

Chapitre 3

1. *Enquête nutritionnelle pour un individu ou un groupe: approche méthodologique*
2. *Évaluation des dépenses par individu*
3. *Évaluation de l'état nutritionnel*
4. *Évaluation de la composition corporelle*
 - 4.1. *le rapport taille/hanche*
 - 4.2. *Mesure du pourcentage des graisses corporelles*
5. *Evaluation de la glycorégulation*
 - 5.1. *Mesure de la glycémie de base*
 - 5.2. *Effet d'une charge glucidique*

Enquête nutritionnelle: Définition et objectif ?

- **Les enquêtes alimentaires:** sont des **méthodes** développées pour **évaluer**
 - ➔ Les apports alimentaires d'un individu, ou d'un groupe d'individus.
 - ✚ la **quantité** de la ration alimentaire et sa **composition**
la **répartition** des prises alimentaires, les horaires et les lieux des repas, le rythme de vie
 - L'**évaluation** des **apports alimentaires** est utilisée en:
 - **épidémiologie:** mettre une relation entre la consommation ou le type de profil alimentaire et le risque de développement de certaines pathologie
 - **pratique clinique:** prise en charge des maladies liées à la nutrition

Enquête nutritionnelle: Définition et objectif ?

→ L'enquête alimentaire permet de rechercher des erreurs alimentaires:

- l'excès calorique,
- la mauvaise répartition des prises alimentaires (petit-déjeuner et déjeuner insuffisants),
- l'excès de graisses saturées,
- l'excès de protides animaux,
- l'excès de sucres rapides,
- l'insuffisance en fibres alimentaires,
- les carences vitaminiques chez les personnes âgées.

Enquête nutritionnelle: approche méthodologique ?

➤ L'enquête alimentaire peut être menée de différentes façons:

1. RECUEIL DES APPORTS SUR DES JOURS DEFINIS

a. Enregistrements alimentaires

- permet d'apporter des informations précises sur les apports alimentaires = noter sur un carnet le détail de consommation d'aliments et de boissons pendant une période déterminée.
- Il est réalisé en 7 jours (mais fréquemment 3 ou 4 jours) (jours consécutifs ou non): appelé aussi semainier
- Pour estimer la quantité: unités ménagères (cuillère, bol, verre, assiette)
- l'enregistrement est fait en temps réel au moment de la prise alimentaire (pour les enfants une personne tierce)
- À la fin de l'enregistrement: un enquêteur entraîné revoit avec le répondant l'ensemble des données afin de les clarifier et de rechercher d'éventuels oublis + estimer les quantités d'aliments mangés: méthode par estimation

Enquête nutritionnelle: approche méthodologique ?

b. Rappel des 24 heures

- **Méthode par un interrogatoire (diététicien): un entretien**
 - **Objectif:** se remémorer et de décrire tous les aliments et boissons consommés pendant les 24 h précédentes.
 - Il s'agit donc d'un entretien direct en face à face
 - Le recueil des données se fait au moyen d'un **questionnaire papier**, ou d'un micro-ordinateur (il existe maintenant des logiciels de rappel de 24 heures conviviaux)
- Le rappel, généralement fait **selon l'ordre chronologique** des prises alimentaires de la veille, est affecté par les défauts de mémorisation du répondant.

Remarque - Les deux méthodes "Enregistrement de la consommation alimentaire par estimation" et "Interrogatoire de rappel de 24 heures" sont les plus utilisées lors des enquêtes de type épidémiologique.

I.2 RECUEIL DES APPORTS HABITUELS

I.2.1 Histoire alimentaire

- **l'histoire alimentaire** cherche à évaluer les **habitudes alimentaires** typiques du sujet.
- un entretien direct et l'interrogatoire partira du lever et suivra le rythme des différents moments d'une journée typique (petit déjeuner, déjeuner...): **apprécier le profil alimentaire**
- Vu le changement des habitudes alimentaires: l'enquête doit porter sur une période bien particulière (par exemple, **une semaine typique, une quinzaine typique, une saison typique voire une période précise de la vie.**
- **Un rappel des 24 heures** bien conduit peut être utile pour **débuter l'entretien**. Les consommations de la veille pourront ainsi **servir de base** à l'étude des variations habituelles de consommations (catégories d'aliments, composition des repas et répartition des prises alimentaires)
- Histoire alimentaire: Durée de l'entretien: 1 heure
enquêteur expérimenté

