



Stéphane Blanc

Directeur de recherche à l'Institut Hubert Curien de Strasbourg, et directeur adjoint scientifique de l'Institut Écologie et Environnement du CNRS

MODIFICATION DE L'ALIMENTATION, DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE ET DES MODES DE VIE DES PEULS AU SÉNÉGAL SELON UN GRADIENT DE SÉDENTARISATION

Approche physiologique

Dans cette étude, chacun des postes de la dépense énergétique totale, qui sont au nombre de 4, ont été mesurés en relation avec les données biologiques et anthropologiques. Les différents postes de la dépense énergétique journalière ainsi que les méthodologies pour les mesurer sont décrits ci-dessous et sont également résumés sur la figure 1 (p. 3).

1 La dépense énergétique totale journalière en condition de vie libre a été mesurée par la méthode de l'eau doublement marquée.^{1, 2} La méthode repose sur l'ingestion d'un bolus d'eau marquée en deutérium ($^2\text{H}_2\text{O}$) et en oxygène 18 (H_2^{18}O). Le deutérium est éliminé de l'organisme sous forme d'eau (H_2O) alors que l'oxygène 18 est éliminé à la fois sous forme d'eau (H_2^{18}O) et de CO_2 (C^{18}OO) grâce à l'action d'une enzyme ubiquitaire : l'anhydrase carbonique. Ainsi la différence des taux d'élimination entre oxygène 18 et deutérium au cours du temps est directement proportionnelle à la production de CO_2 de l'organisme. Cette production de CO_2 peut être convertie en dépense énergétique journalière en utilisant les équations classiques de la calorimétrie indirecte et un quotient respiratoire ($\text{RQ} = \text{production de } \text{CO}_2 / \text{consommation } \text{O}_2$) qui peut être facilement déduit de l'alimentation.³

En pratique les taux d'éliminations entre les deux isotopes sont classiquement mesurés à partir d'échantillons d'urine, de salive ou de sang, collectés sur une à deux demi-vies isotopiques (7 à 14 jours). Cette demi-vie varie en fonction du turnover hydrique du corps et donc du niveau d'activité physique et de l'environnement dans lequel nous vivons (tropical : 7 jours ; tempéré : 14 jours). Dans le Ferlo, nous avons choisi 10 jours. La technique a une précision de 5-8% et une exactitude de 1-2% et est, à ce jour, la technique

de référence de l'OMS pour estimer les dépenses énergétiques journalières de populations diverses, ainsi que les besoins énergétiques de populations en poids stables. Dans ces conditions, la technique est considérée comme un biomarqueur de l'énergie ingérée et donc des besoins énergétiques.

La technique de l'eau doublement marquée permet également de mesurer la **composition corporelle**. La mesure de la concentration des isotopes lorsqu'ils sont uniformément répartis/dilués dans l'organisme (entre 4 et 6h post-ingestion chez l'humain) permet de mesurer par un « simple » principe de dilution l'eau corporelle totale. Cette dernière peut être convertie en masse maigre, en considérant que celle-ci est constituée de 73,2% d'eau.¹ La masse grasse est alors calculée par différence entre le poids et la masse maigre.

La méthode, bien que simple en théorie, reste complexe dans sa mise en œuvre et la moindre erreur expérimentale, pratique ou analytique entraîne des erreurs dramatiques dans les estimations de dépense énergétique totale. Aujourd'hui, elle reste la spécificité d'une petite dizaine de laboratoires dans le monde, dont deux en France.

Depuis 10 ans, son coût a largement diminué et est devenu plus accessible mais il reste fluctuant car adossé sur le prix de l'oxygène 18 et de sa disponibilité mondiale. Ainsi, une mesure de dépense énergétique coûte entre 700 et 1500 € par sujet.

Sa mise en œuvre dans le Ferlo a été complexe. Les instructions étaient traduites aux Peuls qui avaient peur de faire des erreurs dans l'ingestion.

Le recueil des urines à heure fixe dans des conditions expérimentales strictes par les Peuls eux-mêmes dans les campements a entraîné des erreurs. Nous avons rapidement opté pour de nombreux transports des sujets au campement de base tous les jours. Ceci a demandé la mise en place d'une logistique complexe avec deux voitures 4x4 capables de se déplacer dans la savane, avec guides, traducteurs, logistiques en essence, etc.

- 2 Le métabolisme de repos** correspond à l'énergie requise pour le fonctionnement de l'organisme au repos, et pour assurer les fonctions cérébrales, rénales, respiratoires, cardiaques, etc.

Sa mesure doit être faite dans des conditions expérimentales très strictes : au repos, à jeun, à neutralité thermique et sans mouvement.

