

Le métabolisme humain revisité, de la naissance au quatrième âge

En mesurant les dépenses énergétiques de près de 6 500 personnes âgées de 8 jours à 95 ans, une équipe internationale a identifié quatre périodes de la vie, et invalide nombre d'idées reçues

Comment nos dépenses énergétiques varient-elles avec l'âge? La réponse, publiée dans la revue *Science* du 12 août, a été mesurée chez 6 421 personnes âgées de 8 jours à 95 ans, originaires de 29 pays – dont 64 % de femmes. Elle révèle plusieurs surprises. Vous pensiez que la puberté, la trentaine ou la quarantaine et la ménopause marquaient autant de ruptures dans nos dépenses énergétiques de base? Eh bien non. «Cela peut sembler étrange, mais le calendrier des différentes périodes métaboliques de notre vie ne coïncide pas avec ces étapes majeures de l'existence», résume Herman Pontzer, de l'université Duke, à Durham (États-Unis). Il est le premier auteur de cette étude internationale coordonnée par John Speakman, de l'université d'Aberdeen (Royaume-Uni).

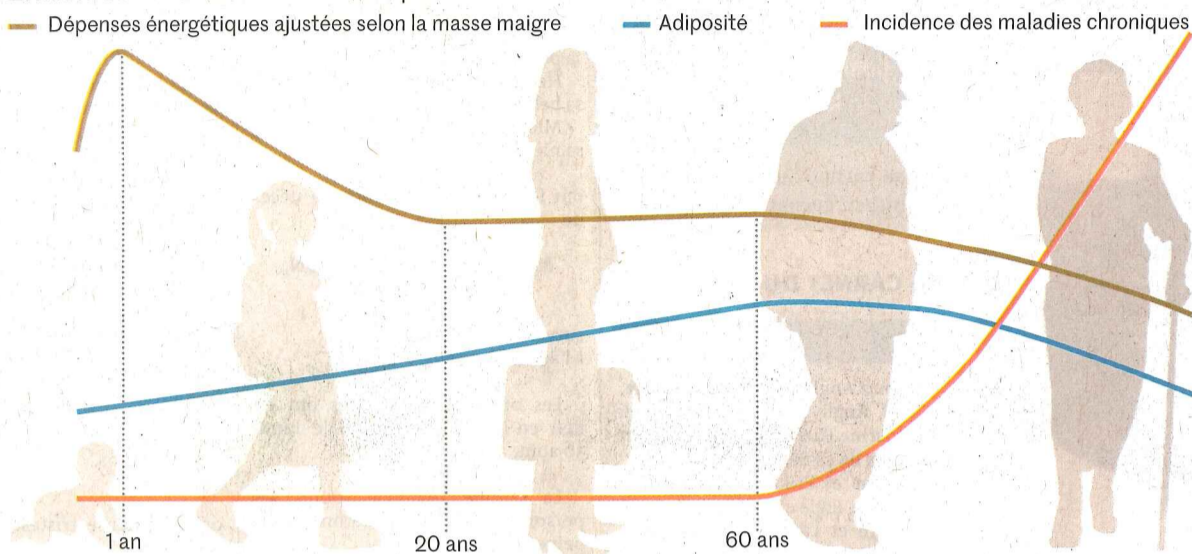
Les chercheurs ont eu recours à une technique de référence – fiable, précise et non invasive – utilisée depuis les années 1980 pour mesurer la dépense énergétique humaine, en situation de vie quotidienne. Il s'agit de la «méthode de l'eau doublement marquée». Le principe: la personne ingère une dose d'eau enrichie en deux isotopes stables (non radioactifs), le deutérium (^2H) et l'oxygène 18 (^{18}O). Sur des échantillons d'urine prélevés régulièrement durant une à trois semaines, on mesure la cinétique d'élimination de ces deux isotopes. Cela permet de calculer la quantité de gaz carbonique (CO_2) produit, d'où l'on déduit les dépenses énergétiques. Cette méthode, cependant, nécessite un traceur et des analyses en spectrométrie de masse longues et onéreuses. D'où l'intérêt de cette mise en commun des données collectées par une demi-douzaine de laboratoires depuis quarante ans.

