.
- Le muscle perd en force : c'est la fatigue périphérique.

De façon générale, plus l'exercice est long et de faible intensité, plus la fatigue centrale est importante. A l'inverse, un exercice court et intense induira davantage de fatigue périphérique.

### 2. RECHERCHES ET DECOUVERTES

L'ultra-trail est une discipline sportive récente. De plus en plus de recherches s'y intéressent car il s'agit d'un bon modèle de fatigue extrême. Les performances des coureurs peuvent aider à mieux comprendre la physiologie humaine poussée à ses limites ! C'est pour cette raison que l'équipe de chercheurs du LIBM à Saint-Etienne a réalisé plusieurs études sur des coureurs d'ultra-marathons et d'ultra-trails en particulier.

A l'occasion de l'Ultra-Trail du Mont-Blanc© en 2009 et en 2012, les chercheurs ont voulu savoir quelle fatigue les coureurs ressentaient en premier. Alors que l'on pensait que les muscles souffraient énormément, en particulier dans les descentes, c'est au niveau central que les altérations ont été les plus marquées !

Pendant une telle course, les chercheurs ont aussi observé des différences de performance et de fatigue entre les hommes et les femmes. Si les deux sexes sont touchés de la même façon par la fatigue centrale, moins de fatigue périphérique a été mesurée chez les femmes ! Les femmes semblent donc, en moyenne, plus résistantes à la fatigue musculaire sur les très grande distances. Malgré le fait qu'elles soient tout aussi capables (voire plus !) que les hommes de courir des ultra-marathons, elle représentent malheureusement moins de 10% des participants.



Vous trouvez que 170 km est une longue distance ? C'est une broutille pour Philippe Fuchs qui a couru de Paris à Pékin, soit 8500 km en 161 jours ! Les chercheurs du LIBM ont pu étudier cette incroyable performance et mieux comprendre comment sa technique de course a évolué au fil de l'épreuve. A l'issue de son périple, Philippe Fuchs a adapté sa façon de courir qui est devenue «plus douce». Il limitait ainsi l'amplitude des mouvements et l'impact de la pose du pied pour minimiser les risques de lésions. Et tant pis si ça lui coûtait plus d'énergie au kilomètre.

Courir, d'accord. Mais quelles sont les conséquences pour le corps humain et comment récupère-t-on d'une course d'ultra-trail ? Après l'Ultra-Trail du Mont-Blanc®, les chercheurs ont constaté une grande fatigue neuromusculaire accompagnée d'une importante inflammation des muscles. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, le corps humain récupère rapidement de cette épreuve extrême. En 9 jours, le processus de récupération est bien avancé et au bout de 16 jours après la course, le système neuromusculaire est retourné à son niveau initial. Prêt pour une nouvelle course ? Sans doute pas car il existe une fatigue plus profonde à laquelle les chercheurs n'ont pas facilement accès.

### 3. ET DEMAIN... ?

Dans un futur proche, l'équipe de chercheurs du LIBM souhaite continuer ses recherches sur la fatigue extrême. En effet, si l'on sait maintenant que la fatigue centrale affecte énormément les coureurs d'ultra-endurance, on ne sait pas encore vraiment à quel niveau du système nerveux central elle se situe (cortex moteur, motoneurones de la moelle épinière, en lien avec ce qui se passe dans les muscles ou les tendons), ni même si elle impacte réellement les performances... C'est comme cela que la recherche avance : une découverte débloque des dizaines de questions auxquelles il faut répondre et ainsi de suite. Comprendre le fonctionnement du corps humain prend du temps. Sur-tout lorsque l'organisme doit faire face à de tels défis !

### 4. EN SAVOIR PLUS

Emission In Vivo étude Ultratrail du Mont Blanc : <https://www.youtube.com/watch?v=kBSbJK4hQ0I>

Interview de Guillaume Millet sur les performances des femmes : <https://www.youtube.com/watch?v=OM01wr6u-uo>

Conférence Fatigue extrême : <https://www.youtube.com/watch?v=EJjU14NA908&feature=youtu.be>



# Le burnout sportif

## Module : SE DÉPASSER

Laboratoire : L-VIS

### 0. INTRODUCTION

Si l'on commence à bien connaître les bienfaits du sport et de l'activité physique, on entend peu parler du burnout sportif. Pourtant, les sportifs de haut niveau, y compris les plus jeunes, peuvent être concernés par ce phénomène.

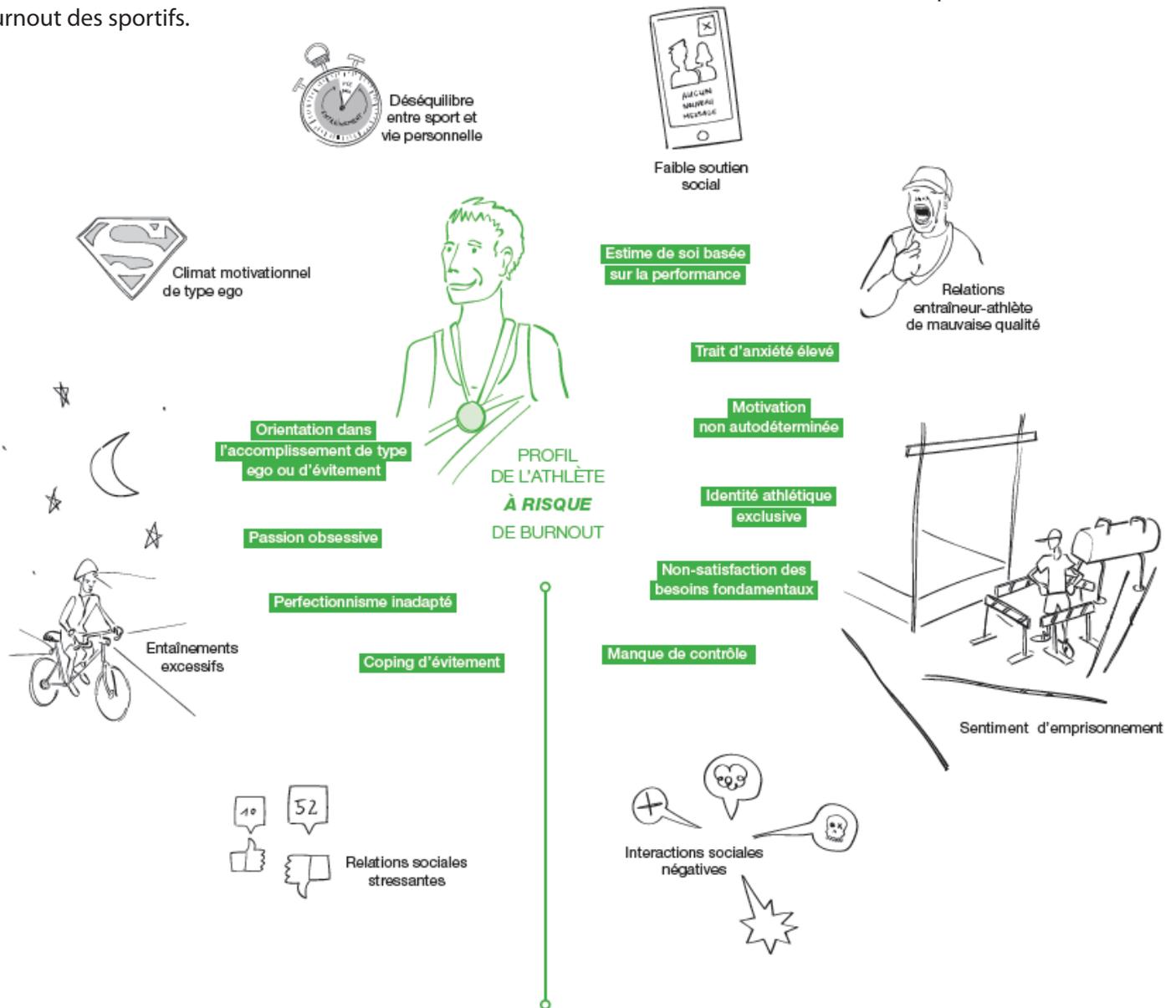
### 1. POINT TECHNIQUE

#### Le burnout sportif

Le sport est généralement une activité considérée comme positive, et beaucoup d'études vont dans ce sens : il apporte des bienfaits physiques, psychologiques et même sociaux. Mais à partir du moment où le sport n'est plus un loisir mais une pratique de compétition à haut niveau, les choses changent car l'athlète est soumis à beaucoup de pression.

