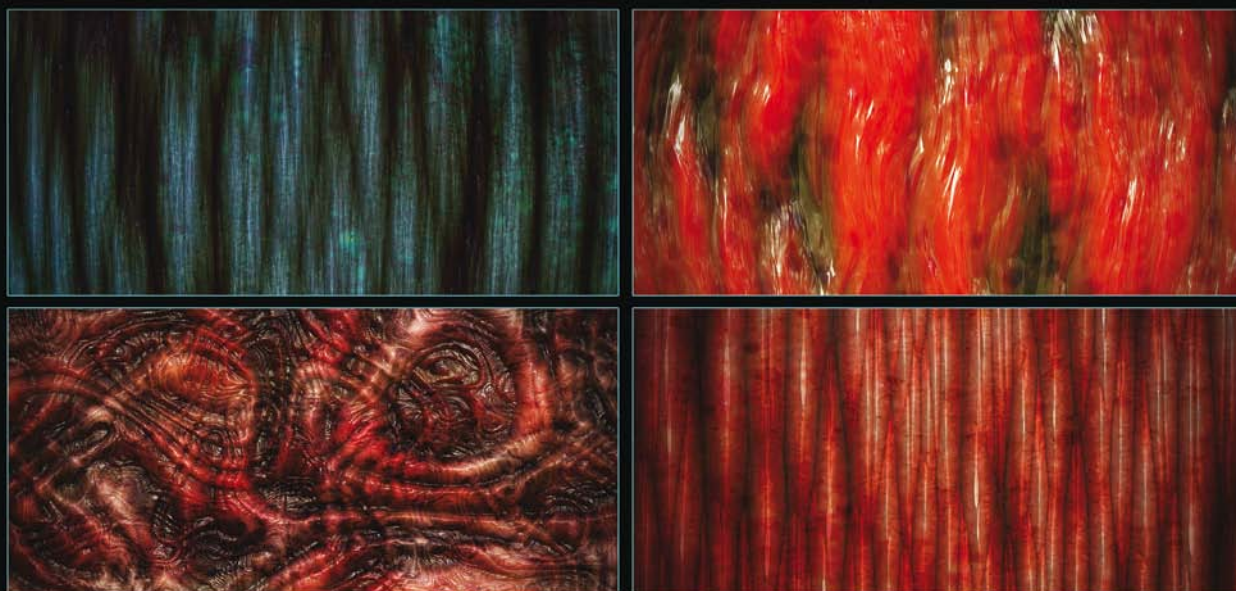




2. LES MUSCLES DE SUPERMAN pourraient être différents de ceux des humains et conférer au super-héros une force bien supérieure. Ci-dessus, quelques exemples imaginaires de fibres musculaires.

extraordinaire. La modeste fourmi supporte ainsi des poids cent fois supérieurs au sien. La sauterelle fait des bonds dont la longueur rapportée à l'échelle humaine est équivalente à plusieurs dizaines de mètres. » Avec ce raisonnement, un homme pourrait soulever une masse 100 fois supérieure à la sienne, soit 7 à 8 tonnes, ce qui correspond aux premières performances de Superman, lequel ne serait alors qu'une super-fourmi. Cet argument extrapole une propriété d'une échelle de taille à une autre en supposant que la force d'un être est proportionnelle à sa masse. Qu'en est-il en réalité ?

La force dépend du diamètre des muscles

La force d'un muscle dépend notamment du nombre de fibres musculaires – des cellules très allongées à plusieurs noyaux nommées myocytes – qui le composent. Et elle dépend surtout du diamètre des fibres, les plus grosses étant les plus fortes. Ainsi, si un haltérophile est plus fort que vous, ce n'est pas forcément parce que ses muscles ont plus de fibres musculaires que les vôtres, mais parce que ses fibres sont plus grosses. La force qu'un muscle peut exercer est donc proportionnelle à sa section.

Les muscles humains sont capables, selon leur fonction, de produire une force comprise entre 30 et 100 newtons par centimètre carré de section. Il s'ensuit que la force n'est pas proportionnelle à la masse

corporelle. En effet, cette masse étant proportionnelle au volume, elle est proportionnelle au cube de la taille caractéristique du corps. Par ailleurs, la force développée par les membres est proportionnelle à leur section, donc au carré de la taille caractéristique du corps. On en déduit que la force physique croît proportionnellement à la puissance deux tiers de la masse corporelle. Cette loi peut être vérifiée empiriquement en se fondant sur les records d'haltérophilie.

Finalement, les plus lourds sont bien les plus forts, mais pas autant qu'on le croit. Et la force par unité de masse, qui varie comme l'inverse de la racine cubique de la masse, est par exemple à l'avantage du gymnaste, qui a souvent une masse raisonnable et est capable de performances physiques, telles que les sauts, inaccessibles à un haltérophile. En revanche, en force absolue, ce dernier dépasse de loin le gymnaste. Bien sûr, deux personnes de même masse peuvent avoir des performances physiques différentes. Notre argument ne s'applique donc qu'en moyenne, car il est possible d'augmenter sa force physique par un entraînement adéquat ou par l'utilisation de produits illicites qui augmentent la masse musculaire, donc le diamètre des fibres.

Appliquons notre relation pour estimer la force d'une fourmi à partir de celle d'un humain. Un homme moyen pèse environ 75 kilogrammes et est capable de soulever sa masse. Une fourmi de 20 milligrammes pèse 3 750 000 fois moins qu'un humain. Elle ne

peut donc, d'après notre formule, soulever qu'une masse d'environ 3 grammes, ce qui représente 150 fois sa masse. Par ce raisonnement, nous retrouvons bien l'ordre de grandeur de la performance d'une fourmi, en dépit de sa morphologie différente. La validité de notre relation montre que l'on ne peut pas expliquer la force de Superman par une simple proportionnalité et que l'explication proposée par les auteurs n'est pas la bonne.

Remarquons que notre raisonnement supposait implicitement que les fibres musculaires ont des propriétés mécaniques identiques chez l'homme et le Kryptonien. Si la force de ce dernier dépendait aussi de la longueur de la fibre [propriété qui n'a jamais été observée sur Terre], elle serait proportionnelle au volume, donc à la masse corporelle. L'argument des auteurs de Superman serait alors valable. Mais cela suppose que la physique de Superman est différente de la physique sur Terre, ce qui laisse libre cours aux hypothèses les plus débridées !

Autre piste : alors que chez l'homme, le nombre de fibres musculaires atteint un maximum à l'âge adulte et varie peu, le Kryptonien bénéficie peut-être d'un nombre croissant de fibres musculaires tout au long de sa vie. Serait-ce pourquoi sa force a augmenté au fil de ses aventures ? ■

R. LEHOUCQ est astrophysicien au CEA, à Saclay. J.-S. STEYER est paléontologue au CNRS-MNHN, à Paris.