



HAL
open science

Plateau Technique de Calorimétrie Indirecte

Christophe Montaurier, Béatrice Morio

► **To cite this version:**

Christophe Montaurier, Béatrice Morio. Plateau Technique de Calorimétrie Indirecte. Bien vieillir. Nutrition Optimisée, 126 (605), 270 p., 2012, Revue d'Auvergne. hal-01602014

HAL Id: hal-01602014

<https://hal.science/hal-01602014>

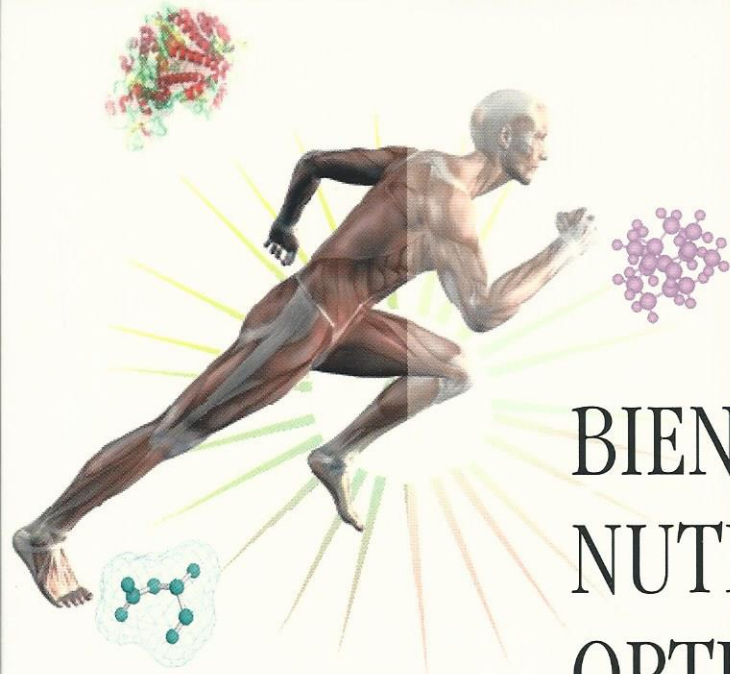
Submitted on 6 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



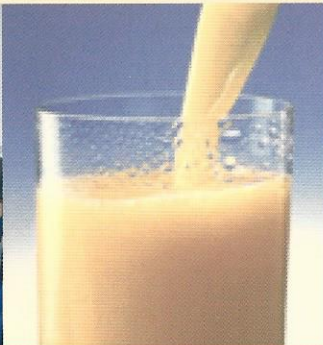
Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License



BIEN VIEILLIR NUTRITION OPTIMISÉE



Le Centre de Recherche
en Nutrition Humaine
d'Auvergne



Plateau Technique de Calorimétrie Indirecte

Indirect calorimetry platform

Christophe MONTAURIER¹, Béatrice MORIO²

Ingénieur¹ INRA et Directrice de Recherche² (UNH, UEN), (UNH - CHLEO)

Résumé :

Les chambres calorimétriques du Plateau Technique "Calorimétrie indirecte" de Clermont Ferrand permettent d'évaluer avec précision la dépense énergétique et l'utilisation des substrats énergétiques (protéines, lipides, glucides) d'un individu vivant dans des conditions autorisant un contrôle précis de son activité physique et de son alimentation. Elles fonctionnent sur le principe de la calorimétrie indirecte en circuit ouvert (mesure des échanges gazeux respiratoires : consommation d'oxygène et production de CO₂). Leur confort et leurs équipements permettent d'effectuer des mesures de dépense énergétique, de fréquence cardiaque et d'actimétrie, sur une durée de 24 h à plusieurs jours. Ce dispositif rare fonctionne sur notre site depuis 1994, conférant à l'équipe une bonne expérience dans l'évaluation de la dépense énergétique.