I.2 RECUEIL DES APPORTS HABITUELS

1.2.2. Questionnaires de fréquence de consommation

- Les questionnaires de fréquence sont utilisés pour **évaluer la consommation habituelle de certains aliments: estimer la fréquence de consommation**

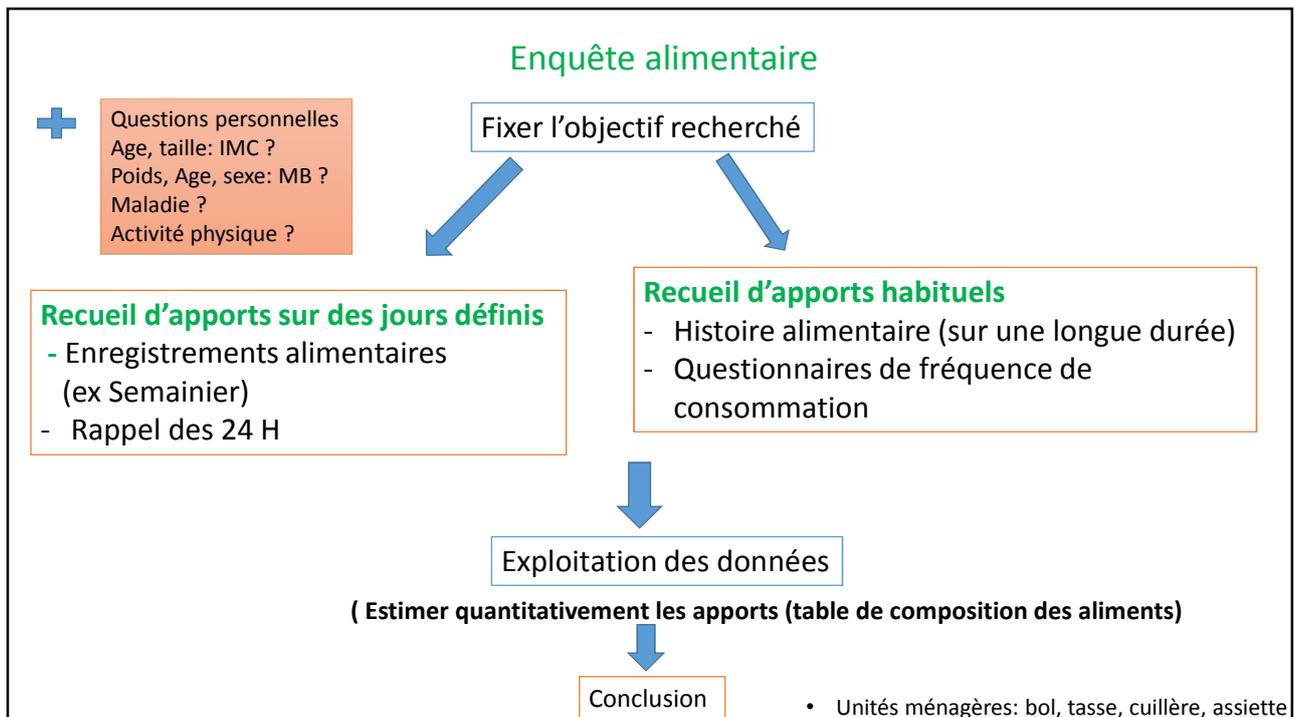
- Un questionnaire de fréquence est constitué d'une liste d'aliments auxquels sont associées des catégories de fréquence de consommation (en nombre de fois par jours, par semaine, par mois, etc.). Il est demandé au répondant de cocher, pour chaque aliment de la liste, la fréquence qui s'approche le plus de sa consommation habituelle.

- Le choix ou **la création d'un questionnaire** de fréquence dépend: **la population ciblée** et de **l'objectif de l'enquête** qui peut être d'évaluer la **consommation d'aliments, de catégories d'aliments ou de nutriments**.



plus l'objectif est spécifique, plus le questionnaire a tendance à être concis.

