



PHILIPPE LEFÈVRE

- # Né en 1965.
- # Ingénieur civil en électricité, 1988, UCL.
- # Professeur à l'UCL.
- # Chercheur en génie biomédical, responsable du pôle d'ingénierie mathématique de l'UCL (IMNA).
- # Ses domaines de recherche portent sur la modélisation de systèmes biologiques, et en particulier, la vision et la manipulation d'objets. Depuis une quinzaine d'années, en collaboration avec le Pr Jean-Louis Thonnard (UCL), il a intégré un volet spatial à ses expériences, participant depuis à de nombreuses campagnes de vols paraboliques. **Il est aussi l'une des chevilles ouvrières du master d'ingénieur civil biomédical de l'UCL.**

Micropesantueur

GÉNIE BIOMÉDICAL: DES PARABOLES À L'ESPACE

« Un ouvrage de circonstance? "La pesanteur et la grâce" de la philosophe Simone Weil »

L'UCL prend régulièrement part à des vols paraboliques pour réaliser des expériences en situation de micropesantueur. Avant de continuer l'aventure à bord de l'ISS (2016), nos deux experts lèvent le voile sur leur pratique.

Rédaction: Nelson Garcia Sequeira Photos: Laetizia Bazzoni

Vous évoluez dans des univers distincts: la technologie spatiale et le génie biomédical. Quel est le point d'intersection entre vos deux mondes?

VLADIMIR PLETZER ▶ «Un phénomène nous unit: la micropesantueur. Cela fait près de 30 ans que je m'occupe, entre autres, de la gestion des vols paraboliques au Centre européen de recherches et technologies spatiales (ESTEC) de l'Agence spatiale européenne (ESA). Un moyen unique pour faire de la science et de la technologie en micropesantueur.»

PHILIPPE LEFÈVRE ▶ «Je me suis lancé dans l'aventure spatiale au début des années 2000, en collaborant avec le Pr Jean-Louis Thonnard (UCL). Nos recherches portent principalement sur le mouvement humain et le contrôle moteur. Après nos essais sur la terre ferme, nous embarquons tout notre matériel à bord d'un avion pour des tests en micropesantueur.»

La micropesantueur: de quoi s'agit-il?

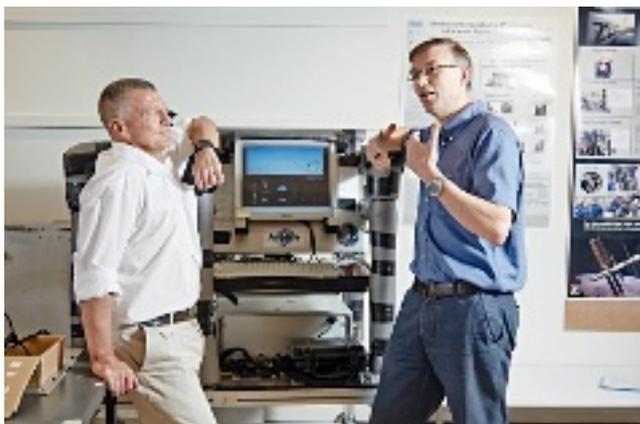
VP ▶ «La pesanteur est la force qui s'exerce sur les objets situés à la surface de la Terre et qui résulte de la force d'attraction gravitationnelle de la Terre et des forces d'inertie dans le repère où on se trouve. On parle de micropesantueur lorsque cette pesanteur est fortement réduite. Si l'on atteint une pesanteur égale à zéro, on se trouve alors dans une situation d'impesantueur (ou apesantueur).»

PL ▶ «Il faut imaginer une chute libre. Dans cette situation, la Terre continue à nous attirer, mais aucune autre force - si l'on néglige les forces de frottement - ne s'y oppose. Pendant le temps limité de la chute, on se trouve dans une situation d'absence de pesanteur ou de micropesantueur.»

L'occasion de nous rappeler que microgravité et micropesantueur sont deux phénomènes différents...



« Le "spatial" est une passion et je suis convaincu que l'avenir de l'Humanité est dans l'espace »



On parle aussi parfois de microgravité...