Abstract:

The calorimetric chambers of the "Indirect Calorimetry" platform of Clermont Ferrand enable accurate estimates of energy expenditure and use of energy substrates (proteins, lipids, carbohydrates) by a person living under conditions where diet and physical activity are tightly controlled. The chambers are run on the principle of open-circuit indirect calorimetry, which consists in measuring respiratory exchange ratios between oxygen consumption and CO₂ production. The chambers are comfortably decked out and sufficiently well-equipped to enable measurements of energy expenditure, heart rate and physical activity metrics over periods stretching from 24 hrs up to several days. This rare device is operating since 1994, conferring to the team a good experience in the evaluation of energy expenditure.

*
* *

Thème

Le CRNH de Clermont Ferrand offre la possibilité d'effectuer des mesures de cinétiques ou de bilans des dépenses énergétiques sur l'homme en conditions contrôlées de vie sur un à plusieurs jours, à l'aide de chambres calorimétriques.

Présentation

Le Plateau Technique « Calorimétrie indirecte » dédié aux explorations chez l'Homme est situé au Laboratoire de Nutrition Humaine, sur le site du CHRU de Clermont Ferrand. Les deux chambres calorimétriques qui le composent ont été construites fin 1993 et mises en service début 1994.

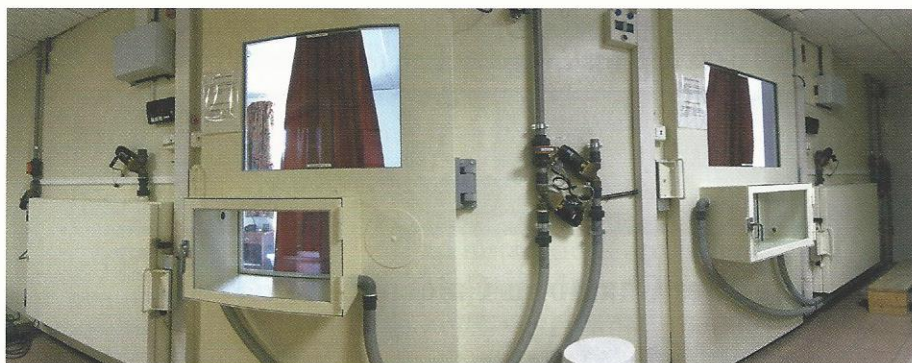
Le plateau technique s'est récemment élargi pour proposer des outils d'exploration chez le rongeur (rats et souris). Les équipements, qui comprennent 4 cages métaboliques pour souris et 4 pour rats, sont hébergés dans l'Installation Expérimentale de Nutrition de l'Unité de Nutrition Humaine, sur le site INRA de Theix. Ils fonctionnent selon le même principe et ouvrent les mêmes perspectives d'étude que les chambres calorimétriques décrites ci-dessous pour l'Homme.

Le Plateau Technique « Calorimétrie Indirecte », composante « Homme »

Le plateau technique est équipé, pour ce volet, de deux chambres calorimétriques identiques. Chaque chambre permet de mesurer en continu et avec précision la consommation d'oxygène et la production de dioxyde de carbone de la personne vivant à l'intérieur dans des conditions autorisant un contrôle précis de son activité physique et de son alimentation. Le confort des chambres, ainsi que l'équipement qui les complète, permet d'effectuer des mesures sur une durée de 24 h à plusieurs jours. Les calculs des dépenses énergétiques et de l'utilisation des substrats énergétiques (protéines, lipides, glucides) qui en découle ouvrent de nombreuses possibilités d'investigations :

- calcul précis du bilan énergétique sur 24 h à partir du suivi des apports et des dépenses,
- détermination de la cinétique de la dépense énergétique,
- évaluation des besoins nutritionnels d'une population spécifique (ex : sportifs, patients),
- détermination des perturbations métaboliques en réponse à un déséquilibre hormonal ou au cours d'une pathologie,
- étude des propriétés thermogéniques de nutriments, de médicaments et de formules nutritionnelles (régimes),

L'adossement du plateau technique à l'Unité d'Exploration Nutritionnelle du Centre de Recherche en Nutrition Humaine d'Auvergne, donne accès à



des structures matérielles et à un personnel compétent (médecins, attachées de recherche clinique, infirmières, diététiciennes et cuisinier) qui assure une logistique complète pour la prise en charge des protocoles cliniques :