Le métabolisme de repos a été évalué par calorimétrie indirecte (Q-NRG, Cosmed), c'est-à-dire avec un appareil qui mesure la quantité de CO₂ produite (VCO₂) et la quantité d'O₂ consommée (VO₂) par l'organisme. Ces données sont converties en dépense énergétique grâce à l'équation de Wier.³ Cette équation fait l'hypothèse d'une contribution des protéines à 12% de la dépense journalière. Dans le Ferlo cette mesure a également posé des problèmes. Tout d'abord certains sujets n'avaient pas respecté la condition de rester à jeun ; ce que nous avons pu vérifier par une mesure de la glycémie au doigt. Ensuite, il a fallu s'assurer en permanence que les sujets ni ne bougent ni ne s'endorment. Pour cela, chaque mesure de RMR a été suivie en continu par un expérimentateur et un traducteur.

- 3 La thermogénèse induite par l'alimentation** correspond à l'énergie allouée à la transformation des aliments ingérés, et donc l'énergie nécessaire au traitement des nutriments après un repas pour leur utilisation et leur stockage.

Sa mesure est complexe car elle dépend du type d'aliments ingérés par le sujet et s'étend sur 24h en chambre calorimétrique.

La majorité des études ont toutefois montré que la thermogénèse induite par l'alimentation, est très stable quelle que soit la population

étudiée et reste proche de 10% de la dépense énergétique journalière.⁴ Ainsi, la plupart des études cliniques assument, sans la mesurer, une dépense énergétique induite par l'alimentation de 10%. C'est ce que nous avons choisi dans ce protocole.

- 4** À partir de ces différentes mesures, la dépense énergétique liée à l'activité physique peut être déterminée par le calcul suivant :

$$\text{Dépense énergétique liée à l'activité physique} = 0,9 \times \text{dépense énergétique journalière} - \text{métabolisme de repos.}^5$$

Approche anthropologique des modes de vie

La phase qualitative de cette étude a été réalisée par la méthode des groupes de discussion focalisés, ou focus groups.⁶ Celle-ci a été choisie pour plusieurs raisons.

Tout d'abord, et c'est précisément ce qui la rend unique, cette méthode permet les interactions entre les participants et l'accès à une grande richesse narrative en un temps relativement restreint.

Par ailleurs, en favorisant les interactions entre les individus, elle permet aux chercheurs d'orienter les échanges en gardant une position de recul, et aux participants de ne pas, ou de moins, se sentir jugés par l'expert. Enfin, l'activité physique, comme définie ici, n'a jamais été étudiée au Sénégal rural et les groupes de discussion focalisés constituent une méthode tout à fait appropriée à l'exploration d'un thème peu étudié. Il est généralement préconisé de constituer des groupes homogènes, en âge et en genre notamment, afin de faciliter les interactions entre participants vivant des situations similaires. Il est généralement admis que l'effectif idéal d'un groupe de discussion focalisé se situe entre six et huit participants : ce nombre relativement restreint doit permettre à chacun de s'exprimer. Enfin, il est toujours préférable d'inclure dans les groupes des individus ne se connaissant pas ou peu. Dans le Ferlo sénégalais, une telle préconisation ne pouvait pas être suivie (les individus se connaissant tous, au moins de

*Technique de référence pour calculer la dépense énergétique totale chez des individus en situation de vie libre

réputation), mais une attention particulière a été portée au fait qu'aucun participant n'occupe une position sociale trop importante (pas de chef de village ou de quartier, pas de leader d'association, etc.).

Pour terminer, signalons que l'ensemble des entretiens ont été enregistrés, traduits et retranscrits dans leur intégralité avec l'accord des participants. Ils ont été analysés par la méthode d'analyse thématique qualitative.

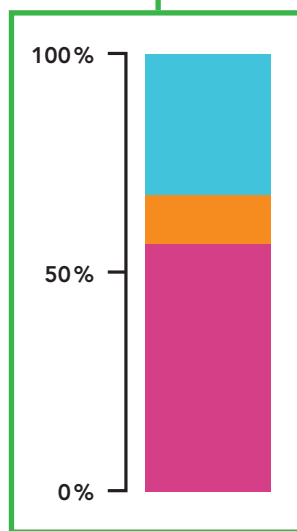
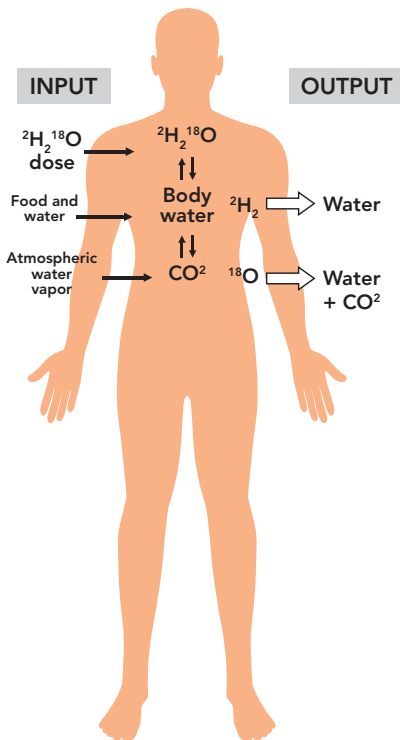
Figure 1 : Les postes de la dépense énergétique journalière chez l'humain : définition, méthodologies et calculs.

