

Composition corporelle et métabolisme énergétique

I- La composition corporelle :

1) Introduction :

Composition corporelle (% graisse par exemple) utile pour déterminer l'état nutritionnel.

Méthodes actuelles = indirectes (avant, autopsies = directes).

Le corps humain est composé de nombreux éléments de densité différente (graisse, eau...) dont les quantités respectives sont maintenues constantes.

Compartiment : regroupement de certains éléments ayant une valeur physiologique voisine.

La **composition corporelle varie** en fonction de :

- Sexe
- Activité physique
- Age (↗ masse musculaire jusqu'à 20 ans puis ↘).
- Maladies, malnutrition
- Renutrition

♀ **après 20 ans** : ↗ d'environ 3,6% / an du % de graisse.
 ♂ **après 30 ans** : ↗ d'environ 2,4% / an du % de graisse.

Il n'existe pas de méthode de référence pour déterminer la composition corporelle d'un individu !!!

2) Les ≠ modèles :

a) Le modèle à 2 compartiments :

La masse grasse (MG)	La masse maigre (Mm)
TG stockés dans les adipoC . Compartiment virtuellement dépourvu d'eau . Poids = MG + Mm	Eau + os + organes - partie grasse. Mm essentiellement constituée d'eau. Hydratation de la Mm = rapport eau/Mm.

b) Le modèle à 3 compartiments (Mm divisée en 2) :

La masse cr active (MCA)	L'eau extra-cr (EEC)	La MG
C'est l'ensemble des cr des ≠ organes / muscles . L'intensité du métabolisme de cette masse détermine les besoins énergétiques de l'organisme. Contient l'essentiel des protéines de l'organisme.	Liquides interstitiels + plasma . Masse liquidienne facilement échangeable pour le fonctionnement de l'organisme. EEC + eau intra-cr = eau totale .	

c) Le modèle à 4 compartiments (Mm divisée en 3) :

La masse minérale osseuse : Cristaux de phosphate tricalcique du squelette.
 Essentiel de la masse minérale de l'organisme, sous forme de Ca.

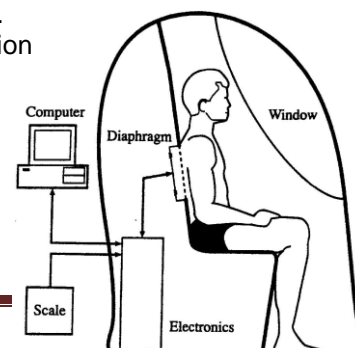
*Si on épuise nos réserves de glycogène → protéolyse musculaire pour NGG → puis NGG à partir des AG.
 On utilise d'abord le muscle et après les graisses (ce qui est absolument faux mais Hébuterne maintien) → on peut faire des grèves de la faim pendant 2 mois.*

Sarcopénie : perte physiologique de la Mm avec l'âge.

3) Mesure de la densité corporelle : (tableau récapitulatif p3)

Par hydrodensitométrie : utilise le **principe d'Archimède** (on mesure un volume en l'immergeant dans l'eau). Il faut une grande cuve et une capacité à déterminer les volumes des gaz respiratoires et intestinaux. Impossible pour les enfants, malades, personnes âgées à mobilité réduite, patients à coopération réduite.

Par pléthysmographie : utilise la **loi de Boyle-Mariote** : **Pression*Volume = cste**.
 Ainsi, un corps introduit dans une cabine de volume connu modifie le régime de la pression de la cabine. Avantages : rapide, pas d'agression physique, utilisable avec un patient peu coopératif. Cette méthode bénéficie d'un développement important.



Mesure de la composition corporelle et de la dépense énergétique – Ronéo 6

Dans le modèle à 2 compartiments, on attribue une densité fixe à chaque compartiment. En connaissant la densité du corps entier (D), on peut calculer la proportion de chacun des compartiments.

Equation de Siri :

$$\% \text{ MG} = 100 (4,95/D - 4,50)$$

La méthode des 4 plis :

Pli bicipital	Pli tricipital	Pli sous-scapulaire	Pli supra-iliaque
peau pincée dans le sens de la longueur du biceps, à mi-distance entre l'acromion et l'olécrane, en regard de la face antérieure du bras.	à mi-distance, sens de la longueur du triceps, face postérieure.	à 2 travers de doigt sous la pointe de la scapula, le pli cutané est formé et orienté en haut et en dedans formant un angle de 45° avec l'horizontale.	mi-distance entre le rebord inf des côtes et le sommet de la crête iliaque, sur la ligne médio-axillaire, le pli est formé verticalement.