- démarches légales auprès d'un des Comités de Protection des Personnes (CPP) et de l'ANSM,
- recrutement des volontaires et gestion des plannings,
- visites médicales d'inclusion des volontaires,
- suivi des sujets (relevé des évènements indésirables, compliance, tolérance),
- prélèvements (sang, biopsie),
- réalisation des repas calibrés (quantité et qualité des aliments cuisinés),
- évaluation diététique (enquête alimentaire, fréquence alimentaire, bilan azoté),
- mesure de la composition corporelle (impédancemétrie, absorptiométrie biphotonique),
- mesure des débits sanguins (pléthysmographie).

De plus, l'interaction étroite entre le plateau technique et l'équipe CHLEO (Contrôle de l'Homéostasie Lipido-Energétique et Obésité) de l'Unité de Nutrition Humaine donne accès à des outils complémentaires d'exploration de la dépense énergétique dans les conditions habituelles de vie (cardiofréquencemètres, actimètres, Armband®, eau doublement marquée).

Ce Plateau Technique représente une ressource commune pour les scientifiques clermontois, mais également pour des partenaires extérieurs, qu'ils soient de l'INRA, d'autres EPST ou d'organismes publics ou privés. Les analyses proposées peuvent intéresser les industriels des secteurs suivants :

- agro-alimentaire (valorisation de suppléments nutritionnels, allégation nutritionnelle, étiquetage),
- nutri-pharmaceutique (développement de compléments alimentaires),
- pharmaceutique (valorisation de médicaments à visée nutritionnelle),
- informatique et bio-informatique (logiciels médicaux ou diététiques pour l'analyse des besoins énergétiques et de l'activité physique),

- technologique (appareil de sport et de fitness, cardiofréquencemètre pour le calcul de la dépense énergétique en temps réel et cumulé).



Description des Chambres Calorimétriques

Les deux Chambres Calorimétriques ont une surface de 10 m² au sol, pour un volume total d'un peu plus de 32 m³ chacune.

Elles fonctionnent sur le principe de la calorimétrie indirecte en circuit ouvert (mesure des échanges gazeux respiratoires : consommation d'oxygène et production de dioxyde de carbone).

L'air de chaque chambre est climatisé pour le confort des volontaires, régulé en température et humidité, et partiellement renouvelé en permanence (circuit ouvert).

L'aménagement intérieur (volume et équipement) offre un confort maximum aux volontaires. Les commodités comprennent une table, une chaise, un lit, une table de chevet avec lampe, un lavabo et des toilettes. Un ensemble hi-fi/vidéo (chaîne radio/cassette/CD, lecteur combiné DVD/VHS, branchement possible d'une console de jeux) permet au volontaire de se détendre lors des phases de repos du protocole.



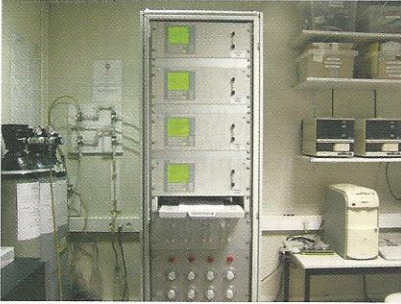
Stepper et ergocycle

Pour les phases d'activités, l'équipement de chaque chambre peut-être adapté et aménagé avec un tapis roulant, un ergo-cycle ou un stepper. Pour la communication chaque chambre est équipée d'un téléphone et d'un interphone. Un four à micro-ondes permet de faire réchauffer les plats.

Chaque chambre est également associée à un électrocardioscope permettant la surveillance et l'enregistrement de la fréquence cardiaque de chaque volontaire. Ce paramètre, bien que n'intervenant pas directement dans le calcul de la dépense énergétique, permet d'établir une correspondance entre les cinétiques des dépenses énergétiques et les fréquences cardiaques.

Les chambres calorimétriques autorisant des séjours de 24 h à plusieurs jours des volontaires, une surveillance permanente est assurée à proximité. La nuit une personne de garde séjourne dans une chambre aménagée pour assurer la continuité de la surveillance.