DES BÉBÉS TRÈS DÉPENSISERS

Leur analyse dessine un modèle en quatre étapes, une fois les données moyennées et ajustées selon la masse maigre de chacun. La petite enfance, d'abord. À masse maigre égale, les tout-petits présentent les dépenses énergétiques maximales – qui grimpent en flèche durant la première année de vie. Entre l'âge de 9 mois et de 13 mois, elles sont 50 % plus élevées que celles des adultes, toujours à masse maigre égale. Est-ce parce que les enfants triplent leur poids de naissance durant leur première année de vie? Pas seulement. «Il se produit, à l'intérieur des cellules d'un bébé, des processus qui les rendent plus actives – et dont nous

Besoins énergétiques: les quatre âges de la vie

Evolution du métabolisme aux différentes périodes de l'existence



Les mesures des dépenses énergétiques – rapportées à la masse maigre des individus – ont permis d'identifier trois points de rupture au cours de la vie humaine. Une fois ajustées selon la masse maigre, ces dépenses grimpent en flèche peu après la naissance jusqu'à l'âge

Source : Science

de 1 an. Puis elles déclinent de 3 % par an jusqu'à l'âge de 20 ans. Ensuite, de 20 ans à 60 ans, elles sont remarquablement stables, avant de diminuer de 0,7 % par an à partir de la soixantaine. L'essor marqué des maladies chroniques liées

à l'âge coïncide avec ce lent déclin des dépenses énergétiques et avec la perte de l'adiposité, ce qui suggère que le métabolisme pourrait être un moteur de la biologie du vieillissement.

«*ignorons la nature*», observe Herman Pontzer. Ce métabolisme très énergivore expliquerait en partie pourquoi les carences alimentaires, durant cette période-clé, entraînent de sévères troubles de croissance, qui peuvent engager le pronostic vital.

Après l'âge de 1 an, le niveau du métabolisme humain décroît lentement – d'environ 3 % par an – jusqu'à l'âge de 20 ans. C'est là une autre surprise: même la puberté, avec ses bouleversements hormonaux et son impressionnante poussée de croissance, n'infléchit pas cette lente chute. Les besoins énergétiques propres à cette période continuent de décroître, une fois la taille corporelle prise en compte. Cet infléchissement est sensible même chez des étudiants de 18 à 20 ans. «*Quand ils terminent leur master, ils brûlent moins de calories que quand ils l'ont commencé*», indique au *New York Times* Samuel Klein, de l'université Washington de Saint-Louis (États-Unis), qui n'a pas participé à l'étude.

Quant à la suite, elle livre un autre sujet d'étonnement. On croit souvent qu'à partir

de la trentaine la prise de poids est une fatalité. «La faute au métabolisme»? Fausse excuse! La sédentarité et/ou une alimentation trop riche, bien plus sûrement, expliquent un tour de taille épaissi à la trentaine ou à la quarantaine. Mais pas le métabolisme. Car, durant quatre décennies, de 20 à 60 ans, le niveau de nos dépenses énergétiques est remarquablement stable. Même la grossesse, en soi, n'affecte pas les besoins énergétiques de la future mère, si l'on prend en compte le poids croissant de l'enfant à naître.

LA GROSSESSE N'AFECTE PAS LES BESOINS ÉNERGÉTIQUES DE LA FUTURE MÈRE

Un seul chiffre, pour illustrer ces dépenses. Pour un jeune adulte dont la masse maigre est de 40 kg, par exemple, les dépenses énergétiques totales atteignent un maximum d'environ 10 mégajoules (2388 kilocalories) par jour, dont 50 % à 70 % sont brûlés par le seul métabolisme de repos.

Autre idée reçue à revoir: le niveau métabolique des femmes, en réalité, est comparable à celui des hommes, à masse maigre égale. Par ailleurs, les niveaux de métabolisme varient, bien sûr, selon les individus.

de la trentaine la prise de poids est une fatalité. «La faute au métabolisme»? Fausse excuse! La sédentarité et/ou une alimentation trop riche, bien plus sûrement, expliquent un tour de taille épaissi à la trentaine ou à la quarantaine. Mais pas le métabolisme. Car, durant quatre décennies, de 20 à 60 ans, le niveau de nos dépenses énergétiques est remarquablement stable. Même la grossesse, en soi, n'affecte pas les besoins énergétiques de la future mère, si l'on prend en compte le poids croissant de l'enfant à naître.