Par exemple, un questionnaire évaluant **l'apport en folates ou en phytoestrogènes** sera **plus court** qu'un questionnaire évaluant les **apports énergétiques totaux**.



VALIDATION DE LA MESURE DE L'APPORT ALIMENTAIRE

- Toutes les méthodes d'enquête alimentaire ne peuvent mesurer les apports sans erreur.
 → Il peut y avoir une surestimation ou une sous estimation
- Le seul moyen de valider la mesure de l'apport alimentaire est de comparer les données de l'enquête avec une ou plusieurs mesures objectives indépendantes qui reflètent les apports: **recours aux bio marqueurs**
- **Bio marqueurs**: sont des mesures biologiques qui reflètent l'**apport énergétique** ou l'**apport alimentaire** d'un **nutriment**. Ils sont utilisés comme méthode de validation parce qu'ils fournissent une estimation de l'apport alimentaire indépendante de la déclaration des sujets.
 EX.
 - Le marqueur le plus ancien est le **dosage de l'excrétion urinaire** d'azote pour valider l'estimation de l'**apport protéique**.

Méthodes de mesure de la dépense énergétique journalière

➤ Principe de la mesure de la dépense énergétique (DE)

Énergie reçue = énergie dissipée = énergie libérée
 (Apportée par les aliments) (énergie thermique + mécanique)



Besoin =
dépense

Une personne consommant autant d'énergie qu'il dépense présente forcément un poids constant

➤ Différentes méthodes existent : calorimétrie directe et indirecte...

Les méthodes d'évaluation de la dépense énergétique

1. Calorimétrie directe

- **Calorimétrie**: quantité d'énergie utilisée par l'organisme vivant
- **Principe**: dépense énergétique= production de chaleur
- **Calorimétrie directe**:
 - Mesure de la quantité de chaleur **céde**e par l'organisme à l'environnement par :
 - conduction (contact direct du corps)
 - convection (transport par les fluides dans lesquels se trouve l'organisme)
 - radiation (rayonnements infra rouges à partir de la peau)
 - évaporation (transfo liquide-gaz)

Méthodes de mesure de la dépense énergétique journalière

Calorimétrie directe

Définition d'une calorie: 1 Kcal est la quantité d'énergie qui permet d'élever la température d'un 1 Kg d'eau de 15 à 16°C.

- **Calorimétrie** directe
- Principe**: dépense énergétique= production de chaleur
- Mesure de la quantité de chaleur **céde**e par l'organisme

Les méthodes d'évaluation de la dépense énergétique

A. Calorimétrie directe (suite)

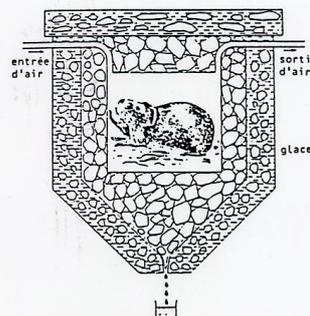
- La réalisation de la mesure nécessite **une enceinte de taille réduite et hermétique**
- Cela permet la quantification de la perte de chaleur.
- Cette méthode est actuellement peu utilisée en raison de ces limitations (temps de mesure long) et du nombre réduit d'institutions disposant de l'équipement nécessaire (très onéreux)

➔ **C'est une méthode de laboratoire (recherche)**

➤ Techniques

- calorimètre de glace de Lavoisier
- calorimètre d'Awater et de Benedict

Calorimètre de glace de Lavoisier



- Basé sur la fonte de la glace

Figure 7. Calorimètre de Lavoisier et Laplace.
L'animal est enfermé dans une chambre parcourue par un courant d'air, placée dans une enceinte contenant de la glace, l'ensemble étant rendu isolant par une épaisse paroi de liège. La chaleur métabolique dégagée par la souris fait fondre la glace ; l'eau est recueillie et pesée.

