

UNE RECHERCHE  
SUBSIDÉE PAR LE FONDS

## Là où l'oxygène se fait rare

| par Jean-Paul Vankeerberghen, journaliste médical

Comment notre organisme réagit-il au manque d'oxygène ? L'étude des populations vivant en permanence en haute montagne peut apporter des réponses précieuses pour les malades qui souffrent d'hypoxie.

**P**ourquoi les Sherpas népalais montrent-ils une telle endurance en haute montagne, alors que la plupart des autres êtres humains sont essoufflés, ou même malades, dans un tel environnement ? Probablement parce que, vivant depuis de très nombreuses générations à plus de 3000 mètres d'altitude, ils ont développé des gènes et des phénotypes qui leur permettent de vivre et d'avoir une activité physique dans un environnement pauvre en oxygène.

Actuellement chargée de cours à la Faculté des sciences de la motricité (ULB), Vitalie Faoro s'est intéressée dès sa thèse de doctorat aux liens entre hypoxie (déficit en oxygène dans le sang et les tissus) et aptitude à l'exercice physique aérobie. Elle a participé à plusieurs expéditions en haute altitude, notamment dans les Andes et au Népal, pour récolter des données sur les populations qui y vivent en permanence.

Aujourd'hui, elle a entamé un projet de recherche qui se déroulera ici en Belgique, au sein d'une communauté de Sherpas (Tibétains) qui ont émigré dans notre pays. Ils sont environ 250 actuellement, nés dans l'Himalaya ou de la deuxième génération. L'objectif de cette étude, financée notamment par le Fonds pour la Chirurgie Cardiaque, est de mieux comprendre la part de la génétique et celle de l'influence du milieu dans la capacité d'adaptation de ces populations à un environnement pauvre en oxygène.

### Plus d'altitude, moins d'oxygène

L'oxygène est indispensable à la plupart des formes de vie sur terre. Chez les vertébrés, l'oxygène est apporté à l'organisme par la respiration : il diffuse à travers les membranes des cellules pulmonaires et des globules rouges, où il se lie à l'hémoglobine pour être transporté vers les tissus.

Si l'apport d'oxygène aux différents tissus est insuffisant, on parle d'*hypoxie*.

## Les maladies cardiovasculaires, en altérant le débit sanguin, peuvent entraîner de l'hypoxie

Plusieurs pathologies peuvent être causes d'hypoxie. Par exemple, les maladies respiratoires qui altèrent les échanges gazeux, les anémies qui diminuent la capacité de l'hémoglobine à transporter l'oxygène, les maladies cardiovasculaires qui altèrent le débit ou le transport sanguin...

Face à cette carence en oxygène, l'organisme déclenche des processus compensatoires : hyperventilation, augmentation de la fréquence cardiaque et synthèse de globules rouges. L'hypoxie se manifeste aussi par des symptômes comme des maux de tête, des nausées, une limitation à l'effort ou des troubles du comportement.

L'altitude peut être une autre cause d'hypoxie. L'oxygène est un des principaux composants de l'atmosphère terrestre : il y est présent sous forme de dioxygène ( $O_2$ ), un gaz dont les molécules sont constituées de deux atomes d'oxygène, et constitue près de 21 % du volume de l'atmosphère terrestre. Comme la pression atmosphérique diminue avec la montée en altitude, la disponibilité du dioxygène se réduit. Déjà à 2500 m d'altitude, la part du dioxygène disponible dans l'air a diminué de 25 %. A 4000 m, le dioxygène disponible ne représente plus que 60 % de ce qu'il est au niveau de la mer ; ce pourcentage chute à 50 % à 5500 m et à 33 % au sommet du mont Everest (8848 m).

Jusqu'à 2000 m, l'hypoxie liée à l'altitude n'affecte le plus souvent que les personnes souffrant de maladies respiratoires ou cardiovasculaires, quoiqu'on constate déjà un impact sur les performances sportives à partir de 1000 m. Mais au-delà de 2000 m, les effets de l'hypoxie impactent les performances de tout le monde. Au-delà de 3500 m, le mal aigu des montagnes peut toucher toute personne en bonne santé. A partir de 5500 m, la vie permanente devient impossible.

Le mal aigu des montagnes se déclare souvent après une montée rapide en

altitude, surtout au-delà de 3500 m. Ses symptômes sont des céphalées, des nausées, des vertiges, un manque de force, des troubles du sommeil. Des complications peuvent survenir telles que des œdèmes cérébraux ou pulmonaires. Il s'agit alors d'une urgence médicale car ces œdèmes peuvent mener au décès en l'absence de traitement. Il faut redescendre sans tarder vers une pression atmosphérique plus basse.

De manière générale, ces troubles peuvent souvent être évités en montant progressivement, par paliers, avec des phases de repos. De toute façon, si des symptômes apparaissent, il ne faut pas hésiter à redescendre.

### Sélection naturelle

Seulement quelques groupes humains sont mieux adaptés à vivre avec un déficit d'oxygène. " Il s'agit de montagnards, qui résident en permanence entre 3000 et 4000 m, qui semblent avoir développé une adaptation génétique et phénotypique à vivre et travailler dans un environnement hypoxique, note la Professeure Vitalie Faoro. Ces populations vivent et se reproduisent en haute altitude depuis des centaines de générations. Il est très vraisemblable qu'elles ont bénéficié d'un processus de sélection naturelle en réponse au stress hypoxique à haute altitude. „

Il s'agit principalement des Quechuas et des Aymaras vivant sur l'Altiplano de la cordillère des Andes (Pérou, Bolivie), des Amharas des hauts plateaux du nord-ouest de l'Ethiopie et des Sherpas des hautes vallées de l'Himalaya (Tibétains du Népal). Ce sont ces derniers qui se sont le mieux acclimatés à la haute altitude, du fait de l'ancienneté de leur installation.