Le sportif de haut niveau peut alors développer un burnout. C'est un processus qui se développe doucement et se traduit par un sentiment d'inefficacité, une perte de confiance en soi, un manque d'énergie, un épuisement physique et une attitude négative vis-à-vis du sport.

Si le terme de burnout est maintenant bien connu dans le monde du travail, on sait encore peu de choses sur le burnout des sportifs.



**PERCEPTIONS DE BURNOUT ÉLEVÉ**  
DIMINUTION DES PERFORMANCES,  
MAL-ÊTRE ET ABANDON DE LA PRATIQUE

## 2. RECHERCHES ET DECOUVERTES

Le burnout sportif est méconnu, particulièrement chez les jeunes sportifs de haut niveau. Pour mieux comprendre ce phénomène, une équipe de chercheurs du laboratoire L-VIS à Lyon ont tenté de trouver les causes et les conséquences du burnout chez les jeunes sportifs de haut niveau. C'est un processus long et complexe, influencé à la fois par la personnalité du sportif et par son environnement.

Un sportif «à risque» de burnout est souvent quelqu'un d'anxieux, qui a du mal à gérer ses émotions, trop perfectionniste, passionné mais de manière obsessionnelle par sa pratique. Sa confiance en lui repose surtout sur ses performances (et celle des autres) et baisse si ces dernières sont moins bonnes. Une tendance à trop se comparer aux autres et une volonté de réussir pour faire plaisir à quelqu'un, par exemple, peuvent aussi influencer négativement le jeune sportif.

Des facteurs extérieurs augmentent également le risque de burnout : Un déséquilibre entre le sport et la vie personnelle, un sentiment d'emprisonnement entre le sport et l'école, la pression de devoir tout réussir, le sentiment de ne pas en profiter, des relations sociales stressantes et négatives et un faible soutien de la part des proches participent au développement du burnout. Une relation de mauvaise qualité entre le jeune athlète et son entraîneur et des entraînements trop importants peuvent aussi influencer le phénomène.

Le burnout peut avoir des conséquences regrettables : les jeunes sportifs touchés par un burnout élevé ont environ deux fois plus de risques d'abandonner leur pratique sportive... De telles recherches permettent de mieux comprendre le phénomène et de mieux s'y préparer pour en limiter l'impact sur la santé des jeunes athlètes !

## 3. ET DEMAIN... ?

Les recherches sur le burnout sportif doivent être poursuivies, pour mieux comprendre ce phénomène complexe. Pour cela, les chercheurs du laboratoire L-VIS continueront de suivre de plus en plus régulièrement des sportifs qui devront tenir des carnets de bord. Ces carnets permettront aux chercheurs d'analyser plus en détail l'évolution des facteurs qui peuvent déclencher un burnout sportif.

Les chercheurs ont aussi pour objectif de présenter les facteurs et le processus du burnout sportif aux entraîneurs et aux sportifs, en intégrant cette problématique aux programmes de formation par exemple. Les entraîneurs seront ainsi plus attentifs et plus vigilants pour anticiper tout burnout chez leurs sportifs. De leur côté, les athlètes apprendront à mieux se connaître, à s'auto-évaluer et à rapidement sentir quand ça ne va pas et qu'un burnout risque de se déclencher. Pour les plus jeunes, les parents seront informés des risques et du rôle qu'ils ont à jouer dans la pratique de haut niveau de leur enfant lors de journées de sensibilisation par exemple. Pour éviter le burnout des sportifs, mieux vaut être bien préparé !

## 4. EN SAVOIR PLUS

Le burnout de Martin Fourcade : <https://rmcsport.bfmtv.com/mediaplayer/video/fourcade-j-ai-vecu-un-burn-out-sportif-1147196.html>

Le burnout de Yannick Agnel : <https://www.youtube.com/watch?v=715CADv4IGE>



# Enfants athlètes

## Module : SE DÉPASSER

Laboratoire : AME2P

### 0. INTRODUCTION

Les enfants sont vraiment infatigables... Et pour cause, l'endurance des enfants se rapproche de celle de véritables athlètes ! Pourtant, une idée reçue perdure : les exercices physiques intenses sont dangereux pour leur santé et sont donc à éviter. Voilà une étude qui compte bien y mettre fin.

### 1. POINT TECHNIQUE

#### L'endurance

Pour mieux comprendre les capacités incroyables des enfants, revenons sur quelques définitions. L'endurance est la résistance à l'apparition de la fatigue. En étant endurant, on est capable de poursuivre une tâche physique fatigante dans le temps.

Un exercice physique d'endurance, c'est un exercice continu ou répété qui fait appel à de grandes quantités d'oxygène. La randonnée, une balade en vélo, des séances en "fractionné" ou encore l'activité spontanée des enfants dans une cour de récréation en sont des exemples. Pour étudier les capacités à faire ce genre d'exercice, on mesure la consommation maximale d'oxygène par l'orga-



Dès que l'on passe à des exercices physiques plus intenses, comme la musculation, on s'essouffle et l'oxygène ne suffit plus pour alimenter les muscles. Ces derniers produisent alors, entre autres, de l'acide lactique. L'élimination de cette molécule par le corps est longue et coûteuse.

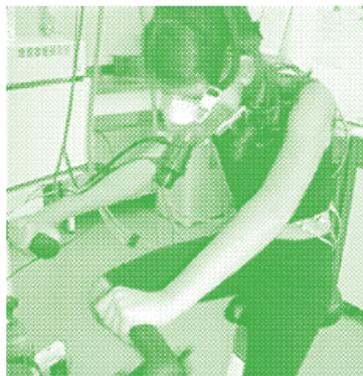
### 2. RECHERCHES ET DECOUVERTES

Peu de recherches ont été menées sur les capacités physiques des enfants. Néanmoins, des chercheurs du laboratoire AME2P de Clermont-Ferrand ont mené l'enquête afin de savoir si, oui ou non, les enfants ont des similarités avec des athlètes adultes endurants.

Pour cela, ils ont comparé les performances de jeunes garçons, âgés de 8 à 12 ans, à celles d'adultes non entraînés et d'athlètes habitués aux entraînements sportifs intenses.

Les participants à l'étude devaient ensuite réaliser des sprints à vélos pendant 30 secondes. Les chercheurs ont mesuré plusieurs facteurs, comme la fréquence cardiaque, la consommation maximale d'oxygène et la concentration d'acide lactique dans le sang.

Les résultats sont surprenants. Les enfants sont beaucoup moins fatigués que les adultes non-entraînés et aussi endurants que les athlètes ! Leur capacité de récupération est tout aussi incroyable : la baisse de leur fréquence cardiaque et l'élimination rapide de l'acide lactique permet aux enfants de se remettre bien plus vite de l'effort fourni que les athlètes. Les chercheurs ont observé chez les enfants une très bonne capacité à utiliser l'oxygène, pendant plus longtemps, qui repousse ainsi l'apparition de la fatigue.



Les enfants sont donc plutôt bien adaptés aux entraînements physiques intenses si ils sont courts et répété ! Ce type d'exercice physique est recommandé car il améliore leur endurance. Cet effet «enfant athlète» s'atténue au moment de la puberté : les adolescents se fatiguent plus rapidement et récupèrent moins vite. Mais en attendant, vos enfants n'ont pas fini de vous épuiser !

### 3. ET DEMAIN... ?

Les enfants sont inépuisables, d'accord... Mais est-il possible de préserver au maximum ces capacités jusqu'à l'âge adulte ? Nos chercheurs sont sur le coup. L'endurance que l'on a lorsqu'on est enfant pourrait avoir, une fois adulte, un effet très protecteur contre certaines maladies telles que le cancer du côlon et le cancer du sein ! Malheureusement, si les adultes ont plus de force et de puissance que les enfants, il leur manque cette endurance "protectrice".

Entraîner les enfants à conserver un peu cette endurance, ou au moins à prendre l'habitude de faire des exercices physiques d'endurance, c'est peut-être la solution de demain pour combattre certaines maladies d'adultes !

### 4. EN SAVOIR PLUS

Edito Carré : <https://www.youtube.com/watch?v=00InOOXAZz4>



# se connaître



# Pose du pied

## Module : SE CONNAÎTRE

Laboratoire : LIBM Université Savoie Mont Blanc



### 0. INTRODUCTION

La façon dont on pose son pied au sol influe sur les blessures que l'on peut se faire en courant. Mieux connaître son profil de pose du pied permet de courir de façon adaptée et d'éviter les blessures. On talonne ou on pointe ?