Les chambres sont équipées d'alarmes qui sont toutes dupliquées en chambre de garde (sonnettes d'appel actionnables par les volontaires, alarme cardiaque, alarme incendie, alarme technique).



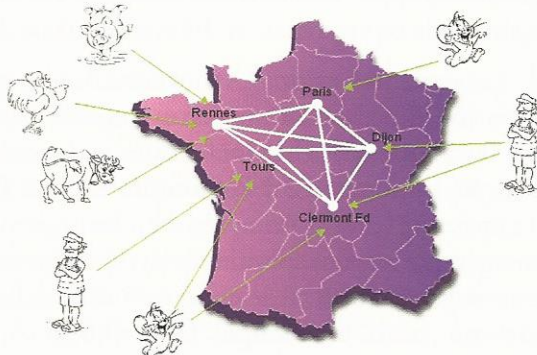
L'enregistrement des données nécessaires au calcul des dépenses énergétiques est assuré par un ensemble d'installations techniques. La baie d'analyse comporte quatre analyseurs (un couple par chambre) pour les mesures en continu des concentrations d'O₂ et de CO₂. Un débitmètre massique par chambre permet de mesurer en permanence le débit d'extraction d'air (renouvellement), dans la gamme de 1 à 10 m³/h. Une sonde de température et une sonde d'humidité complètent l'ensemble des capteurs de chaque chambre, ainsi qu'un capteur de pression atmosphérique. L'acquisition des données se fait par une communication entre la centrale de mesure, à laquelle tous les capteurs sont reliés, et le PC d'acquisition. Une séquence d'acquisition et un stockage des données sont effectués toutes les minutes.

Le Réseau de Compétence en Chambre calorimétrique « R3C »

http://www.inra.fr/r3c/clermont_ferrand

Les chambres calorimétriques nécessitent des équipements lourds ainsi que des compétences techniques spécifiques (instrumentation, physique des gaz, traitement du signal). Plusieurs sites français possèdent de telles installations avec des compétences variées mais complémentaires.

Le Réseau R3C a pour objectif de mutualiser les acquis et les compétences techniques et scientifiques des sites adhérents (Clermont Ferrand, Rennes, Paris, Tours, Dijon, Toulouse) afin d'accroître les interactions entre la physiologie animale et humaine.



Les sites actuellement impliqués dans ce réseau possèdent une ou plusieurs chambres calorimétriques pour l'Homme, les rongeurs (souris, rats...) les gros animaux (porcs, mini porc, veaux...).

Le plateau technique « Calorimétrie indirecte » de Clermont-Ferrand est l'un des acteurs principaux du R3C.

Son implication dans ce réseau national lui permet de valider et renforcer ses moyens techniques et d'envisager de développer des études multicentriques axées sur l'Homme et des modèles animaux pertinents (porc, mini-porc, rongeurs).

Résultats marquants

Mécanismes de la prise de poids chez le patient parkinsonien après stimulation sous-thalamique : implication des modifications de la dépense énergétique.

Montaurier C¹, Morio B¹, Derost P², Arnaud P², Boirie Y¹, Durif F².

¹ UMR1019 Nutrition Humaine, INRA-Univ. Auvergne, ²Département Neurologie, CHRU, Clermont-Fd.

La stimulation bilatérale sous-thalamique chronique permet d'améliorer de façon spectaculaire les complications motrices observées chez le patient parkinsonien. Cependant, elle s'accompagne d'une prise de poids d'environ 8 % dans les 3-6 mois qui suivent l'opération. Afin de comprendre l'implication des modifications de dépense énergétique, 24 patients parkinsoniens âgés de 61 ans en moyenne (17 H, 7 F) ont participé à une étude menée à l'Unité de Nutrition Humaine en collaboration avec le Département de Neurologie du CHRU de Clermont Ferrand. Les patients ont été examinés 1 mois avant et 3 mois après chirurgie. La dépense énergétique a été mesurée en conditions contrôlées pendant 36 h en chambres calorimétriques. Les activités suivantes ont été prises en compte : sommeil, activités de repos, repas, et 3 à 4 sessions de 20 min de vélo à 13 km/h.