Un seul chiffre, pour illustrer ces dépenses. Pour un jeune adulte dont la masse maigre est de 40 kg, par exemple, les dépenses énergétiques totales atteignent un maximum d'environ 10 mégajoules (2388 kilocalories) par jour, dont 50 % à 70 % sont brûlés par le seul métabolisme de repos.

Autre idée reçue à revoir: le niveau métabolique des femmes, en réalité, est comparable à celui des hommes, à masse maigre égale. Par ailleurs, les niveaux de métabolisme varient, bien sûr, selon les individus.

Infographie : Le Monde

Certaines personnes montrent des niveaux supérieurs de 25 % à la moyenne de leur âge; pour d'autres, ils sont inférieurs de 25 %. Mais ce modèle en quatre étapes reste valide lorsque les niveaux individuels d'activité physique sont pris en compte.

APRÈS 60 ANS, LES CELLULES AU RALENTI

Ce n'est qu'à partir de la soixantaine que le niveau du métabolisme adulte commence à décroître, d'environ 0,7 % par an. La perte de la masse musculaire (sarcopénie) explique en partie ce lent déclin: les muscles brûlent plus de calories que le tissu adipeux. Mais cela ne fait pas tout. «*Une fois la masse musculaire prise en compte, ce déclin persiste. Il provient donc d'un fonctionnement ralenti des cellules elles-mêmes*», indique Herman Pontzer.

«*L'incidence des maladies chroniques non infectieuses commence à croître à la soixantaine, et cela ne peut pas être une coïncidence*», relèvent de leur côté, dans *Science*, Timothy Rhoads et Rozalyn Anderson, de l'université du Wisconsin, à Madison (États-Unis). Un métabolisme plus lent, à partir de 60 ans, pourrait s'expliquer par une physiologie altérée du cœur, du foie, des reins ou du cerveau, des organes qui consomment 65 % de l'énergie que nous dépensons au repos.

La soixantaine marquerait donc un point de rupture. Pour autant, «*il faut attendre l'âge de 90 ans pour voir nos dépenses énergétiques chuter de 26 %: c'est ce qui m'a le plus surpris*», confie Philippe Froguel, d'Imperial College, à Londres (Royaume-Uni) et de l'Institut Pasteur de Lille (CNRS), qui n'a pas participé à l'étude. Il est permis de trouver ce fait rassurant.

Quid des retombées médicales de cette analyse? Elle ne change rien à ce sage constat: quand une personne grossit, c'est qu'elle ingère plus de calories qu'elle n'en dépense. Mais l'étude pourrait conduire à mieux ajuster les doses d'un médicament chez l'enfant et chez la personne âgée, par exemple. Elle devrait aussi conduire à revoir les modèles de recherche sur les maladies liées à l'âge. «*Les voies métaboliques faciles à cibler chez les jeunes animaux en phase de croissance ne sont sans doute pas aussi sensibles ni réactives chez les animaux plus âgés*», estiment Timothy Rhoads et Rozalyn Anderson. Une humanité débarrassée du fléau des maladies liées à l'âge: ce n'est certes pas pour demain, mais cette étude trace peut-être une ébauche de piste vers ce lointain Graal. ■

FLORENCE ROSIER

Comme nous, les macaques craquent sous la pression

ZOOLOGIE - Face à la perspective d'une récompense exceptionnelle, ces singes perdent leurs moyens et réussissent moins bien leurs tâches

Imaginez-vous face au but, au moment de tirer un penalty qui déterminera l'issue d'un match décisif. Vous êtes dans la phase finale d'une compétition internationale et la suite du parcours de votre équipe repose sur vos épaules. Face à un enjeu aussi important, le risque est élevé que vous ratiez votre tir – comme le malheureux Kylian Mbappé en a fait l'expérience lors des huitièmes de finale du dernier Euro de football, au cours desquels la Suisse a éliminé la France aux tirs au but.