### 1. POINT TECHNIQUE

Course et pose du pied

Avez-vous déjà regardé vos pieds lorsque vous marchez ? Pieds nus dans votre salle de bain, vous avez plutôt tendance à marcher sur la pointe des pieds, tandis qu'une fois de retour sur la moquette de votre chambre, vous déroulez complètement le pied en posant franchement le talon. En réalité, la façon dont vous posez le pied dépend du revêtement du sol. Un sol dur produira des petits chocs au niveau du talon qui affectera l'architecture du pied. A l'inverse, un sol mou absorbera ces chocs, protégeant ainsi le pied de toutes vibrations. Il en va de même lorsque vous portez des chaussures.

Lors d'une course, les quelques millimètres de semelle d'une chaussure de sport jouent le rôle d'amortisseur en permettant un atterrissage en douceur, ce qui est totalement impossible en courant pieds nus. Pour autant, cela n'a pas empêché certains athlètes de battre des records en courant sans chaussures ! C'est le cas du marathonien éthiopien Abébé Bikila, du coureur de fond britannique Bruce Tulloh ou encore de l'athlète de crosscountry sud-africaine Zola Budd.

La manière traditionnelle de marcher en posant d'abord le talon n'est pas la seule façon de marcher, ni la plus adaptée. Il existe ainsi différents modèles de chaussures selon la façon de marcher que vous avez adopté : Si vous posez d'abord le talon, les chaussures traditionnelles avec des amortisseurs à l'arrière sont à utiliser. Si vous courez en posant l'avant du pied en premier, des chaussures «minimalistes» à semelle fine seront plus adaptées.

### 2. RECHERCHES ET DECOUVERTES

Courir sur les talons ou les pointes... Qu'est-ce que ça change ? De nombreuses études ont montré que le type de pose du pied n'influence pas les performances du coureur. En revanche, la façon dont on pose le pied influence le type de blessure que l'on peut se faire en courant : La course sur les talons provoque plus de douleurs dans les genoux à cause des chocs tandis que la course sur l'avant du pied sollicite davantage les muscles et les tendons, ce qui peut entraîner des tendinites d'Achille.

Si aucune façon de courir n'a d'avantage sur l'autre en terme de performances sportives, passer de l'une à l'autre permet de soulager les différents organes et diminue la douleur et le risque de blessures. Lors d'un exercice d'ultra-endurance comme le trail, où le terrain change constamment, les muscles, les tendons, les os et les articulations sont très sollicités par la course. Pour les coureurs de trail, éviter les douleurs musculaires et les blessures est plus important que quelques petits changements dans leur vitesse de course. Les coureurs capables d'alterner leur façon de poser le pied peuvent soulager à tour de rôle les différentes parties de leurs jambes pour courir plus longtemps !

C'est le cas de Kilian Jornet, champion du monde d'ultra-trail, qui a été sollicité en 2016 par les chercheurs du LIBM Savoie pour tester leur nouvelle méthode d'analyse sur le terrain.



18%



33%



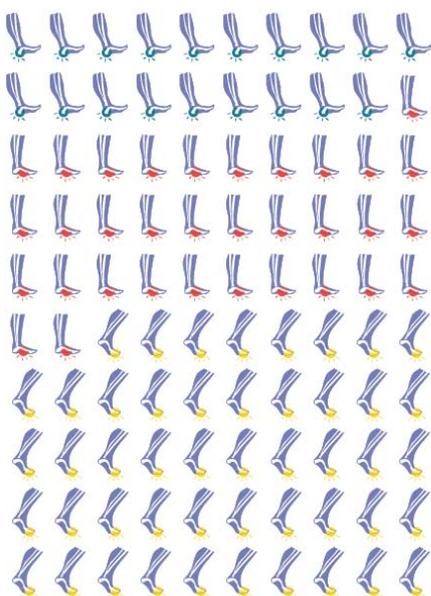
49%

L'étude de la pose du pied se fait généralement sur tapis roulant ou sur une plateforme de force, des équipements de laboratoires qui ne peuvent prendre en compte les nombreux paramètres de terrain qui influence la course, tels que la pente, le type de surface, la vitesse ou encore la fatigue. Pour prendre en compte ces paramètres, les scientifiques ont mis au point une technique innovante en collaboration avec Kilian Jornet et l'entreprise Salomon. En installant des accéléromètres sur sa chaussure, les scientifiques ont pu analyser pas moins de 5530 pas sur une distance de 20 km en pleine montagne !

Les résultats sont étonnants : Kilian Jornet a un profil de pose pied un peu spécial, il modifie sa course au fur et à mesure : il court la majorité du temps sur l'avant du pied, en montée mais aussi en descente !

Ce qui est le plus surprenant c'est que, très souvent pendant sa course, il change son profil de pose du pied en courant sur ses talons. Cette capacité à modifier son profil de course lui permettrait de soulager les muscles du mollet et ainsi continuer de courir plus facilement. Surprenant quand on sait que la majorité des coureurs d'ultra-trail attaquent le sol par l'arrière du pied à 80% !

**POSES DE PIED DE KILIAN JORNET**  
20 PREMIERS KILOMÈTRES DE LA KILIAN'S CLASSIC  
À FONT-ROMEU EN 2013.



### 3. ET DEMAIN... ?

Si changer sa pose du pied pendant la course permet de limiter la fatigue et les blessures, c'est peut-être dans les chaussures que la solution se trouve... Les baskets de demain pourraient adaptables, modifiables pendant la course ! On pourrait ainsi changer de semelles, fines ou épaisses, selon nos besoins, notre fatigue ou même selon le terrain. Et pourquoi pas des chaussures connectées dont on peut changer l'épaisseur de semelle directement en appuyant sur un bouton ? Si ces innovations ne sont pas encore disponibles sur le marché, certaines grandes marques sportives commencent pourtant à tester ce type de chaussures adaptables... avec plus ou moins de succès !

### 4. EN SAVOIR PLUS

Les conseils de Guillaume Millet : <https://www.youtube.com/watch?v=GJJd0tyggG0>

Article expliquant l'expérience avec Kilian Jornet, LIBM et Salomon : <https://www.univ-smb.fr/2015/05/18/encore-une-collaboration-porteuse-entre-un-laboratoire-de-luniversite-savoie-mont-blanc-et-un-professionnel-de-lequipement-sportif/>

Dans les pas de Kilian : <http://runners.fr/dans-les-pas-de-kilian/>

# Application MyJump

## Module : SE CONNAÎTRE

Laboratoire : LIBM Université Savoie Mont Blanc

### 0. INTRODUCTION

Mesurer facilement son profil musculaire de puissance est désormais possible ! Grâce à une application conçue par des chercheurs du LIBM de Savoie, vous pouvez évaluer vos qualités de force et de vitesse et ainsi améliorer vos performances.

### 1. POINT TECHNIQUE

#### Puissance musculaire :

Dans de nombreux sports comme le football, le rugby, le basketball, le hockey ou l'athlétisme, deux qualités musculaires sont déterminantes : la force maximale que les muscles peuvent développer et la vitesse maximale à laquelle ils peuvent se contracter. Ces deux paramètres constituent la puissance musculaire. Il existe ainsi plusieurs profils de sportifs. Si vous produisez votre maximum de force à l'arrêt, à faible vitesse ou à vitesse élevée, vous n'aurez pas le même profil.

Par exemple au rugby, un ailier et un pilier auront deux profils force-vitesse différents :

Le pilier est capable de produire beaucoup de force à partir d'un point fixe ou à faible vitesse, alors que l'ailier peut produire de la force à vitesse très élevée.

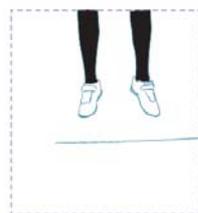
Ces deux qualités musculaires étant très différentes d'une personne à une autre, il est important de les évaluer individuellement pour adapter l'entraînement à son profil et améliorer ses performances.

### 2. RECHERCHES ET DECOUVERTES

L'évaluation du profil force-vitesse est très utile pour mieux vous connaître et améliorer vos performances... mais il y a un hic. Calculer ces paramètres nécessite des équipements lourds et onéreux : une plateforme de force, équipement utilisé en laboratoire, coûte environ 10 000 € : difficile d'accès pour les particuliers et les petits clubs sportifs. Les chercheurs du laboratoire LIBM de Savoie ont donc mis au point une méthode pour s'affranchir des appareils de mesures traditionnels et permettre à tout le monde d'améliorer ses performances, simplement et rapidement !