Glace ➔ eau : 0.33 kJ / g

Calorimètre d'Atwater et Benedict

- Personne dans une enceinte close
- H₂O et CO₂ dégagés sont capté par la potasse (KOH) et la chaux (H₂SO₄)
- Le tuyau d'eau se réchauffé grâce a la chaleur Q dissipée par l'organisme

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Q1= chaleur sensible=quantité de chaleur directement perdue par le sujet

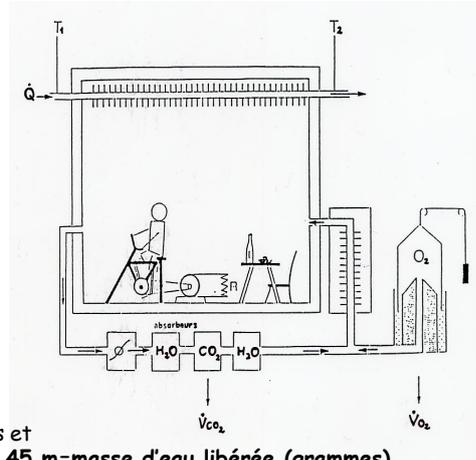
$$Q_1 = (T_2 - T_1) \times V \times 4,18$$

T= température de tuyau d'eau
V= volume d'eau réchauffé (L)

Q2= chaleur latente= chaleur perdue par évaporation
-vase absorbant la vapeur d'eau

-1 g d'eau rejeté sous forme de vapeur par les poumons et la peau nécessite la dépense de 2,45 KJ: $Q_2 = m \times 2,45$ m=masse d'eau libérée (grammes)

Q3= énergie mécanique=énergie dépensé lors d'un effort physique
Selon le principe de conservation d'énergie: **BE (besoin)= Q (dépense)**



B. Calorimétrie indirecte (plus utilisée en pratique)

* à partir des apports (aliments) ← Thermochimie alimentaire

Thermochimie respiratoire

* à partir de l'oxygène consommée pour oxyder les substrats



* à partir des déchets thermiques ou chimiques

B. Calorimétrie indirecte

1- Thermochimie alimentaire (méthode des bilans)

- Basée sur l'oxydation des substrats (glucides, lipides et protides) donc sur la conso en O₂ et la production de CO₂ et H₂O
- Consiste à mesurer (par une enquête alimentaire) la quantité d'E apportée par les aliments ingérés ainsi que celle contenue dans les aliments excrétés

Bilan E = E aliments ingérés – E aliments excrétés = E utilisable par l'organisme pour obtenir une stabilité pondérale

- ➔ Bilan E équilibré : apport E = dépense E
 - poids constant
- ➔ Bilan E positif : apport E > dépense E
 - Constitue des réserves (masse grasse)
 - Prise de poids et obésité
- ➔ Bilan E négatif : apport E < dépense E
 - Utilise les réserves (masse grasse, maigre)
 - Perte de poids, dénutrition

Valeur calorique pratique des aliments

1g de Glucides = 4 Kcal
1g de Lipides = 9 Kcal
1g de Protides = 5 Kcal

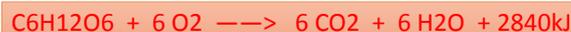
Après absorption intestinale

B. Calorimétrie indirecte

Thermochimie respiratoire

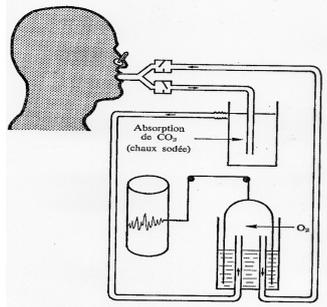
- Cette technique est la plus utilisée mais nécessite un état stable et du repos pendant au moins 15 à 30 min avant de procéder aux mesures

- Principe: organisme tire son énergie de l'oxydation des nutriments qu'il absorbe



Consommation d'O₂ ← Relation → Production d'E

- Donc, on peut mesurer la dépense E en se basant sur la consommation O₂
- Le matériel utilisé: **spiromètre de Bénédic**
 - Le sujet respire par un embout buccal relié à une cloche d'air pur
 - Le CO₂ et H₂O rejetés et absorbés



Spiromètre en circuit fermé : mesure de VO₂



B. Calorimétrie indirecte

- **Thermochimie respiratoire (suite)**
- 02 facteurs sont évalués pour calculer la dépense énergétique
- 1. **Coefficient thermique de l'O₂ (CT):** la quantité d'E libérée par consommation d'1 litre d'O₂ consommé