Les patients ont pris en moyenne 3,1 kg après la chirurgie ($P < 0,05$). La variation de la masse maigre est significative chez les hommes (+ 2,0 kg $P < 0,05$) mais pas chez les femmes, et la masse grasse a augmenté de 1,2 kg pour les hommes et 2,5 kg pour les femmes ($P < 0,05$). La prise alimentaire n'a pas été modifiée après la chirurgie. Avant chirurgie, la dépense énergétique lors des épisodes de dyskinésie ou de blocage moteur (« blocage ») était augmentée de 18 % en moyenne pour l'ensemble des positions étudiées (debout, assis et allongé) ($P < 0,05$). Après la chirurgie, la dépense énergétique des 24 h est diminuée de 6,6 % en moyenne par rapport à avant

($P < 0,05$) en parallèle avec une diminution de la dépense énergétique durant la période éveillée et calme, les repas, et l'exercice.

Ainsi, cette étude suggère que la diminution de la dépense énergétique sur 24 h et le maintien des apports alimentaires pourraient expliquer la prise de poids après la chirurgie en induisant une balance énergétique positive. Cette réduction de dépense énergétique serait probablement due à la réduction des périodes de « blocage » qui sont associées à une augmentation sensible de la dépense énergétique mais on ne sait pas encore si elle peut être aussi liée à gain d'efficacité musculaire dans la mobilité.

– Montaurier C., Morio B., Bannier S., Derost P., Arnaud P., Brandolini-Bunlon M., Giraudet C., Boirie Y., Durif F. Mechanisms of body weight gain in patients with Parkinson's disease after subthalamic stimulation. *Brain*. 2007; 130:1808-18.

– Bannier S., Montaurier C., Derost P.P., Ulla M., Lemaire J.-J., Boirie Y., Morio B., Durif F. Overweight after deep brain stimulation of the subthalamic nucleus in Parkinson disease: long term follow-up. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2009; 80:484-8

Impact de l'exercice aigu sur les régulations de la balance énergétique de l'adolescent obèse

– Thivel D¹, Montaurier C², Isacco L¹, Boirie Y², Duché P¹, Morio B²

¹EA3533 BAPS, ²UMR1019 Nutrition Humaine, INRA-Univ. Auvergne, Clermont-Fd.

Le contrôle de la balance énergétique est essentiel en termes de prise en charge de l'obésité. Les programmations associant activité physique et restriction énergétique entraînent malheureusement souvent une faible adhérence chez les patients. L'activité physique a montré des effets indirects sur le comportement alimentaire, donnant naissance au concept « d'anorexie induite par l'exercice ». Ce concept a été largement étudié chez des adultes sains, très souvent athlètes, mais rares sont les résultats chez le patient obèse, particulièrement chez les enfants et adolescents.

L'objectif de ce travail a été de déterminer le rôle de l'intensité de l'exercice prescrite sur les adaptations à court terme (24-h) de la prise alimentaire, de la balance énergétique et des sensations de faim chez des adolescents obèses. Quinze adolescents obèses ont effectué trois passages de 24-h en chambres calorimétriques dans un ordre aléatoire : 1) une journée contrôle sans activité physique (SED) ; 2) une journée avec un exercice d'intensité faible sur ergocycle (LIE, 40 % VO₂max) ; 3) une journée avec exercice de haute intensité sur ergocycle (HIE, 75 % VO₂max). La prise énergétique *ad libitum* a été évaluée ainsi que les sensations de faim.

La prise énergétique au repas du midi et du soir suivant l'exercice intense (HIE), ainsi que la balance énergétique, ont été significativement réduites sans modification des sensations de faim, alors qu'aucune modification n'a été observée lors de la journée LIE. L'exercice intense semble donc jouer un rôle anorexigène sur 24-h chez l'adolescent obèse, sans générer de frustration alimentaire.

Thivel D., Montaurier C., Isacco L., Rousset S., Boirie Y., Duche P., Morio B. Effect of exercise intensity on 24-h Energy Intake, macronutrient preferences, Appetite and Energy Balance in obese adolescents boys. PlosOne. Minor Revision.