A l'aide de formules complexes issues de la physique, la méthode consiste à calculer la force, la vitesse puis la puissance à partir de quelques données faciles à obtenir lorsque vous sautez. Le poids, la longueur des jambes en extension (sur la pointe des pieds) et la hauteur du saut sont mesurés. Cette méthode de calcul développée par les chercheurs du LIBM est si efficace qu'une application a été conçue par Carlos Balsalobre, docteur en sport à l'Université de Madrid : l'application MyJump.

Il vous suffit de vous filmer en train de sauter avec votre téléphone, de repasser la vidéo au ralenti, image par image, puis de tapoter l'écran aux moments précis où vos pieds quittent et touchent le sol. Il vous faudra aussi renseigner votre poids ainsi que la longueur de vos jambes en extension. L'application se charge alors de faire les calculs pour vous, instantanément. Elle vous donnera votre profil musculaire force-vitesse, ainsi qu'une piste de travail pour améliorer vos performances !



### 3. ET DEMAIN... ?

L'application MyJump et l'application MySprint, son équivalent pour la course, connaissent un réel succès auprès des sportifs ! Ces méthodes de mesure du profil force-vitesse peuvent être utilisées tant par Monsieur Tout-le-monde que par des athlètes de haut niveau. De célèbres ligues et équipes sportives ont d'ailleurs fait appel aux chercheurs pour les aider à mesurer les performances des joueurs. Que cela soit dans le rugby avec les All Blacks ou les équipes du Top 14, le basket avec la NBA (National Basket Association) ou encore le hockey avec la NHL (Ligue Nationale de Hockey), tous perfectionnent les entraînements de leurs athlètes grâce aux calculs de l'équipe du LIBM ! Et demain... peut-être que tous les joueurs connaîtront précisément leurs qualités, leurs faiblesses et ce qu'il faut améliorer pour être encore meilleurs !

### 4. EN SAVOIR PLUS

Tuto français JB Morin :

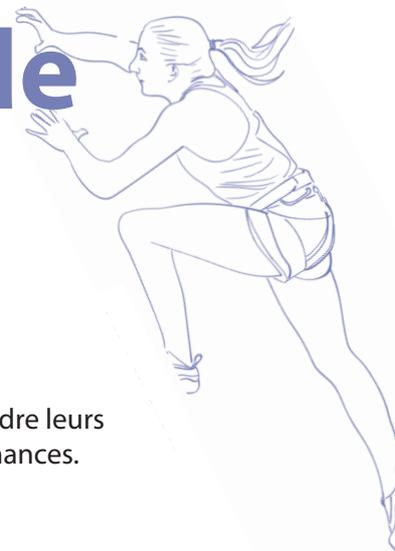
<https://www.youtube.com/watch?v=03XGGXSn3G8>

Podcast J-B Morin sur le profil force-vitesse :

<https://www.youtube.com/watch?v=YSwVuN2iDaQ>

# Drones et escalade

## Module : SE CONNAÎTRE



Laboratoire : LJK

### 0. INTRODUCTION

Modéliser en 3D une championne d'escalade de vitesse en pleine course, c'est possible ? Maintenant oui ! Grâce à une technologie innovante, les athlètes pourront mieux comprendre leurs mouvements pour cibler leurs points forts et leurs points faibles et améliorer leurs performances.

### 1. POINT TECHNIQUE

#### Modélisation 3D

Modéliser le corps en 3D est très important pour mieux comprendre son fonctionnement. Comment bouge-t-il ? Quels efforts doit produire le corps ? Quels muscles sont sollicités ? C'est pour répondre à ces questions que les chercheurs s'intéressent à la structure anatomique des muscles et du squelette et qu'ils tentent de le représenter en mouvement de la façon la plus réaliste possible.

C'est le but de la modélisation : capturer précisément le mouvement. Généralement, cela se fait grâce à des petits capteurs, des caméras, un éclairage contrôlé et une calibration manuelle. Cette méthode de modélisation 3D est très contraignante et ne s'adapte pas vraiment à la recherche sur le terrain. L'objectif des chercheurs en cinématique est d'améliorer la méthode grâce à de nouvelles technologies.

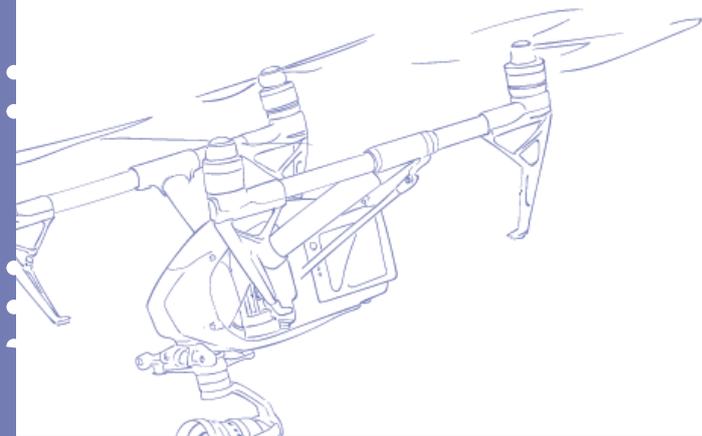
### 2. RECHERCHES ET DECOUVERTES

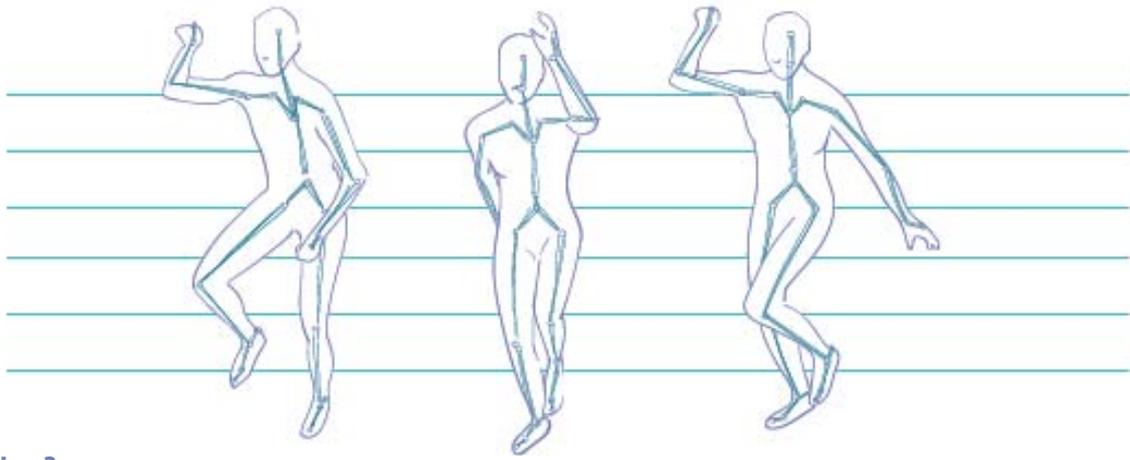
Comment modéliser en 3D le corps d'une athlète sur un mur d'escalade ? C'est le défi qu'ont relevé une équipe de chercheurs des laboratoires LJK et GIPSA-Lab à Grenoble, avec la participation d'Anouck Jaubert, vice-championne du monde 2016 et médaille d'argent à la coupe du Monde 2017 d'escalade de vitesse, en collaboration avec la Fédération Française de la Montagne et d'Escalade (FFME).

Pour analyser les mouvements de l'athlète grenobloise lors de sa course verticale, les chercheurs ont mis en place une approche innovante : la capture du mouvement est faite en laboratoire mais aussi directement sur le terrain !

Un seul capteur est fixé sur le baudrier, au plus proche du centre de masse de la grimpeuse. Des drones sont utilisés pour filmer la course en restant à la même hauteur que l'athlète : cela évite d'obtenir des images déformées. En complément, une seconde capture des mouvements est faite en laboratoire grâce à la méthode plus «traditionnelle». Anouck Jaubert simule sa course au sol, couverte de capteurs et filmée par 68 caméras.

Les deux captures sont ensuite superposées et l'on obtient alors une modélisation 3D du corps entier qui permet de visualiser la position de l'athlète sur le mur en fonction du temps, dans les trois plans de l'espace (horizontal, vertical et transversal). On peut ainsi en déduire sa vitesse d'escalade globale, à chaque moment de l'ascension. Très utile pour identifier les prises qui posent problème et ralentissent la course ! En connaissant mieux leur dynamique, l'athlète de travailler sur des mouvements précis pour gagner en vitesse et améliorer ses performances.