CT = quantité d'énergie libérée (KJ)/VO₂ consommé (L)

On définit ainsi l'équivalent thermique des nutriments:

CT_{Glucides} -----> 21,3 KJ/LO₂

CT_{Lipides} -----> 20,1 KJ/LO₂

CT_{Protides} -----> 19,6 KJ/LO₂

- Vu qu'on connaît pas la part respective de chaque nutriment, on utilise un CT moyen qui est de: **20,3 KJ/L O₂**

DE = V (O₂) x équivalent thermique standard (20 KJ/LO₂)

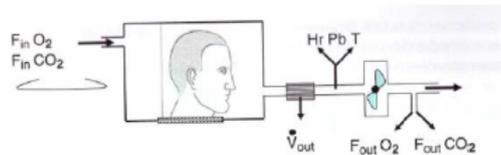
B. Thermochimie respiratoire (suite)

2. Quotient respiratoire

- Lors de la **dégradation des aliments (nutriments)**, la **quantité de CO₂ produite** varie en fonction de la **nature de chacun d'eux**
- On définira ainsi le **quotient respiratoire (VCO₂/VO₂)** rapport qui correspond au nombre de litre de CO₂ et O₂ utilisés par g de substrat
- QR nous permet de connaître la nature des substrats utilisés par le sujet

$$QR = V_{CO_2} / V_{O_2}$$

V : volume en CO₂ ou O₂ par unité de temps



Glucides -----> 1
Lipides -----> 0,7
Protides -----> 0,8

2- Thermochimie respiratoire (suite)

Le **quotient respiratoire (VCO₂/VO₂)** peut nous renseigner sur le **type nutriment oxydé**

Qr	Energie	% Kcal	
	Kcal/LO ₂ /mn	Glucides	Lipides
0,71	4,69	0,00%	100,00%
0,75	4,74	15,60%	84,40%
0,8	4,8	33,40%	66,60%
0,85	4,86	50,70%	49,30%
0,9	4,92	67,50%	32,50%
0,95	4,99	84,00%	16,00%
1	5,05	100,00%	0,00%



$$QR = 16/23 = 0,7$$

(* on ne tiens pas compte de la filière protidique !!! Communément appelé Qr non-protéique.

- Cette méthode présente certaines limites:
 - Tous l'**oxygène absorbé** n'oxyde pas forcément les aliments
 - Mais elle reste la plus utilisée en clinique car elle peut aider à la détermination du **métabolisme de base**

2- Thermochimie respiratoire (suite)

Le quotient respiratoire (V_{CO_2}/V_{O_2}) (suite)

Le Q_r n'est pas toujours mesuré, il peut être approché par le quotient alimentaire ou estimé par rapport à des moyennes. Par exemple, dans la technique de l'eau doublement marquée, il s'agit d'évaluer le Q_r moyen sur une période de mesure de plusieurs jours. En partant du principe que le poids du sujet est stable, l'énergie dépensée est égale à l'énergie ingérée (il n'y a pas de stockage superflu). Le Q_r est alors égal au quotient alimentaire qui prend en compte le rapport d'énergie ingérée par les glucides et par les lipides sur la période de mesure.

Evaluation basée sur l' O_2 , le CO_2 et l'azote

Le calcul de la dépense énergétique à partir de la calorimétrie indirecte est basé sur la production de CO_2 , la consommation d' O_2 et la quantité d'azote urinaire (mN_2).

L'équation de la dépense énergétique est celle de Weir [6] et s'écrit :

$$DET = 3,913 \dot{V}O_2 + 1,093 \dot{V}CO_2 - 3,341 mN_2$$

3- Métabolisme de base et dépense énergétique

Calcul des besoins caloriques

- Il est habituellement réalisé à l'aide d'**équations de prédiction** de la dépense énergétique dont les plus couramment utilisées sont celles de **Harris et Benedict**.