Dépense énergétique journalière

Eau doublement marquée

Production de CO₂ sur 7 à 14 jours

- Ingestion d'une dose d'eau ²H₂¹⁸O
- Le ²H est éliminé sous forme d'eau
- Le ²H₂¹⁸O est éliminé sous forme d'eau et de CO₂ en raison de l'action de l'anhydrase carbonique
- La différence des flux du ²H et de ¹⁸O est une fonction de la production de CO₂
- La production de CO₂ est convertie en dépense énergétique avec les équations de la calorimétrie indirecte
- Méga joule par jour (MJ/J)



Dépense énergétique liée à l'activité physique

Déterminée par calcul

- Coût de l'activité = dépense énergétique journalière - Métabolisme de repos - Thermogenèse liée à l'alimentation mesurée
- Ou
- Coût de l'activité = 0,9 x dépense énergétique journalière - Métabolisme de repos
- MJ/J

Thermogenèse liée à l'alimentation

Calorimétrie indirecte

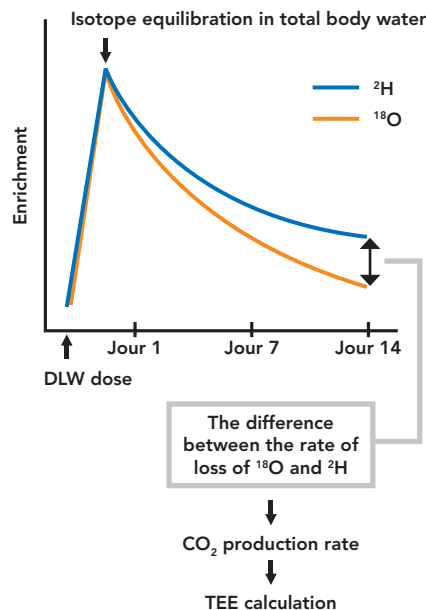
Consommation O₂ et production CO₂ à la bouche

- Dépense énergétique induite pendant les 5 h suivant un repas standard (au moins 50% du métabolisme de repos).
- Mesure sur 5 à 6 h
- Exprimée en pourcentage de l'énergie et ramenée sur 24 h en (MJ/J). Souvent estimée à 10% de la dépense énergétique journalière chez l'humain

Métabolisme de repos

Calorimétrie indirecte
Consommation O₂ et production CO₂ à la bouche

- Le matin à jeun, au repos, sans bouger
- Mesure de 30 à 45 min
- MJ/J



BIBLIOGRAPHIE

Modification de l'alimentation, de l'activité physique et des modes de vie des Peuls au Sénégal selon un gradient de sédentarisation

1. S Blanc, AS Colligan, J Trabulsi, T Harris, JE Everhart, D Bauer, DA Schoeller, Influence of Delayed Isotopic Equilibration in Urine on the Accuracy of the (2)H(2)(18)O Method in the Elderly. *J. Appl. Physiol.* (1985), 2002,92(3):1036-44.
2. DA Schoeller. Measurement of Energy Expenditure in Free-Living Humans by Using Doubly Labeled Water. *J. Nutr.*, 1988,118(11):1278-89.
3. Simonson DC. & De Fronzo RA. Indirect calorimetry: methodological and interpretative problems. *Am. J. Physiol.*, 1990,258(3 Pt 1):399-412.
4. Westerterp KR. Diet induced thermogenesis. *Nutr. Metab. (Lond)*, 2004,1(1): 5.
5. Bergouignan A, Momken I, Lefai E, Antoun E, Schoeller DA, Platat C, Chery I, Zahariev A, Vidal H, Gabert L, Normand S, Freyssenet D, Laville M, Simon C, Blanc S. Activity energy expenditure is a major determinant of dietary fat oxidation and trafficking, but the deleterious effect of detraining is more marked than the beneficial effect of training at current recommendations. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2013,98(3):648-58.
6. Duboz P, Macia E, 2011. Méthodologie et intérêts des groupes de discussion focalisés pour l'anthropologie biologique. *L'anthropologie biologique du vivant : nouveaux objets, nouvelles méthodes* (Eds. A-M. Guihard-Costa, G. Boëtsch, A. Froment, A. Guerci & J. Robert-Lamblin). CNRS Editions, Paris, 98-104.