### 3. ET DEMAIN... ?

Ce type de dispositif innovant est encore très rarement utilisé pour modéliser les mouvements d'un corps en 3D. A l'avenir, l'objectif des chercheurs du LJK est de rendre cette technique de modélisation plus accessible à tous, pas seulement aux sportifs de haut niveau. A l'inverse de la plupart des dispositifs connectés sur le commerce qui mesurent des paramètres très simples, la méthode de modélisation 3D découverte par les chercheurs permettrait de donner des informations plus précises sur les performances. Et pourquoi ne pas étendre le dispositif à d'autres sports que l'escalade ? Après l'étude des mouvements d'Anouck Jaubert, les chercheurs du LJK ne se sont pas arrêtés là : ils travaillent désormais sur la modélisation des riders de haut niveau de BMX !

Non seulement le modèle 3D des mouvements du corps peut aider les sportifs à améliorer leurs performances, mais il permettrait également aux médecins de détecter des pathologies orthopédiques. Le sport et la santé vont décidément souvent de pair !

### 4. EN SAVOIR PLUS

Performance Anouck Jaubert 2015 : <https://www.youtube.com/watch?v=5tQQz-YUzpw>



**gravir**

**gravir**

**ir**

**o**

# Hypoxie

## Module : GRAVIR

Laboratoire : HP2 / LIBM

### 0. INTRODUCTION

L'hypoxie, un manque d'oxygène provoquant le mal aigu des montagnes, peut se révéler dangereuse pour les sportifs en altitude. Étonnamment, elle peut aussi être un moyen d'améliorer la santé des patients atteints de maladies respiratoires...

Étudier l'hypoxie n'est pas de tout repos : elle amène les chercheurs à partir en expédition sur le mont Blanc, en Himalaya et dans la ville la plus haute du monde !

### 1. POINT TECHNIQUE

L'hypoxie est un manque d'oxygène dans le sang qui peut toucher l'ensemble, ou une partie, de l'organisme. Ce manque peut avoir des conséquences importantes sur les performances physiques mais aussi sur la santé.



Dans la nature, on peut être en hypoxie à cause de l'altitude. Plus on gagne en altitude, plus la pression atmosphérique diminue. Elle entraîne avec elle la diminution de la pression partielle en oxygène, ce qui signifie que pour un même volume d'air, il y a moins de molécules d'oxygène. Au sommet du mont Blanc, on absorbe près de moitié moins d'oxygène qu'au niveau de la mer.

En altitude, l'hypoxie peut provoquer le mal aigu des montagnes. Il se caractérise par des maux de tête, des vomissements, des essoufflements, une perte d'appétit et peut aller jusqu'à l'œdème pulmonaire ou cérébral voire entraîner la mort dans les cas les plus graves.

L'hypoxie peut aussi avoir une origine pathologique. Lorsque le corps n'arrive pas à suffisamment s'approvisionner en oxygène, des maladies respiratoires et cardiaques se développent comme par exemple la broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO) ou le syndrome d'apnées du sommeil.

### 2. RECHERCHES ET DECOUVERTES

Pour étudier l'hypoxie, les chercheurs du laboratoire HP2 à Grenoble et du LIBM ont vu grand : ils ont réalisé plusieurs expéditions scientifiques en haute altitude sur le massif du Mont-Blanc, en Himalaya et dans les Andes. Leurs travaux pourraient par exemple permettre aux sportifs d'optimiser leurs performances en altitude.

Pour pallier au manque d'oxygène et au mal des montagnes, plusieurs solutions existent comme l'utilisation de bouteilles d'oxygène, de médicaments ou d'un caisson hyperbare. Malgré leur utilité, ces procédés sont lourds ou difficiles à utiliser. Ce qui n'est pas le cas du masque Summit Air, développé par les chercheurs du laboratoire HP2 et testé lors de l'expédition au mont Manaslu, en Himalaya ! Le masque fonctionne grâce à une technique utilisée depuis longtemps dans le domaine médical, la pression expiratoire positive. Une fois le masque posé, il faut « pousser pour respirer » : au moment où la personne expire, la pression dans les poumons augmente et permet la diffusion de l'oxygène vers le sang.

L'altitude et le manque d'oxygène qu'elle entraîne n'ont pas que des effets négatifs sur l'organisme. Dans certaines conditions, le corps humain est capable de s'adapter au manque d'oxygène en modifiant ses paramètres physiologiques, ce qui peut avoir des effets bénéfiques sur la santé ou sur les performances sportives. Les premiers effets du manque d'oxygène se font ressentir après quelques heures passées au-dessus de 1 500 m d'altitude. Il faut plusieurs semaines à l'organisme pour s'adapter et pour en tirer d'éventuels bénéfices. La station de ski Les Saisies l'a bien compris en proposant des salles d'entraînement à l'hypoxie à disposition des sportifs et des vacanciers.

Mais tout le monde n'a pas forcément les moyens de passer ses semaines à la montagne... Les chercheurs ont donc trouvé une solution à ce problème : l'altitude simulée ! Il s'agit de reproduire en plaine les conditions d'altitude. Pour cela, il suffit d'inhaler un air où la concentration en oxygène est réduite, par intermittence, au repos ou durant un exercice. Avec cette méthode, le corps s'habitue petit à petit au manque d'oxygène. Cela permet aux sportifs de se préparer pour un séjour en altitude, et potentiellement aux patients atteints de maladies respiratoires d'améliorer leurs conditions de vie !

### **3. ET DEMAIN... ?**

Pour continuer à étudier les étonnants effets de l'hypoxie sur le corps humain, les chercheurs du laboratoire HP2 sont repartis en expédition scientifique en 2019... à La Rinconada, la plus haute ville du monde (5300m) ! Et demain ? Il va falloir d'abord analyser tous les résultats récoltés pendant l'expédition. Ces résultats permettront de mieux comprendre comment les habitants de La Rinconada parviennent à survivre à si haute altitude et à quels problèmes de santé ils sont exposés. Après l'étude des résultats, les chercheurs repartiront au Pérou pour poursuivre sur le terrain ce programme scientifique et humanitaire. D'autres expériences sont prévues, comme par exemple sur les personnels de la base Antarctique de Concordia, une station de recherche située à plus de 3000 m d'altitude. Ces recherches seront utiles pour améliorer la santé des patients atteints de maladies respiratoires mais pas seulement... Le domaine de l'aérospatiale s'intéresse aussi aux travaux de nos chercheurs sur l'hypoxie : comment l'homme peut-il survivre dans l'espace, dans des capsules contenant moins d'oxygène ? L'aventure continue !

### **4. EN SAVOIR PLUS**

La science au «cœur» de l'himalaya : petit film (11min) sur l'expédition au Manaslu en Himalaya, à plus de 5000m d'altitude : <https://www.youtube.com/watch?v=J8PVvqLRTV4>

Découvrez les carnets d'aventures scientifiques sur la chaîne YouTube de l'expédition 5300 : [https://www.youtube.com/watch?v=z\\_z9y-tA-0I](https://www.youtube.com/watch?v=z_z9y-tA-0I)

# Histoire du tourisme sportif alpin

## Module : GRAVIR

Laboratoire : LARHRA (Labex ITEM)

Lien avec : Femmes alpinistes (Chantal Mauduit), Accidentologie de montagne

### 0. INTRODUCTION

Pour mieux comprendre l'évolution du territoire de montagne et la pratique sportive alpine, il est nécessaire d'analyser les choses dans leur contexte sportif bien sûr, mais aussi social, culturel et économique. Étudier la façon dont les pratiques sportives sont traitées dans les médias est une manière de reconstituer leur évolution. C'est la mission d'une discipline trop souvent laissée de côté : l'histoire.

### 1. POINT TECHNIQUE

#### L'analyse historique

Lorsqu'on parle de «sciences du sport», l'histoire nous vient rarement à l'esprit. Pourtant, les travaux en histoire du sport permettent de mieux comprendre l'évolution des pratiques sportives et d'un territoire particulier comme celui de la montagne.