- Elles permettent de calculer la dépense énergétique de repos (DER) à partir du sexe, de l'âge, du poids et de la taille du patient selon différentes formules
- Il faut ensuite appliquer à la DER un **coefficient de correction** tenant compte de l'activité physique ou des pathologies intercurrentes (**tableau**) pour calculer ses besoins énergétiques réels et tenir compte du surcoût énergétique lié à l'agression quelle qu'en soit la nature :

besoins énergétiques = DER × coefficient de correction activité physique/pathologie

3- Métabolisme de base et dépense énergétique

Calcul des besoins caloriques

Tableau 9.3 Coefficients de correction de la DER liés à la pathologie

Pathologie	Coefficient de correction
Fièvre par degré > 37 °C	1,1
Chirurgie mineure	1,2
Traumatisme	1,35
Dénutrition chronique	1,2 à 1,5
Patient agressé hypermétabolique	1,2 à 1,5
Sepsis	1,6
Brûlure	2,0

NAP Classement des activités en 6 catégories selon le niveau d'activité physique (NAP) pour le calcul simplifié et approché des dépenses énergétiques journalières

Catégorie	NAP	Activités
A	1	Sommeil et sieste, repos en position allongée
B	1,5	En position assise : repos, TV, micro-ordinateur, jeux vidéo, jeux de société, lecture, écriture, travail de bureau, couture..., transports, repas
C	2,2	En position debout : toilette, petits déplacements dans la maison, cuisine, travaux ménagers, achats, travail de laboratoire, vente, conduite d'engins
D	3,0	Femmes : marche, jardinage ou équivalent, gymnastique, yoga Hommes : activités professionnelles manuelles, debout, d'intensité moyenne (industrie chimique, industrie des machines-outils, menuiserie...)
E	3,5	Hommes : marche, jardinage, activités professionnelles d'intensité élevée (maçonnerie, plâtrerie, réparation auto...)
F	5	Sport, activités professionnelles intenses (terrassement, travaux forestiers...)

ANC, 2001

3- Métabolisme de base et dépense énergétique

- Métabolisme (MB)= dépense énergétique de repos (DER)
- Correspond aux dépenses basales: dépense minimale d'un organisme au repos pour assurer ses fonctions vitales:
 - la vie cellulaire indispensable au fonctionnement de divers organes: cœur, tractus digestif, le foie, le cerveau, rein...
 - réparation des tissus
 - croissance
 - gestation (femme enceinte)
 - lactation
- MB représente 60 % de la DET mais:
 - 70 % personne très sédentaire
 - 45-50 % personne très active

Méthode de mesure: Le sujet doit être:

- couché,
- Au repos (30 min), éveillé
- Température 22°C
- À jeun plus de 12h
- Calme émotionnel : 10 matin

Technique: thermochimie respiratoire

*Hommes :

Calcul du métabolisme de base

- Différentes méthodes permettent de prédire la DER
 - Métabolisme de base ou DER estimation selon la formule de Harris & Benedict)

$$\begin{aligned} \text{homme : } E &= 66,5 + (13,8 \times m) + (5 \times h) - (6,8 \times a) \\ \text{femme : } E &= 655,1 + (9,6 \times m) + (1,9 \times h) - (4,7 \times a) \end{aligned}$$

m en Kg, H en cm
a en année
E en Kcal/j

- Métabolisme de base selon l'équation de Black et al. (1996)

- **Méthode de référence** (sujet en surpoids et personnes âgées)

$$\begin{aligned} \text{MB homme} &= 1,068 \times P^{0,48} \times T^{0,50} \times A^{-0,13} \\ \text{MB femme} &= 0,963 \times P^{0,48} \times T^{0,50} \times A^{-0,13} \end{aligned}$$

P en Kg, T en m
A en année
E en MJ

Sujet de référence: femme 1,78 m, 70 Kg, 25 ans = 1750 Kcal/j (7,3 MJ/j)
homme 1,65 m, 60 Kg, 25 ans = 1400 Kcal/j (5,8 MJ/j)

Calcul du métabolisme de base

➤ MB à partir de la thermochimie respiratoire

On utilise la formule qui suit:

$$\text{MB(KJ/m}^2\text{/h)} = \frac{\text{VO}_2 \times 10 \times \text{CT} \times 273}{(273 + \text{T}) \times \text{S}}$$

VO₂: volume d'O₂ consommé (L/h)
T est la température en °C
CT est le coefficient thermique moyen
S est la surface corporelle en m²

$$\text{S (m}^2\text{)} = 0,202 \times \frac{P^{0,425}}{\text{(Kg)}} \times \frac{T^{0,725}}{\text{(m)}}$$

- **DET à partir de MB: DET = MB * NAP**

Activité Physique (NAP) = 1.4, 1.6, 1.8, ou 2.0 quand l'activité physique est respectivement faible, moyenne, forte, intense).