Quelles sont leurs particularités ? " Des études ont déjà démontré qu'ils ont une circonférence thoracique, une capacité pulmonaire et vitale plus grande, explique Vitalie Faoro. Nous et d'autres avons observé une capacité de diffusion pulmonaire étendue (mesure de la



qualité des transferts gazeux entre les poumons et le sang), ainsi qu'une préservation des capacités d'exercice et des performances par rapport à celles des personnes issues de zones de basse altitude qui se sont acclimatées à la même altitude que les Sherpas. D'autres explications pointent, en réponse à l'hypoxie, une production de globules rouges plus modérée chez les Sherpas, ce qui leur assure une moindre viscosité sanguine et une protection contre les thromboses. Et leur ventricule droit travaille moins fort en hypoxie que parmi les autres populations. „

Le fait que le cœur droit est moins sollicité chez les Sherpas est à la base de l'actuel projet de recherche de Vitalie Faoro. “ Notre hypothèse est que la vasoconstriction pulmonaire en hypoxie est moins active chez les Sherpas et donc permet au cœur droit de fournir un moindre travail, à une altitude donnée. Or il est connu que les faibles performances du ventricule droit sont un facteur limitant de la condition physique, surtout en altitude. „

Cette étude, qui va démarrer dans quelques mois parmi les Sherpas de Belgique, va reposer sur une série de mesures comme l'activité cardiaque au repos et à l'effort, la fonction ventriculaire droite et la circulation pulmonaire, la condition physique, les échanges gazeux dans les poumons, la viscosité du sang ou la saturation d'oxygène dans le sang. Les mesures seront réalisées en faisant varier le pourcentage d'oxygène dans l'air tout en maintenant la même pression atmosphérique.

.....  
**En hypoxie, le ventricule droit des Sherpas est moins sollicité que celui de populations qui ne vivent pas en altitude.**  
 .....

Deux groupes de quarante Sherpas en bonne santé seront soumis à ces mesures, ainsi qu'un groupe contrôle de personnes issues de préférence du même environnement, en bonne santé et présentant des caractéristiques similaires (âge, sexe, taille).

Cette recherche se déroulera sur deux ans et sera menée en collaboration avec le service de cardiologie de l'Hôpital Erasme et l'Unité de recherche en physiologie cardiorespiratoire de la Faculté des sciences de la motricité de l'ULB.

Des recherches de ce genre devraient permettre d'en connaître plus sur les réactions de l'organisme à l'hypoxie. “ L'étude des réponses adaptatives humaines à l'hypoxie, notamment chez les montagnards, peut mener à une meilleure compréhension des mécanismes d'adaptation à l'exercice en hypoxie et contribuer à de futures actions thérapeutiques au bénéfice de patients malades et hypoxiques. „ souligne Vitalie Faoro. Dans de nombreuses pathologies cardiaques et respiratoires, des niveaux dangereusement bas d'oxygène sont critiques pour maintenir en fonction les organes essentiels. C'est particulièrement important en soins intensifs où l'hypoxie est la cause du décès de 20 % des patients tandis que 50 % y survivent mais avec la persistance d'un déficit fonctionnel. ■



## L'air des Dolomites

| par Jean-Paul Vankeerberghen, journaliste médical

Née en 1978, mariée et mère de deux enfants, Vitalie Faoro a toujours éprouvé du plaisir à faire de l'activité physique. "Dès mon enfance, j'étais fascinée par la beauté du geste sportif et par l'adaptation du corps à l'effort.,,

C'est donc assez logiquement qu'elle se lance, à l'ULB, dans des études de kinésithérapie. Elle décroche son diplôme de licence en kinésithérapie et réadaptation en 2002, puis obtient des diplômes complémentaires en pathologies sportives et études approfondies en sciences de la santé, tout en se consacrant à la recherche au sein du Laboratoire de physiopathologie de la Faculté de médecine de l'ULB.

En 2008, elle est Docteure en sciences de la motricité, après avoir défendu une thèse sur " la limitation de l'aptitude aérobie en hypoxie ", sous la direction du Pr Robert Naeije. Elle est aussi enseignante : depuis 2010, elle est professeure de physiologie cardiorespiratoire. Dans son laboratoire, sept thèses sont en cours. Et on y trouve un sous-groupe spécifique à l'hypoxie et à l'effort.

" L'altitude, dit-elle, je suis tombée dedans dès le début de ma thèse. Même si je ne suis pas une alpiniste aguerrie, j'ai toujours été très attirée par la montagne. Sans doute que mes origines familiales, dans les Dolomites, y sont pour quelque chose. J'y passais mes vacances, j'y allais régulièrement pour des réunions de famille. ,,

Depuis 2004, Vitalie Faoro a participé à six expéditions scientifiques en haute altitude, à la rencontre de ces populations vivant en permanence au-dessus de 3000 mètres. " Ce sont des peuples très pacifiques et courageux. Même si le tourisme est devenu le business des sherpas, ils restent très accueillants. Et je retrouve cet accueil impressionnant, ici en Belgique, chez ceux d'entre eux qui ont choisi de s'installer chez nous. Quel contraste avec notre mode vie, trop souvent égocentré, accroc à la vitesse ! ,, ■