La région Auvergne Rhône Alpes est une mine de questions et d'informations. Le territoire de montagne qui s'y trouve est extrêmement riche et évolue de façon complexe au fil des ans. Pour étudier cette évolution, les historiens se basent sur des documents d'archive, des témoignages, des objets et des paysages, mais aussi sur la façon dont les médias en parlent. En effet, lorsqu'un journal télévisé choisit de parler d'un sport en particulier ou d'un lieu de tourisme sportif en montagne, ce qui est dit par les journalistes apporte des informations en plus. Dans le cas de la fresque Montagne magique, les analyses des historiens et historiens du sport sont croisées avec celles de géographes, d'économistes, de spécialistes des sciences de la communication.

### 2. RECHERCHES ET DECOUVERTES

Comment a évolué le tourisme sportif dans les montagnes alpines depuis un siècle ? C'est ce que veulent comprendre les chercheurs du labex ITEM (Innovation et Territoires de Montagne) Pour cela, ils ont réalisé des recherches sur un certain nombre de documents audiovisuels de l'INA. Les résultats sont regroupés dans une fresque, Montagnes Magiques, réalisée en collaboration avec l'INA.

Très vite, on comprend que la première problématique des territoires de montagne est celle de la concurrence, de plus en plus rude au fil des ans. Pour mettre la montagne en valeur et développer le tourisme, les acteurs du territoire redoublent d'innovations, proposent de nouvelles pratiques sportives, organisent des événements de grande ampleur et diversifient leurs activités. Les journaux télévisés, non seulement témoins de ces évolutions, y participent en diffusant une certaine image des territoires de montagne aux téléspectateurs.

#### - Des innovations et des nouvelles tendances :

Pour attirer un nouveau public, l'image des sports de montagne doit montrer qu'ils sont accessibles, divertissants et pour toute la famille. Que cela soit le vélo-ski (1947), l'apparition des skis courts (1954) ou encore le snowkite (2005), il y en a pour tous les goûts et tous les niveaux ! L'alpinisme se renouvelle en offrant de nouveaux défis comme celui des 4000, relevé (en partie) par Patrick Berhault et Philippe Magnin (2004).

Les femmes alpinistes, bien que traitées différemment des hommes dans les reportages, sont aussi mises à l'honneur avec Chantal Mauduit (1993). Les reportages présentant de nouvelles pratiques sportives parlent très peu des risques, et prennent souvent un ton léger pour rassurer les téléspectateurs : vous êtes en sécurité grâce aux professionnels de la montagne, tous formés à l'Ecole Nationale de Ski et d'Alpinisme de Chamonix-Mont-Blanc (2009) !



**Des innovations et des nouvelles tendances**

### - Des risques :

Malgré tout, les risques existent et l'on commence à en parler à la télévision au tournant des années 2000. Avec un nombre de pratiques sportives de plus en plus grand, elles ont parfois du mal à «cohabiter». Certains pratiquants sont accusés de déclencher des avalanches, comme les snowboarders (1995). Les nouveaux sports, tels que le canyoning ou le parapente, obligent les équipes de sauvetage à s'adapter à des conditions parfois hostiles et difficiles d'accès (1996). Les reportages font alors passer un message de sensibilisation : les pratiquants doivent être responsables et bien se comporter pour éviter les accidents.



**Des risques**

---

### - Une diversification des activités :

Les territoires de montagne utilisent toutes les ressources possibles, entre modernité et tradition, pour développer le tourisme. Du tourisme actif, avec des stages intensifs par exemple, mais aussi du tourisme plus contemplatif comme la randonnée (1976). Au départ vue comme un lieu de vacances d'hiver, la montagne propose de plus en plus d'activités touristiques en été (1986). Les particularités de chaque site sont exploitées : les sports nautiques et l'exploration des espaces naturels au lac de Monteynard (1990), un chemin de randonnée ouvert à un large public comme la route des Grandes Alpes (2000), la création d'un stade d'eaux-vives à l'Argentière-La-Bessée (2002), ou encore la présentation des coulisses des stations de ski aux clients à la station des Arcs (2005). Cela peut aller jusqu'à la création de parcs aquatiques tropicaux en pleine station de ski, à Avoriaz (2013) !



**Une diversification des activités**



**Des événements de grande ampleur**

### - Des événements de grande ampleur :

Faire la promotion de la région passe aussi par l'organisation d'événements sportifs de grande ampleur. Ils peuvent montrer une identité régionale très forte, comme la coupe Icare à Saint-Hilaire du Touvet (1974), attirer un public national voire européen avec le mondial de snowboard aux Deux Alpes (1996), ou rassembler autour d'un projet commun tel que la candidature de la ville d'Annecy aux Jeux Olympiques d'hiver 2018 (2009).

### 3. ET DEMAIN... ?

Si les historiens réalisent généralement leurs recherches dans leur bureau, ils sont parfois poussés à faire des expériences sur le terrain et certaines sont impressionnantes ! C'est le cas de Stéphane Gal, historien au laboratoire LARHRA et sur le labex ITEM, qui s'est associé à un triple champion paralympique de cyclisme, Patrick Ceria, pour une expérience hors du commun... Une traversée des Alpes en armure du 16e siècle !

L'objectif est de reproduire la traversée d'une partie des Alpes de François Ier et de ses chevaliers, dont le célèbre Chevalier Bayard, en 1515. Plus qu'une simple reconstitution, l'expédition en armure servira à mieux comprendre dans quelles conditions physiques et matérielles les soldats de l'époque ont fait cette traversée.

La traversée se déroule du 6 au 7 juillet 2019 et donnera lieu à un documentaire sur ce projet MarchAlp. Pour l'occasion, l'historien Stéphane Gal portera une armure d'homme à pied et Patrick Ceria sera un cavalier en armure. Le groupe sera également accompagné du chef de l'entreprise Bayard capital et d'une troupe de dix militaires chasseurs alpins de la 27ème BIM. Comme quoi... on peut faire de l'histoire et partir en expédition !

### 4. EN SAVOIR PLUS

#### Vidéos de la fresque INA :

- **Parcs aquatiques** : <https://fresques.ina.fr/montagnes/export/player/Montag00095/wide?isAmalia=1>
- **Annecy aux JO** : <https://fresques.ina.fr/montagnes/export/player/Montag00100/wide?isAmalia=1>
- **ENSA Chamonix** : <https://fresques.ina.fr/montagnes/export/player/Montag00125/wide?isAmalia=1>
- **Le snowkite** : <https://fresques.ina.fr/montagnes/export/player/Montag00029/wide?isAmalia=1>
- **La station des Arcs** : <https://fresques.ina.fr/montagnes/export/player/Montag00009/wide?isAmalia=1>
- **Au fil des 4000** : <https://fresques.ina.fr/montagnes/export/player/Montag00022/wide?isAmalia=1>
- **L'argentière-la-bessée** : <https://fresques.ina.fr/montagnes/export/player/Montag01032/wide?isAmalia=1>
- **La route des Grandes Alpes** : <https://fresques.ina.fr/montagnes/export/player/Montag00101/wide?isAmalia=1>
- **Le mondial de snowboard** : <https://fresques.ina.fr/montagnes/export/player/Montag00034/wide?isAmalia=1>
- **Les risques des sports nouveaux** : <https://fresques.ina.fr/montagnes/export/player/Montag00033/wide?isAmalia=1>
- **Avalanches et surfeurs** : <https://fresques.ina.fr/montagnes/export/player/Montag00032/wide?isAmalia=1>
- **Chantal Mauduit** : <https://fresques.ina.fr/montagnes/export/player/Montag00122/wide?isAmalia=1>
- **Lac de Monteynard** : <https://fresques.ina.fr/montagnes/export/player/Montag00041/wide?isAmalia=1>
- **Activités estivales** : <https://fresques.ina.fr/montagnes/export/player/Montag00026/wide?isAmalia=1>
- **Tourisme en montagne** : <https://fresques.ina.fr/montagnes/export/player/Montag00031/wide?isAmalia=1>
- **Débuts de la coupe Icare** : <https://fresques.ina.fr/montagnes/export/player/Montag00018/wide?isAmalia=1>
- **Des skis de toutes tailles** : <https://fresques.ina.fr/montagnes/export/player/Montag00014/wide?isAmalia=1>
- **Le vélo-ski** : <https://fresques.ina.fr/montagnes/export/player/Montag00024/wide?isAmalia=1>
- **Projet MarchAlp** : <https://www.megapixiales.com/docu-chevaliers-dans-la-montagne/>

# Femmes alpinistes

## Module : GRAVIR

Laboratoire : L-VIS

### 0. INTRODUCTION

Pendant longtemps, l'alpinisme a été une affaire d'hommes. Peu à peu, les femmes ont dû transgresser l'ordre social et les codes de conduite de leur époque pour s'approprier cette pratique. C'est pour mieux comprendre la lente (mais sûre) ascension des femmes alpinistes qu'une chercheuse du laboratoire L-VIS à Lyon travaille sur leurs histoires, leurs parcours et les étapes de transformation de leurs pratiques, notamment la conquête de leur indépendance avec les cordées sans hommes.

