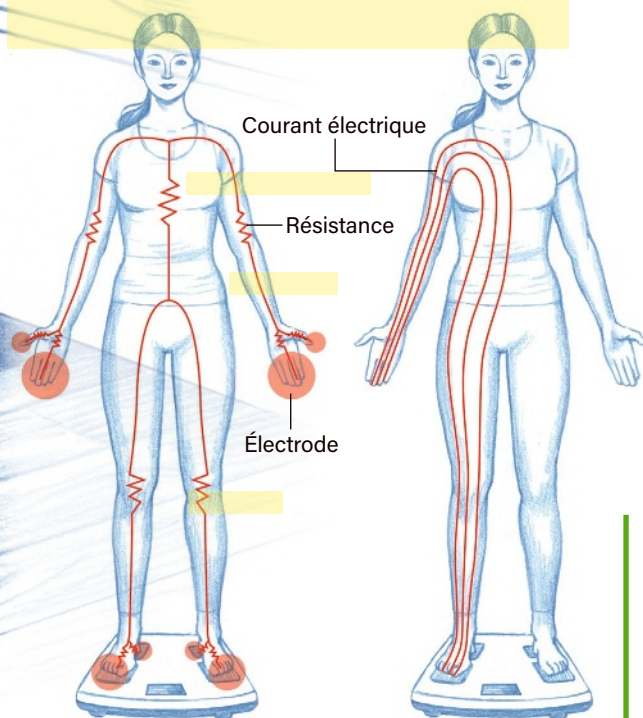




LA CONDUCTIVITÉ FAIT PARLER LE CORPS

Les informations sur la composition du corps sont révélées par la conductivité électrique de courants circulant (à droite) entre les électrodes (à gauche, les cercles orange) de la balance.

Les ions du corps mis en mouvement par ces courants sont entravés par différents phénomènes physiologiques : ce phénomène est équivalent, électriquement parlant, à une résistance (à gauche).



électrique par un matériau résulte du mouvement de charges électriques à l'intérieur de ce dernier. Dans le cas de tissus biologiques, plusieurs phénomènes interviennent. Lorsqu'une tension électrique est appliquée à un tissu, il apparaît en son sein un champ électrique qui met en mouvement les ions présents dans les cellules comme dans le fluide interstitiel qui les séparent. Le courant électrique créé est donc d'autant plus important que la concentration en ions est grande.

Deux obstacles entravent le mouvement de ces ions. D'abord, les collisions avec les molécules du liquide physiologique où ils baignent. Le résultat est qu'ils acquièrent quasi instantanément une vitesse moyenne constante,

proportionnelle au champ électrique auquel ils sont soumis avec comme conséquence un courant électrique proportionnel à la tension appliquée. Ceci correspond électriquement au comportement d'une résistance.

Ensuite, pour les ions intracellulaires, l'affaire est compliquée par la présence des parois cellulaires. Celles-ci agissent comme un milieu isolant avec des ions positifs qui s'accumulent d'un côté et les ions négatifs de l'autre. Ces charges séparées créent un champ électrique qui s'oppose au champ appliqué. Le mouvement des ions se ralentit et l'on atteint un équilibre. D'un point de vue électrique, nous retrouvons un condensateur.

La cellule dans son ensemble qui combine conduction en son sein et parois

chargées se comporte donc comme un condensateur en série avec une résistance (voir la figure page suivante). Cette association définit un temps caractéristique : la durée que met le condensateur à se charger lorsqu'on applique une tension ou à se décharger quand celle-ci devient nulle.

Quelles sont les conséquences sur la conductivité avec une tension alternative ? Si le courant est quasi continu ou de période supérieure au temps de charge, l'effet dominant est celui du condensateur

Les auteurs ont notamment publié : **En avant la physique !**, une sélection de leurs chroniques (Belin, 2017).



et la conductivité est nulle ou presque: on a affaire à un coupe-circuit. À l'inverse, avec des périodes plus courtes, l'effet du condensateur devient négligeable au profit de la résistance.

MODÉLISER ÉLECTRIQUEMENT LE CORPS

Imaginons maintenant un tissu biologique plus complexe constitué de cellules (dont les cellules graisseuses) et de liquide interstitiel et supposons que le contenu en ions soit le même dans tous les fluides. En pesant ce tissu, nous déterminons la quantité totale de matière. Comme la graisse conduit très mal le courant, la mesure de la conductivité en continu ou à basse fréquence n'est sensible qu'à la quantité de fluide interstitiel (les cellules sont en coupe-circuit) tandis que la conductivité à haute fréquence indique la quantité totale de fluide, à la fois interstitiel et intracellulaire. Finalement, trois mesures (le poids et les deux types de conductivité) révèlent trois grandeurs: la masse de graisse, la masse de tissus non adipeux et la masse de l'eau entre les cellules (associée à la rétention d'eau).