Ainsi la dépense énergétique totale sur 24h: **DET_{24h} = DER * NAP**

Calcul du métabolisme de base (suite)

$$DET = DER * NAP$$

- **Activité faible: 1,4** (sédentarité totale, personne ne se déplaçant pas, non autonome)
- **Activité moyenne: 1,6** (personne est autonome pour s'habiller, se déplacer, aller chercher son alimentation)
- **Activité forte : 1,8** (travailleur physique, activité de loisir ou sportive régulière, quotidienne)
- **Activité très forte : 2,0** (travailleur de force, sport de compétition)

A savoir : Dépense énergétique liée à l'activité physique est exprimée:

Metabolic Equivalent Task (MET) = coût énergétique d'une activité / DER

Comment mesurer le coût de l'activité physique = mesure de la VO₂ pendant l'activité physique rapportée à la VO₂ de repos (3,5 ml/kg/min)

Exercices d'application ?

Pour des adultes jeunes (moins de 40 ans), la dépense énergétique de repos d'un individu, ou métabolisme de base est égale à :

Hommes : $66,5 + (13,6 \times \text{masse}) + (5,0 \times \text{taille}) - (6,8 \times \text{âge})$

Femmes : $665,1 + (9,6 \times \text{masse}) + (1,8 \times \text{taille}) - (4,7 \times \text{âge})$

Où la masse s'exprime en kg, la taille en cm, l'âge en années et la dépense énergétique de repos en kcal/jour.

- a) Calculez votre dépense énergétique de repos
- b) Le métabolisme de base est responsable d'environ 60 % de la dépense énergétique journalière d'un individu.
Calculez alors votre dépense énergétique journalière.

C) Supposons que vous faites une activité physique intense, quelle est la dépense énergétique totale ?

Facteurs de variation du métabolisme de base ?

* le sexe

Homme > Femme (environ 10%)

Pourquoi cette différence: rapport masse maigre/masse grasse plus faible chez la femme

➤ Masse maigre augmente, MB augmente (maigre métaboliquement plus active)

* l'âge : MB ↑ de la naissance ---> 2 an (après diminution tout au long de la vie):

Avec l'âge, il y a diminution du MB (diminution de la masse maigre avec le vieillissement): ↓ MB 2-4 % par décennie à partir de 20 ans

* État physiologique (grossesse, allaitement)

Femme enceinte: MB+40% (surtout pdt le 3^{ème} trimestre)

Facteurs de variation du métabolisme de base ?

▪ Action de certains enzymes

- Certains hormones peuvent **augmenter** MB: noradrénaline, thyroïdienne (personne présentant un **dysfonctionnement de la thyroïde**: hyperthyroïdie)

• Facteurs environnementaux

Activité sportive régulière: MB ↑

Température extérieure: Froid: MB ↑
Chaleur: MB ↓

Tabagisme, caféisme ↑ MB

AET de l'alimentation: ↑ AET ↑ MB
↓ AET ↓ MB (jeune: phénomène d'épargne)

Moment de journée: sommeil : MB diminue
(tonus musculaire, relaxation des muscles et activité d'organisme)

3 Méthode de l'eau doublement marquée

Eau doublement marquée est une technique possède l'avantage de permettre d'évaluer les dépenses énergétiques d'un patient dans ses conditions de vie réelle

et de pouvoir évaluer, en combinaison avec l'utilisation de la calorimétrie indirecte, la dépense énergétique liée à son activité physique.