Ce type de contre-performance, qui peut également se produire lors d'une présentation professionnelle importante, par exemple, n'est pas le propre de l'être humain, comme on pourrait l'imaginer. Une nouvelle étude, publiée le 23 août dans la revue *PNAS*, démontre que les maca-

ques eux aussi craquent sous la pression. Une découverte qui éclaire les ressorts de ce comportement paradoxal.

Jusqu'à un certain point

Pour leur expérience, menée en laboratoire, les chercheurs ont entraîné trois macaques rhésus à toucher rapidement une cible sur un écran tactile. «*Vous pouvez penser à notre exercice comme au fait de taper une mouche. C'est une petite cible, et vous avez seulement une chance de l'attraper*», explique Aaron Batista, chercheur en neurosciences à l'université de Pittsburgh (États-Unis), l'un des auteurs de l'étude. Une indication visuelle sur l'écran renseignait les cobayes sur la récompense qu'ils recevraient en cas de succès – une quantité variable de jus de fruit, dont ils raffolent.

Résultat, plus la récompense attendue par les singes était importante, meilleures étaient leurs performances, en tout cas jusqu'à un certain point. Quand les macaques savaient pouvoir accéder au «jackpot», comme l'ont nommé les chercheurs – une dose de jus dix fois supérieure à la moyenne, qui se présentait dans seulement 5 % des exercices –, alors leurs chances de réussir diminuaient nettement. Leur taux de succès à l'exercice suit ainsi une courbe en forme de U inversé: croissant avec la récompense, il chute quand l'enjeu devient trop important.

Cette surprenante observation était déjà bien connue chez l'être humain. «*La loi de Yerkes et Dodson sur la performance est souvent citée pour expliquer le fait de craquer sous la pression. (...) Elle dispose que, bien qu'une augmentation du niveau de stress puisse*

avoir des effets positifs sur la performance (par exemple, en renforçant le niveau d'attention et en stimulant l'intérêt pour une tâche), ce bénéfice n'est valable que jusqu'à un certain point. Des niveaux élevés d'anxiété peuvent en effet drainer les ressources mentales et altérer fortement la performance», écrit Maude Lavanchy, chercheuse en économie et management à l'IMD de Lausanne, dans un article paru sur le site *The Conversation*.

La chercheuse, qui est aussi volleyeuse et connaît donc ces instants cruciaux où il ne faut pas rater un service, réagit à l'étude de *PNAS*: «*Il est très intéressant de voir que le fait de craquer sous la pression n'est pas uniquement lié au monde du travail ou à celui du sport de haut niveau, mais qu'il a été acquis au cours de l'évolution et qu'il concerne d'autres animaux.*»

«*L'étude ne porte que sur trois individus, ce qui en limite certaines conclusions, mais les résultats principaux paraissent robustes: on voit que les macaques ont bien compris qu'il y avait différents enjeux selon l'exercice, et y ont répondu de manière différenciée*», souligne de son côté Erica van de Waal, chercheuse à l'université de Lausanne, qui étudie les capacités cognitives des primates. Les auteurs ont contrôlé de nombreux paramètres: ils ont notamment démontré qu'il fallait que la récompense soit à la fois rare et importante pour déclencher une telle réaction.»

Cible ratée

Plusieurs hypothèses sont avancées pour expliquer cette perte de sang-froid. Proviendrait-elle d'une distraction ou, au contraire, d'une attention trop importante portée

à l'exercice? À l'appui de leurs observations, les auteurs de la nouvelle étude plaident en faveur de la deuxième option. Les singes ayant pris part à l'expérience ont en effet ralenti leurs mouvements lorsqu'ils savaient que la récompense était importante, ce qui les a fait rater leur cible.

«*Cela me semble cohérent avec ce que l'on peut observer dans le sport. Par exemple, lors d'une descente importante, un skieur peut être tenté de ralentir pour être plus précis, et donc prendre moins de risques que ce qu'il ferait lors d'un entraînement, estime Maude Lavanchy. Ce sont de petits réglages, qui n'expliquent pas à eux seuls le succès ou l'échec, mais qui peuvent faire la différence dans les compétitions de très haut niveau.*» ■

PASCALINE MINET («LE TEMPS»)