Mesures de l'épaisseur des plis prises du **côté dominant**.

Outils : **pince** calibrée qui n'écrase pas le TA sous-cutané.

L'opérateur doit être entraîné.

Utile ++ pour cirrhotiques avec http et ascite

importante (60L d'ascite = 60Kg en plus) → bonne évaluation de l'état nutritionnel du patient.

Limites : difficile / impossible avec les **obèses**. Ne prend pas en compte le TA de la partie inf du corps → sous-estime **l'obésité gynoïde**.

Des équations intégrant l'épaisseur des plis, l'âge et le sexe permettent d'**estimer la densité corporelle**.

Hypothèse : L'épaisseur de la **graisse sous-cutanée reflète la MG** totale de l'organisme.

4) La mesure de l'eau totale :**a) Modèle à 2 compartiments :**

$$\left. \begin{array}{l} \text{MG} \rightarrow \emptyset \text{ eau} \\ \text{Mm} \rightarrow 73\% \text{ d'eau} \end{array} \right\} \text{Mm} = \text{eau totale} / 0,73$$

b) Modèle à 3 ou 4 compartiments :

Eau corporelle totale et **eau extra-çr** sont considérés comme des compartiments.

Les volumes d'eau de ces compartiments peuvent être déterminés de 2 manières :

α) Par dilution de traceur : on boit une dose de traceur. Prélèvements d'urine, de plasma ou de salive dans les 4/6h. La concentration en traceur reflète le volume de dilution de la dose.

Ces méthodes ne sont pas utilisées en routine car elles nécessitent un équipement lourd. Elles servent à étalonner d'autres méthodes.

Compartiment	Eau corporelle totale	Eau extra-çr	Eau intra-çr
Traceurs	- Eau marquée au deutérium ou à l' ¹⁸ O - Eau tritiée (pas en France).	Brome	∅

β) Par impédancemétrie bioélectrique (méthode de prédiction) :

L'impédancemétrie bioélectrique (BIA) est basée sur la capacité des tissus hydratés à conduire l'électricité.

L'impédance (Z) est fonction du volume du compartiment hydro-électrolytique contenu dans le corps.

Le Z d'un corps est lié à la résistance spécifique (r = cste déterminée lors de l'étalonnage), la longueur (L = **taille** de l'individu) et le **volume conducteur (V)**. $V = r L^2/Z$

Technique BIA la plus répandue : courant de 800 µAmp avec une fréquence de 50 kHz. Indolore

2 électrodes → le poignet

2 électrodes → la cheville homolatérale.

On lit Z.

Si fréquence > **50KHz** → Le volume mesuré est **l'eau corporelle totale**.

Si fréquence < **5 kHz** → Le volume mesuré est **l'eau extra-çr**.

Avantages : simple, permet de déterminer l'eau corporelle totale puis la Mm, peu coûteux, indolore

Inconvénients : critiquée, qualité de la validation initiale de l'équation, pertinence pour une population spécifique, conditions de mesures variables.

5) L'absorptiométrie biphotonique (DEXA) :

- **Méthode de référence.**
- On balaye le corps avec un faisceau de rayons à 2 niveaux d'énergie. Le rapport des atténuations de ces 2 rayonnements est fonction de la composition de la matière traversée.
- Irradiation faible (=radio thorax).
- La DEXA **sépare 3 compartiments : MG, Mm, os. Précision ++**
- Avantages par rapport aux autres techniques :
 - mesure la valeur du **compartiment osseux**,
 - permet une **approche régionale** (bras, tronc, jambes).
- Limite : coût, rareté des installations, appareils actuels pas adaptés aux sujets avec obésité massive et aux patients ne pouvant se déplacer facilement (réa).



6) La tomодensitométrie computerisée :

Graisse péri-viscérale intra-abdominale → complications métaboliques et cardio-vasculaires de l'obésité.

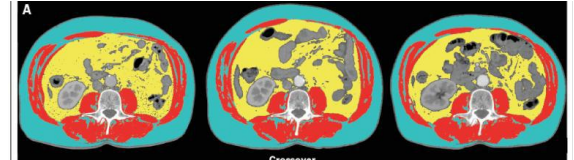
En pratique clinique → mesurer la **circonférence à la taille** pour estimer l'adiposité abdominale.

Tomodensitométrie → coupes anatomiques abdo.

Ne fournit pas une mesure de la MG viscérale (Kg) mais un **calcul des surfaces des TA profonds et superficiels.**

On fait le rapport adiposité **viscérale / adiposité sous-cutanée.**

Méthode rapide, précise, de plus en plus utilisée en **cancéro** (ttt en fonction de la masse musculaire).



