

hautes tensions sont en effet à l'origine d'une ionisation partielle de l'air et de courants électriques supplémentaires au voisinage de la ligne – que nous entendons sous forme de grésillements. Cet effet peut provoquer de petites aigrettes comme dans les feux de Saint-Elme, notamment quand l'électricien approche sa main gantée de la ligne (voir la figure page 89). Sa combinaison évite qu'il reçoive ces courants d'une autre nature.

Pour un oiseau, qui n'a pas de combinaison protectrice, un autre effet pourrait intervenir. Dans les lignes de transmission en courant alternatif, la tension le long de la ligne dessine à chaque instant une courbe sinusoïdale (voir la figure page ci-contre). Par conséquent, les deux pieds du volatile ne sont pas au même potentiel. Cette différence, qui crée un courant à travers le corps de l'animal, est-elle dangereuse ?

Lors d'un orage, si l'on se trouve debout près d'un arbre touché par la foudre, la différence de potentiel entre les deux pieds (liée à la circulation des courants dans le sol) peut dépasser le kilovolt, d'où un fort risque d'électrocution pour les humains et surtout pour les quadrupèdes comme les vaches, dont les pieds sont plus écartés.

Sur une ligne à haute tension, heureusement, la fréquence de la tension alternative est basse, d'où une longueur d'onde gigantesque : près de 6 000 kilomètres. En ordre de grandeur, la différence de potentiel entre les deux pattes de l'oiseau est égale à la tension du courant multipliée par le rapport distance entre pattes/longueur d'onde. Pour une ligne à 400 000 volts, on trouve alors une minuscule différence de potentiel, de quelques millivolts au plus. Pas de quoi griller le volatile ! ■

■ BIBLIOGRAPHIE

J. A. Redinz, *Birds on power lines*, *American Journal of Physics*, vol. 82, pp. 691-694, 2014.

G. Stix, *Working hot : life at 765 kV*, *IEEE Spectrum*, vol. 25(9), pp. 54-56, 1988.



Neurodiététique Connaître son cerveau pour mieux manger

Pourquoi faut-il connaître son cerveau pour mieux manger ? D'abord pour le nourrir convenablement. Ensuite pour éventuellement perdre quelques kilos : suivre un régime est inéluctablement voué à l'échec si on n'a pas compris le fonctionnement de ses neurones. Enfin pour apprécier, à sa juste valeur, le plaisir de manger.

96 pages - 7,50€

Disponible en kiosque
et sur www.cerveauetpsycho.fr

QUESTION AUX EXPERTS

Qu'arriverait-il sans combinaison dans l'espace ?

Rien d'agréable, mais nous n'explorierions pas ni ne gèlerions en quelques secondes !

Roland LEHOUCQ



Dans le film *Outland* (1981), des ouvriers explosent après avoir ouvert leur scaphandre dans l'espace. Dans *Mission to Mars* (1999), un astronaute relève sa visière et gèle en quelques dizaines de secondes. Nombre d'autres œuvres illustrent ce que nous savons tous : l'espace est un milieu plutôt hostile.

De fait, le sort de l'insouciant promeneur spatial qui sortirait en tenue d'été ne serait pas très enviable. L'absence d'air est le premier problème pour un humain subitement exposé au vide. En effet, le cerveau se retrouve vite à court d'oxygène, qui s'échappe du sang en raison de la faible pression ambiante. Cela entraîne une perte de conscience en une quinzaine de secondes et, peu après, la mort.

Par ailleurs, la pression régnant à l'intérieur du corps, égale à celle de l'atmosphère avant la sortie dans le vide spatial, devient très supérieure à celle du milieu extérieur, quasi nulle. D'où l'idée que le naturaliste de l'espace exploserait aussitôt.

En réalité, les tissus, notamment la peau, sont assez résistants pour s'accommoder d'une telle surpression. Le corps n'explose donc pas, mais il gonfle bel et bien. C'est ce qu'a constaté le pilote américain Joe Kittinger, qui a atteint l'altitude record de 30 480 mètres lors d'un vol en ballon en 1960. Durant l'ascension, le gant droit de sa combinaison s'est percé. Sa main a doublé de volume, en raison de la faible pression externe. Elle est revenue à la normale quelques heures après l'atterrissage.

À l'intérieur du corps, c'est une autre histoire. Les vaisseaux sanguins les plus fins peuvent éclater. La dilatation de l'air interne met certains organes à rude épreuve : elle endommage gravement les alvéoles pulmonaires (de petits « sacs » où se déroulent les échanges gazeux avec le sang) et menace les tympans. Le diaphragme risque d'être poussé vers le haut par l'expansion des gaz piégés dans l'estomac. Une carie ou un plombage mal réalisés peuvent aussi contenir de petites poches d'air, dont la dilatation causerait de vives douleurs, voire l'éclatement de la dent.

Liquides en ébullition

Outre la dilatation de ses gaz, l'ébullition de ses liquides menace le spationaute déshabillé. La température d'ébullition dépend en effet de la pression. Au sommet du mont Blanc, où la pression est deux fois moindre qu'au niveau de la mer, l'eau bout à seulement 85 °C. Placé dans le vide, un liquide bout quelle que soit sa température. C'est ce qu'illustre la mésaventure vécue en 1965 par le porteur d'une combinaison pressurisée, testée dans une chambre à vide du centre spatial Johnson de la Nasa, au Texas. La combinaison s'est accidentellement percée et son porteur a perdu conscience en 14 secondes. Une fois la pression de la chambre revenue à la normale, il a fini par retrouver ses esprits sans dommage. Au débriefing, il a rapporté que son dernier souvenir conscient était l'ébullition de sa salive !

Heureusement, le cas du sang est différent : pompé par le cœur, il est toujours en surpression par rapport à l'extérieur. Tant que le cœur bat, le précieux liquide n'entre pas en ébullition à l'intérieur du corps humain.

À l'inverse, l'intrépide aventurier qui bondirait du vaisseau spatial sans combinaison se transformerait-il instantanément en Mr Freeze ? Exposé au vide, il perdrait de l'énergie sous forme de rayonnement infrarouge. Il éprouverait une sensation de froid, amplifiée par l'évaporation de la sueur à la surface de sa peau : le changement d'état de l'eau consomme de l'énergie, au détriment du corps. L'infortuné finirait par geler, mais certainement pas en moins d'une minute comme dans *Mission to Mars* ! Dans un air hivernal glacé, où le vent et l'humidité renforcent les pertes thermiques, la congélation d'un corps humain prend des heures. Dans le vide, où seul le rayonnement agit, il faut encore plus longtemps.

Si les humains meurent vite dans l'espace, d'autres animaux sont capables d'y survivre. Ainsi, des tardigrades, de minuscules animaux proches des arthropodes, sont rentrés sains et saufs après une exposition prolongée au vide orbital. On comprend encore mal leur résistance et nous avons beaucoup à en apprendre sur l'adaptation au vide. Peut-être seront-ils, avant les humains, les premiers voyageurs interstellaires ? ■

Roland LEHOUCQ est astrophysicien au CEA, à Saclay.