### 1. POINT TECHNIQUE

#### Les alpinistes françaises

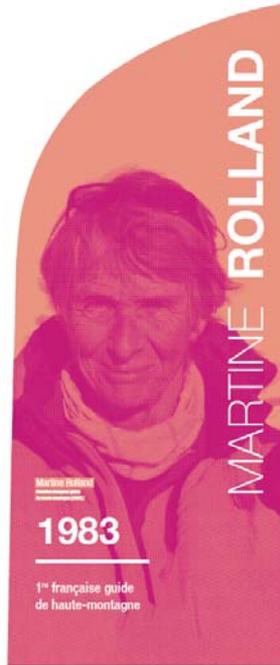
- Marie Paradis : première femme au sommet du mont Blanc, en 1808 : «tirée, traînée et portée» par des guides voulant démontrer l'accessibilité des lieux.
- Henriette d'Angeville : surnommée «la fiancée du mont Blanc». La première femme à gravir le Mont Blanc en 1838.
- Claude Kogan : première femme alpiniste à gravir le Quitaraju au Pérou (6 040 m) en 1951 et surnommée «femme la plus haute du monde» en 1954. Mène une expédition entièrement composée de femmes sur le Cho Oyu (8000 m) en Himalaya en 1959.
- Martine Rolland : première française guide de haute-montagne (1983).
- Catherine Destivelle : première femme à gravir en hiver et en solitaire les trois grandes faces nord des Alpes (1991).
- Chantal Mauduit : elle atteint 6 sommets à plus de 8 000 mètres sans apport d'oxygène, entre 1992 et 1997. Elle est la première femme à faire l'ascension du sommet himalayen Lhotse (8 516 m) en 1996.
- Laurence de la Ferrière : première et seule femme au monde à avoir traversé intégralement l'Antarctique en solitaire (1996-2000).
- Christine Janin : deuxième femme au monde à atteindre le pôle Nord sans moyens mécaniques (1997).
- Marion Poitevin : guide de haute-montagne et première femme à intégrer le groupe militaire de haute-montagne (GMHM) en 2008, à devenir instructrice de l'école militaire de haute-montagne (2012) et à rejoindre les CRS de montagne (2016).

### 2. RECHERCHES ET DECOUVERTES

L'histoire des femmes alpinistes françaises commence dès le 19e siècle, avec des pionnières comme Marie Paradis et Henriette d'Angeville. A cette époque, la pratique des femmes relève davantage de «l'excursionnisme» : la pratique est limitée à des efforts modérés, sans danger, encadrée familialement et toujours sous tutelle des hommes. Cette forme de pratique ne fait pas d'ombre aux hommes de l'alpinisme dit «acrobatique». L'émancipation des femmes reste contrôlée, notamment par l'imaginaire d'un alpinisme rude et non adapté aux femmes. Les discours de l'époque exacerbent la prétendue «dangerosité» de la montagne face à la prétendue «faiblesse» des femmes, les tenues vestimentaires non adaptées (comme le corset, les chaussures et les jupes par exemple) ou encore les conditions d'hébergement précaires des refuges.

C'est durant l'Entre deux guerres que les alpinistes françaises innovent vers une nouvelle forme de pratique. Elles s'organisent entre elles et forment des cordées sans hommes pour prouver qu'elles sont capables de participer aux expéditions sans guide et avec succès. Les institutions et les médias traitent alors ces initiatives comme des exceptions et ne souhaitent pas que le phénomène se généralise car les femmes alpinistes bouleversent l'ordre social et les rôles qui leurs sont attribués à l'époque.





1983

1<sup>re</sup> française guide de haute-montagne

Ces exceptions sont tolérées du moment qu'elles restent discrètes et toujours victorieuses, comme si les hommes devaient rester les seuls à accomplir des performances «héroïques» en montagne ! C'était sans compter les exploits de Claude Kogan qui mène une cordée sans hommes à la conquête du Cho Oyu (8 000 m) en 1959.

L'association internationale des femmes alpinistes nommée le Rendez-vous Haute Montagne (RHM) est créée en 1968. Elle rassemble des femmes qui considèrent avoir conquis leur place en montagne comme les hommes. C'est l'occasion pour ces femmes de vivre leur passion de l'alpinisme en toute autonomie, en dehors des normes et des préjugés. Cette autonomie ne plaît pas à tout le monde : les femmes alpinistes sont caricaturées soit comme «érotiques», soit comme «musclées un peu effrayantes» et vues comme des «monstres». Malgré ces quelques critiques, le RHM s'agrandit et devient de plus en plus reconnu.

A la fin du 20<sup>e</sup> siècle, les cordées entre femmes sont intégrées par les institutions alpines comme le Club Alpin Français ou la Fédération Française d'Escalade, ce qui permet leur acceptation et leur diffusion. Les années 80 marquent le début de la professionnalisation des femmes dans le milieu de la montagne, avec Martine Rolland, en 1983, puis Marion Poitevin en 2008. Au tournant du 21<sup>ème</sup> siècle, de plus en plus d'équipes de femmes sont constituées dans les clubs, mais elles demeurent paradoxalement souvent encadrées par des hommes, majoritaires dans les postes de décisions. On observe alors une différence de traitement avec les hommes dans les niveaux de sélection et les parcours. Ainsi, depuis 2010, des groupes et des clubs de femmes se multiplient. De la pratique à la gouvernance en passant par l'encadrement, les femmes prennent dorénavant la tête de la cordée.

### 3. ET DEMAIN... ?

Au Club Alpin Français, les femmes représentent environ 48% de la totalité des pratiquants ! Si elles sont souvent aussi nombreuses que les hommes dans la pratique sportive, elles sont très peu citées dans les médias et encore peu présentes dans les directions des institutions et dans l'encadrement sportif. Il en est de même dans la recherche scientifique où les études traitant de la place des femmes dans le sport sont rares. Dans ces conditions, que nous réserve l'avenir ?

Restons optimistes mais vigilants. Une prise de conscience des inégalités se développe : des formations universitaires spécialisées sur ces questions sont ouvertes, la place des femmes dans le sport grandit d'année en année, de plus en plus d'équipes sportives constituées de femmes, à tous les niveaux (direction, encadrement, pratiquantes), voient le jour... Les acteurs et actrices du système sportif doivent, à leur tour, être formé(e)s sur ces questions afin que les sportives aient accès aux mêmes droits et à la même dignité que les sportifs. Quoi qu'il en soit, les femmes passionnées par leur pratique sportive continueront d'avancer et de faire bouger les lignes !

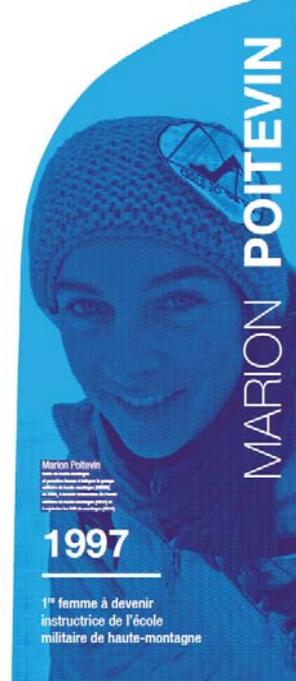
### 4. EN SAVOIR PLUS

- Traitement des femmes alpinistes dans les journaux :

<http://yvesballublog.canalblog.com/archives/2009/10/14/15439433.html>

- Dernières images de l'alpiniste Claude Kogan

<https://player.ina.fr/player/embed/CAF89020431/1/1b0bd203fbc702f9bc9b10ac3d0fc21/wide/1>



1997

1<sup>re</sup> femme à devenir instructrice de l'école militaire de haute-montagne



1991

1<sup>re</sup> femme à gravir en hiver et en solitaire les trois grandes faces nord des Alpes



1997

2<sup>e</sup> femme au monde à atteindre le pôle Nord sans moyens mécaniques



1996

1<sup>re</sup> première femme à faire l'ascension du sommet himalayen Lhotse (8 516 m)



1996

1<sup>re</sup> femme au monde à traverser intégralement l'Antarctique en solitaire

# Accidentologie de montagne

## Module : GRAVIR

Laboratoire : L-VIS

### 0. INTRODUCTION

La base de donnée participative SERAC permet aux pratiquants de sports de montagne de faire des retours d'expérience sur les accidents et les incidents en montagne. Une fois ces données traitées, on peut mieux comprendre les risques et les causes des accidents et sensibiliser plus efficacement les sportifs.