VP ▶ «On parle à tort de microgravité pour évoquer la micropesanteur. Ce sont deux phénomènes différents. La gravité est la force exercée par un astre sur un corps. Il est pratiquement impossible de la rendre nulle, puisqu'il faudrait s'éloigner de la Terre à l'infini pour y parvenir. L'origine de l'erreur vient de la traduction du mot anglais "gravity" qui signifie à la fois pesantueur et gravité. Une méprise qui est entrée dans le langage courant, même parmi les scientifiques.»

Quel est le lien entre micropesantueur et vols paraboliques?

VP ▶ «Les vols paraboliques permettent de créer des situations de micropesantueur. Le vol se déroule en trois phases et débute par le "pull up": à 20.000 pieds, le pilote pousse les moteurs et cabre l'avion pour atteindre une accélération de 2 g (deux fois l'accélération de la pesantueur terrestre). L'appareil va alors monter, avant de commencer à perdre de la vitesse, puisqu'il va à l'encontre de l'attraction terrestre...»

PL ▶ «... en tant que passager, vous êtes alors écrasé sur votre siège, car votre poids est multiplié par deux!»

VP ▶ «Arrivé à un angle précis (50° pour l'Airbus A310), le pilote coupe le moteur et l'appareil entame alors une phase de chute libre. D'abord ascensionnelle, puis descendante, décrivant une parabole. C'est pendant ce laps de temps - une vingtaine de secondes - que nous sommes en situation de micropesantueur.»

PL ▶ «La troisième phase survient lorsqu'il est temps pour le pilote de redresser la trajectoire. Toute la manœuvre est enchaînée une trentaine de fois, pour autant de périodes de micropesantueur.»

Pouvez-vous donner quelques précisions techniques?

VP ▶ «Nous embarquons une quarantaine de passagers pour un vol d'environ deux heures. Avec l'ESA, nous en sommes à plus de 60 campagnes sur plusieurs avions. Les six premières ont eu lieu de décembre 1984 à 1988 à bord de l'avion KC-135/930 de la NASA, à Houston aux États-Unis. Nous sommes ensuite passés, entre autres, à la Caravelle et à un Airbus A300 ZERO-G, avant de poursuivre aujourd'hui à bord d'un Airbus A310 ZERO-G. Malgré mes plus de 7.000 paraboles, le plaisir reste intact.»

PL ▶ «Pour le passager, et à part le faible pourcentage de personnes malades, il s'agit d'une expérience de bien-être extraordinaire, et même d'euphorie. D'ailleurs, il n'est pas rare de faire des rêves surprenants pendant la nuit qui suit le vol.»

Vos expériences sont donc réalisées pendant ces intervalles de micropesantueur...

PL ▶ «Oui, mais pas uniquement. La phase d'accélération (d'hyperpesantueur) est aussi intéressante, car même les mouvements les plus simples - comme l'oscillation de la main, en tenant un stylo entre ses doigts ou la collision de ce stylo vers le haut et vers le bas - deviennent compliqués et exigent un réapprentissage moteur du cerveau pour appréhender le nouvel environnement.»

VP ▶ «C'est d'autant plus déstabilisant que le poids double (à 2 g) n'est ressenti que dans un seul axe, à savoir pour les mouvements verticaux. Marcher devient alors un défi, puisque la jambe est plus lourde à lever, mais pas à déplacer vers l'avant.»

PL ▶ «En impesantueur (0 g), le phénomène est tout aussi perturbant, puisque la force gravitationnelle verticale disparaît, mais l'inertie verticale et horizontale demeure. C'est tout l'intérêt des vols paraboliques: exposer le cerveau à des situations inédites. Les résultats nous permettent notamment de comprendre les mécanismes des modèles internes et de plasticité du cerveau, dont l'intérêt, sur le plan des applications cliniques, peut être fondamental, entre autres pour la révalidation de patients.»

À quel moment décidez-vous de vous lancer dans une nouvelle campagne?

PL ▶ «Ce n'est qu'après une phase préliminaire de tests et d'expériences au sol (le «baseline data collection») que nous évaluons cette possibilité. Nous analysons donc d'abord la réaction des sujets dans des conditions de pesantueur normale (1 g).» [suite en page 14](#)



VLADIMIR PLETSER

Né en 1956.

Ingénieur civil en mécanique, 1979, UCL et docteur en physique, 1990, UCL.