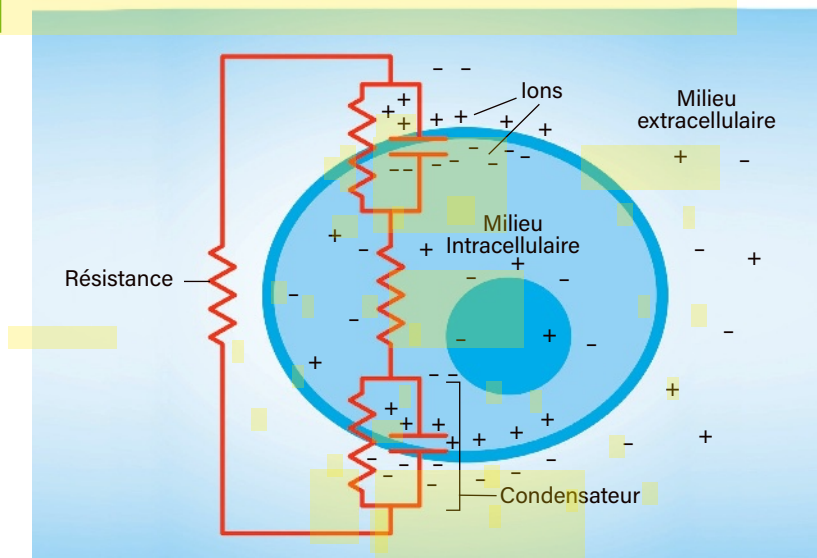
Qu'en est-il pour le corps humain, plus complexe encore avec notamment la présence des os et sachant qu'en outre, d'un point de vue électrique, d'autres phénomènes interviennent? Par exemple, le champ électrique oriente les molécules d'eau, polaires, du liquide physiologique, ce qui a un effet électrique équivalent à celui d'un condensateur. Dans les faits, le principe reste le même: on mesure le poids de la personne, puis la conductivité électrique dans une gamme de fréquences afin de distinguer les différents effets physiques évoqués ci-dessus.

Dans les balances les plus simples, la conductivité est mesurée entre les deux pieds, ce qui correspond à un passage du courant dans les deux jambes et dans l'abdomen. On peut aussi trouver des dispositifs plus avancés reliés aux pieds et aux poings (voir la figure pages précédentes). Les mesures fournissent alors séparément des informations sur les quatre membres et le tronc.

Dans la pratique, on indique aussi à l'appareil la taille de la personne, son âge et son sexe afin d'affiner l'estimation de la composition corporelle. Comment se comparent ces résultats avec ceux obtenus par d'autres méthodes physiques plus sophistiquées? Les mesures électriques donnent de très bons résultats pour la valeur moyenne des

LES CELLULES INFLUENCENT LE COURANT

Une cellule, délimitée par une paroi de part et d'autre de laquelle s'accumulent des ions, agit comme un condensateur monté en série avec une résistance. Selon la nature du courant, c'est l'effet de l'un ou de l'autre qui domine.



quantités mesurées entre les différents individus d'un groupe. Pour une seule personne, en revanche, les valeurs obtenues sont moins précises que celles fournies par des mesures sophistiquées. Cependant, elles restent suffisantes pour évaluer la situation et déterminer ce qu'il importe de faire pour, par exemple, perdre du poids. La personne a-t-elle assez de muscles pour avoir un métabolisme suffisant pour brûler des graisses? Dans le poids total, quelle est l'importance relative de la graisse par rapport à celle de la rétention d'eau? Ou encore, comment se répartissent graisse viscérale et graisse superficielle?

Surtout, c'est pour le suivi que ces appareils ont un intérêt. Certes, les valeurs absolues données pour les différentes compositions ne sont pas précises à cause des spécificités morphologiques de chacun, mais ces spécificités n'évoluent pas. Aussi des mesures successives sur une même personne sont-elles donc particulièrement significatives. Elles indiquent alors parfaitement si la perte de poids observée résulte d'une perte de muscle ou de graisse. Ou bien à l'inverse si un poids qui se maintient est dû à un gain de muscle associé à une perte de graisse. Vous n'aurez plus d'excuses! À vous les plages... de Grèce. ■

BIBLIOGRAPHIE

D. Miklavčič et al., **Electric Properties of Tissues**, in M. Akay (Ed.) Wiley Encyclopedia of Biomedical Engineering, John Wiley & Sons, 2006.

A. De Lorenzo et al., **Predicting body cell mass with bioimpedance by using theoretical methods: a technological review**. Journal of Applied Physiology, 1997.