### 1. POINT TECHNIQUE

#### SERAC et science participative

Pour mieux comprendre les comportements, les risques et les causes des accidents et des incidents en montagne, les chercheurs du laboratoire L-VIS se sont basés sur un grand nombre de témoignages. Pour les recueillir, une base de donnée en ligne, SERAC, a été mise en place via le site internet [camptocamp.org](http://camptocamp.org).

Chacun peut témoigner librement de ses expériences en montagne, qu'il y ait eu un accident (une ou plusieurs blessures physiques), un incident (une chute ou une avalanche sans blessures) ou un quasi-accident (il ne s'est rien passé mais ça aurait pu !). Il faut également renseigner l'altitude, le sport pratiqué ou encore l'âge et le niveau d'expérience. Les témoignages d'incidents et de quasi-accidents sont (heureusement) plus nombreux. Ce n'est pas parce qu'il ne s'est "rien passé" que ça n'est pas important ! Au contraire, ces témoignages aident à mieux comprendre les situations lorsque les personnes ont pris "la bonne décision", du "bon matériel" ou ont eu "un coup de chance". Ils sont aussi plus faciles à raconter car les conséquences en ont été légères. Les chercheurs analysent ensuite tous ces témoignages et en font des statistiques.

C'est ce qu'on appelle des sciences participatives : parfois, lorsque les recherches nécessitent un grand nombre de données, les citoyens peuvent participer à ces recherches pour aider les chercheurs. Cela peut être pour fournir les données, comme les témoignages, mais aussi pour aider les chercheurs à traiter un grand nombre de données en réalisant des tâches simples comme trier des photos par exemple.

### 2. RECHERCHES ET DECOUVERTES

Les chercheurs du laboratoire L-VIS à Lyon ont analysé les données de la base SERAC. Grâce à de nombreux témoignages, ils ont pu obtenir assez de résultats pour en faire un rapport sur l'accidentologie de montagne sorti en 2017, en collaboration avec l'entreprise Petzl ! Ces résultats permettent de mieux comprendre comment peuvent arriver les accidents et incidents en montagne et comment les éviter car les sports de montagne sont les plus mortels, notamment l'alpinisme et la randonnée pédestre.

Les sports renseignés sur SERAC sont majoritairement le ski de randonnée, l'escalade, et l'alpinisme. Les contributeurs ayant laissé leur témoignages sont généralement des hommes de 26 à 35 ans, assez expérimentés, confirmés voire experts. Les avalanches, la chute d'une personne ou de la cordée et la chute de pierres ou de glace sont les événements les plus décrits dans ces témoignages. En analysant les témoignages, les chercheurs ont établi les facteurs de risque et les causes des accidents et incidents de montagne.

En ski de randonnée...

**L'expérience peut devenir mauvaise conseillère :** « Nous n'avons pas fait suffisamment attention au vent fort qui transportait la neige car c'est un itinéraire qu'on pratique habituellement quand les risques d'avalanche sont forts. Bref, on s'est fait piéger par l'habitude d'un itinéraire qu'on pensait protégé du risque. » (Avalanche - sans blessures)

**Le manque d'attention est un risque de ne pas voir le danger :** « Je me laisse emporter par la griserie de la descente et je quitte le couloir pour aller skier une pente vierge en rive droite. (...) À la fin j'oublie toute règle de prudence tellement c'est bon de faire voler la poudre jusqu'aux oreilles et de faire sa trace dans du vierge. » (Avalanche - ensevelissement)



« Pas mal de fatigue accumulée, entre le taf, et les quelques sorties matinales de ces derniers jours... Un problème qualité découvert à 23h hier soir (jamais ouvrir ses mails pro à ces heures là !!), un lever difficile, plus de Nutella, pas le grand beau annoncé, bonnet pas retrouvé, bon, bref, c'était pas prévu que ça soit une belle et grande matinée. (...) Pas de réflexion, ni sur le risque associé à la situation dans laquelle je suis, ni sur le fait que je me suis bien éloigné du standard que je m'autorise quand je sors seul. » (Avalanche - sans blessures)

**La pression du groupe ou celle que l'on s'impose mène à des choix risqués :** « A. veut monter aux Vans : la neige a l'air aussi bonne par là et c'est tracé. Après quelques discussions, je finis par céder, après tout la voie normale n'est pas raide et c'est déjà bien tracé. (...) A. veut descendre par le couloir NW, je dis non, que c'est typiquement le versant où des plaques sont en train de se former, mais comme du monde est passé par là et que ça avait l'air d'être du très bon ski, je finis par céder. » (Avalanche - ensevelissement)

**L'opportunité est jugée trop belle pour renoncer :** « Trop motivé. Trop peu de sorties en neige-glace durant cet hiver pourri, et après un été gâché par un lumbago. Je voulais absolument en faire une avant le printemps (ce 20 mars était le 1er jour du printemps). Donc motivation "négative" (besoin dangereux de "revanche" sur le temps), car poussant à nier le danger (risque d'avalanche). » (Avalanche - ensevelissement et chute)

**La présence d'autres groupes fragilise le parcours :** « Je ferme la marche de notre groupe pour encorder si nécessaire un compagnon qui trouverait la pente un peu raide ou la neige trop dure sur l'arête. Derrière nous suivent les Espagnols qui ont visiblement du mal à respecter les espacements. Mais bon, doivent-ils se dire, 7 personnes sont déjà passées, ça tiendra bien pour les suivants ! » (Avalanche - ensevelissement et chute)

En alpinisme et escalade...

#### **L'excès de confiance et le relâchement prématuré mènent à de mauvaises décisions :**

« Je pense que ma mauvaise décision concernant les crampons et mon manque de concentration, à l'origine de la glissade, s'expliquent en partie par un état de grande fatigue, accumulée la semaine précédente. J'ai manifesté à plusieurs reprises des signes de distraction que j'ai ignorés ; sans doute l'excitation d'être en montagne après trois semaines sans. » (Chute)

**Les facteurs de risque bien connus se confirment** (chute de pierres, défaillance d'un point de protection, erreur d'itinéraire...) : "J'étais sur une grande dalle 5 mètres au-dessus de la vire environ. La dalle s'est mise à bouger, je suis parti sur le côté gauche instinctivement pour m'échapper (confirmé par mon compagnon de cordé). J'ai dû faire quasiment 2 mètres, mais la dalle s'est effondrée sur 4 à 5 mètres de large et sans doute 2 à 3 mètres de haut. Ensuite j'ai rebondi dans les rochers. Mon partenaire dit que la dalle s'est retournée et fracassée sur la vire avec moi dessus." (Chute de pierre - chute encordé)

"Je m'engage dans le rappel, plutôt soucieux de mon camarade et de la qualité de son auto assurage et un peu absorbe, je ne vois pas la pierre qui arrive du haut." (Chute de pierre)

### **3. ET DEMAIN... ?**

A l'avenir, les chercheurs souhaitent continuer leurs travaux sur ces témoignages. En effet, plus il y a de témoignages (y compris d'incidents et de quasi-accidents) sur la base de donnée SERAC, plus on peut en tirer des éléments en commun. Cela permet de mieux comprendre les causes des accidents et d'établir des "situations types".

Cette méthodologie scientifique d'analyse de témoignage est en train de faire ses preuves. Elle pourra être utilisée dans le cadre d'autres pratiques dites "à risque", comme par exemple les activités sportives aquatiques. C'est aussi le cas du vélo en ville ! Nous avons tous vécu au moins une fois un incident en utilisant ce moyen de transport urbain : on a "failli" rentrer dans une portière, dans une voiture, dans un autre vélo... Ce type d'incident reste généralement sans conséquences, mais en témoigner sur une base de donnée permettrait, comme pour les sports de montagne, d'éviter les accidents !

### **4. EN SAVOIR PLUS**

Base de données SERAC : <https://www.camptocamp.org/serac>

Rapport sur le site de Petzl :

<https://www.petzl.com/fondation/projets/accidentologie-sport-montagne?language=fr>



# CRÉDIT PHOTOS