7) Mesures anthropométriques :

- L'indice de masse corporelle (IMC) :

IMC = poids/taille² (kg et m). *Pour les valeurs, voir fiche « Evaluation de l'état nutritionnel », Schneider.*

- Estimation de la masse musculaire

On dose l'excrétion de la créatinine et de la 3-méthyl-hystidine.	Par mesures anthropométriques.
- L'excrétion de 3-méthyl-hystidine est proportionnelle à la <u>masse musculaire</u> . - La créatinine reflète le pool de créatine, <u>situé à 98% dans le muscle</u> . La mesure de l'excrétion s'effectue en état stable : régime de 3j (Ø viandes, Ø poissons) pour éviter les apports exogènes. Temps de recueil des urines : 24 h. Calcul de la masse musculaire : masse musculaire proportionnelle à la masse de créatinine excrétée.	- Mesure circonférence brachiale (CB) - Mesure pli cutané tricipital Méthode peu précise mais permet une appréciation de l'évolution de la masse musculaire. Valeurs de la CMB traduisant une dénutrition chez un cirrhotique : <div style="border: 2px solid red; padding: 5px; color: red; font-weight: bold;"> Femme : CMB < 19 cm Homme de moins de 65 ans : CMB < 24 cm Homme de plus de 65 ans : CMB < 22 cm </div>

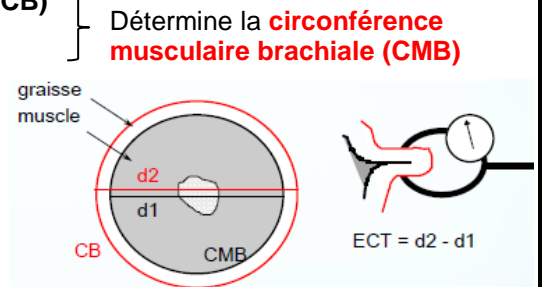


TABLEAU RECAPITULATIF		
Méthodes	Intérêts	Limites
Hydrodensitométrie	Mesure simultanée MG et Mm	Modèle Coopération des sujets Coût appareillage
Eau corporelle	Mesure de volume	Modèle Coût appareillage
Absorption biphotonique (DEXA)	Mesures simultanées MG, Mm, os. Pas de coopération.	Coût appareillage Disponibilité Corpulence
TDM	Graisse viscérale / sous-cutanée	Coût appareillage Disponibilité Qualitatif
Anthropométrie (plis cutanés)	Coût, rapidité, répétition	Modèle imprécis Observateur, obésité
Impédance bioélectrique (BIA)	Coût, rapidité, observateur	Modèle géométrie Equations, imprécision

II- Le métabolisme énergétique

1) Introduction

Aliments + O₂ = Energie + CO₂ + déchets.

Pour calculer la dépense énergétique (DE) il faut calculer :

- la consommation en O₂ : VO₂
- la production de CO₂ : VCO₂
- l'élimination urinaire d'azote : N

Si on admet que :

- VO₂ = consommation ϕ r d'O₂
- VCO₂ = production ϕ r de CO₂

=> Valeur énergétique d'O₂ = quantité d'énergie produite par l'utilisation d'1L d'O₂.

La **DE des 24 h** se répartit en **3 postes d'inégale importance** :

- **Métabolisme de repos** : 60-75 % de la dépense énergétique totale,
- **DE liée à l'activité physique** : % varie en fonction de l'exercice
- **Effet thermique des aliments** : \approx 10 % du total.

- **DE des 24 h et métabolisme de repos** *varient proportionnellement* au **poids** et à la **Mm**.

- Les macronutriments (glucides, lipides, protéines) constituent l'unique source énergétique pour l'homme.
→ Transformation en ATP (consomme de l'O₂ et produit de la chaleur).

2 méthodes de mesure de la DE :

- Mesure de la **consommation d'O₂** (**calorimétrie indirecte**).
- Mesure de la **production de chaleur** (**calorimétrie directe**).