Responsable des vols paraboliques de l'ESA (Agence spatiale européenne) et candidat astronote belge.

Il est un pionnier en matière de micropesantueur: il gère, depuis 1985, la préparation et l'organisation d'expériences en impesantueur lors de vols paraboliques. Mondialement connu comme «Mister microgravity», il a plus de 7.000 paraboles au compteur et détient au passage un record du monde, celui du nombre d'avions (11) utilisés pour les vols paraboliques.



Lors de ses missions, Vladimir Pletser embarque les ingénieurs qui formeront ensuite les astronautes.

Comment mener encore plus loin vos recherches?

PL ▶ «La suite logique, c'est d'envoyer nos "manips" (expériences) dans l'espace. La grande particularité est que l'expérimentateur n'est pas à bord. Ce sont donc les astronautes qui réalisent les expériences. D'où l'importance d'une ergonomie parfaite, d'un protocole sans faille, et surtout d'une formation efficace des astronautes.»

VP ▶ «Et c'est aussi à cela que servent les vols paraboliques. Une sorte de répétition générale, puisqu'on embarque les ingénieurs qui formeront ensuite les astronautes. Ils ont très peu de temps, donc leurs entraîneurs travaillent très dur pour leur expliquer les "manips" de façon simplifiée.»

VP ▶ «L'avion est un outil extrêmement versatile, qui permet de passer en revue toute une palette de niveaux de pesanteur différents. Mais les chercheurs n'ont pas le droit à l'erreur: l'équipement doit être prêt à temps, les sujets bien choisis et le protocole affiné.»

Certains paliers de pesanteur sont-ils plus intéressants que d'autres?

VP ▶ «Chaque palier constitue un champ d'observation unique. Certains chercheurs se concentrent uniquement sur le 0 g, d'autres sont intéressés par les phases de transition.»

PL ▶ «Nous avons, par exemple, effectué deux campagnes en conditions de pesanteur lunaire (0,16 g) et martienne (0,38 g) pour acquérir des données précises à ces stades intermédiaires (entre 0 g et 1 g).»

C'est ce qui était prévu en octobre 2014 lorsque la fusée Antares a explosé, à destination de la station spatiale internationale (ISS), avec à son bord du matériel scientifique de l'UCL. Une perte importante...

PL ▶ «En effet, nous avons investi beaucoup d'argent en matériel à bord de cette fusée.»

VP ▶ «Mais ce n'est que partie remise...»

PL ▶ «Tout le "setup" (ensemble de l'équipement) est en phase de reconstruction et le programme à bord de l'ISS est reprogrammé pour l'automne 2016.» #

SOUVENIRS D'ÉCOLE

«En primaire, je pensais que les Russes seraient les premiers à aller sur la Lune»

Si Vladimir Pletser n'est pas encore allé dans l'espace, ce n'est peut-être qu'une question de temps. Passionné depuis l'enfance, il a été bercé par la course à l'espace livrée entre Russes et Américains: «Ma première élocution à l'école primaire portait sur la conquête spatiale pendant la guerre froide. À l'époque, j'avais pris le risque de miser sur les Russes. Je pensais qu'ils seraient les premiers à aller sur la Lune. J'avais un excellent argument: les Américains faisaient amerrir leurs vaisseaux alors que les Russes avaient développé la technique d'atterrissage. Cet avantage me semblait décisif vu les caractéristiques de la surface lunaire. L'Histoire a montré que je me trompais.»

«C'est un point marquant de ma carrière: avoir mon propre labo expérimental»

Philippe Lefèvre est, avant tout, un chercheur interdisciplinaire, curieux de nombreux domaines. C'est la signature de sa carrière.

«À l'issue de mon postdoctorat, après avoir obtenu mon poste à l'UCL, mon mentor aux National Institutes of Health, le Dr Lance Optican, m'a donné un conseil déterminant: "Tu dois avoir ton propre labo expérimental". C'est un point marquant de ma carrière, car je sais aujourd'hui combien c'est important. Je m'associe évidemment à des personnes très qualifiées, mais c'est un moteur enthousiasmant de pouvoir traiter une question de A à Z: du volet théorique à la phase expérimentale, en passant par les publications ou la construction des équipements.»