- **Dépense énergétique totale (DET) = coût énergétique des grandes fonctions** (croissance, développement, maintien, reproduction...)
- **L'homme est incapable de fabriquer l'énergie.** Pour couvrir ses besoins, il la puise dans le milieu extérieur ou dans ses réserves. Il la transforme en une autre énergie chimique utilisable : **l'ATP**.
- **L'homme est incapable de consommer l'énergie.** Il la restitue au milieu extérieur de façon immédiate ou retardée, *sous une forme identique et chimique* (urée, créatinine par exemple) ou *sous forme différente mécanique et thermique*.
- **Apports énergétiques = dépenses** en l'absence de variation du poids ou de la composition corporelle.
- **Les 3 nutriments sources d'énergie** sont les **glucides, les lipides et les protéines**. Ils contribuent à la couverture énergétique de façon hiérarchisée : les glucides, les protéines puis les lipides.
- Leur compartiment de **réserves** énergétiques a une capacité **nulle pour les protéines, limitée pour les glucides** (300 à 600 g) et **immense pour les lipides**.

2) Le métabolisme de base et la dépense énergétique de repos (+++) :

Métabolisme de base :

- **DE minimale** pour le **fonctionnement** et **l'entretien** de l'organisme, dans des **conditions standardisées** (à jeun, au repos, à T° neutre).
- Correspond à l'énergie nécessaire pour le fonctionnement des pompes ioniques, des turnover de substrats, des cycles futiles et pour le maintien de la T°.
- Représente environ **60% de la DE des 24h**.

Métabolisme de base \neq DE de repos.

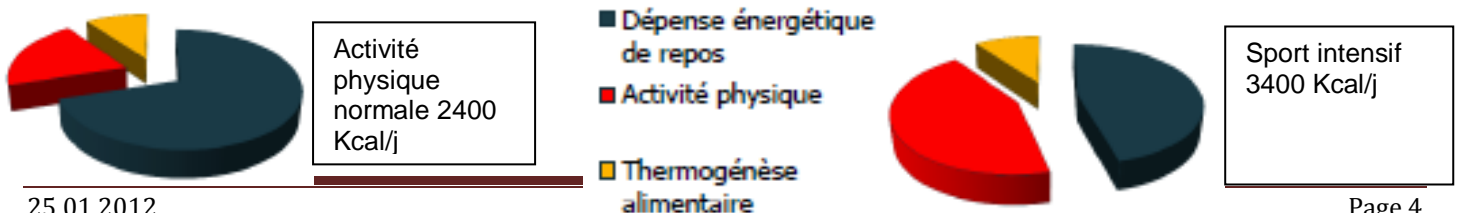
La DE pendant le sommeil < 5 % par rapport au métabolisme de repos.

3) L'énergie dépensée pour l'activité physique :

Elle correspond à **toute forme de DE qui s'ajoute au métabolisme de base, à cause du mouvement** (activité de la vie quotidienne, exercice plus intense, physique ou non).

Poste de DE le plus variable d'un individu à l'autre : entre 15 % et 30 % de la DET.

4) Dépense énergétique moyenne d'un ♂ de 70 Kg :



5) L'effet thermique des aliments :

Digestion et transformation des aliments coûtent de l'énergie :

- 5 % à 10 % de la valeur calorique ingérée sous forme de **glucides**
- 20 % à 30 % de la valeur calorique ingérée sous forme de **protéines**
- moins de 5 % de la valeur calorique ingérée sous forme de **lipides**.

En gros, une partie de l'énergie des aliments est stockée (glycogène, TG), l'autre est « perdue » sous forme de chaleur.

Si administration importante de glucides : une partie de l'effet thermique des aliments peut être inhibée par les agents β -bloqueurs → rôle du SN ortho Σ . C'est la **thermogenèse facultative**.

L'effet thermique des aliments ne représente que 10% de la DET.

6) Les dépenses inhabituelles :

- **Croissance**
- **Grossesse**
- **Allaitement**
- **Thermorégulation** (frissons)
- **Réparation / cicatrisation** → peut s'avérer très important (ex : brûlures étendues)
- **Défense contre une infection / réaction inflammatoire** (à prendre en compte pour un patient).

=> L'ensemble de ces dépenses = DET

7) La calorimétrie indirecte :

Repose sur un principe :

Equivalence énergie utilisée dans l'organisme ↔ énergie convertie à partir de l'oxydation des nutriments.

→ Consommation globale d'O₂ = témoin de la DE.

- **Chambres calorimétriques** : on mesure les échanges gazeux respiratoires (consommation O₂ / production CO₂) dans des conditions où le sujet pourra reproduire ses activités quotidiennes.

- **Sous cagoule ventilée** : appareil plus léger. Ne permet que des mesures limitées dans le temps, (métabolisme de base et effet thermique des aliments).

- Les échanges gazeux respiratoires sont couramment mesurés avec un **embout buccal** en physiologie du sport ; la DE au cours d'un exercice peut être évaluée ainsi.