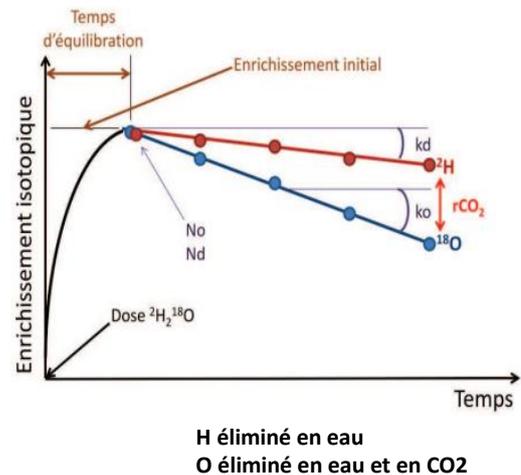
3 Méthode de l'eau doublement marquée

- La méthode de l'EDM ou «doubly labeled water» (DLW) est considérée comme le « Gold Standard » pour la **mesure de la dépense énergétique** car elle a fait l'objet de multiples validations
- L'utilisation d'eau marquée par **les isotopes stables** (^2H et ^{18}O) est une procédure sans danger, car les isotopes stables n'émettent pas de rayonnement.
- Bien que le principe de cette méthode date des années 50, l'utilisation à l'homme n'a été possible qu'à partir des années 80
- La méthode de la **dilution isotopique** utilisée consiste à administrer aux sujets, par voie orale, une dose d'eau enrichie en ^2H et en ^{18}O .
- l'eau doublement marquée ingérée se dilue dans l'eau totale de l'organisme. Le deutérium de l'eau n'est éliminé que dans les urines alors que l'oxygène ^{18}O marque également le pool de CO_2 ,
- La DET est calculée à partir de **la production du C^{18}O_2** et de la valeur du QR (VO_2/VCO_2). La précision des mesures est de 3-5%.

Il y a une relation entre le CO_2 et l'équivalent énergétique une mole de CO_2

3 Méthode de l'eau doublement marquée

- Une quantité de H_2 et de O^{18} sont données à un temps 0.
- Après plusieurs heures (la nuit, généralement), l'enrichissement en isotopes atteint un pic (équilibre).
- Le pic d'enrichissement est utilisé pour calculer l'espace de dilution.
- Après équilibre, les isotopes sont **épuisés**. La différence entre les taux d'élimination est égale à la **production de CO_2** .
- Les isotopes quittent uniquement le corps sous forme de CO_2 et H_2O



4. Méthode d'enregistrement de la fréquence cardiaque

- Elle est fondée sur la **relation linéaire étroite** existant entre la **fréquence cardiaque** et la **dépense énergétique** pour des activités physiques d'intensité croissante.
- Cependant cette relation varie selon les capacités cardiaques, selon le sexe, le type d'activité et l'état d'entraînement physique des individus.



En déterminant la relation entre VO_2 et FC, on peut déterminer le VO_2 (mais la linéarité entre ces deux paramètres est juste obtenue pour des activités de puissances élevées, il y a un minimum d'activité, à partir duquel on obtient une relation linéaire, appelé point d'inflexion)

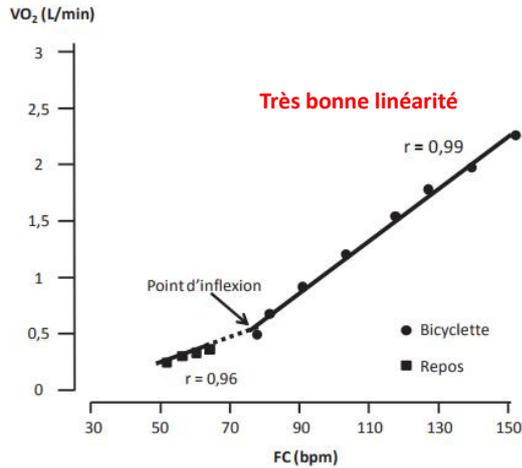
Qu'en est il des FC basses (activités de faible intensité) ?

- Il faut adopter d'autres modèles (méthodes)?

La méthode retenue pour avoir un bon compromis entre sa précision et sa faisabilité est celle du « Flex Point ».

4. Méthode d'enregistrement de la fréquence cardiaque

La méthode de Flex-point

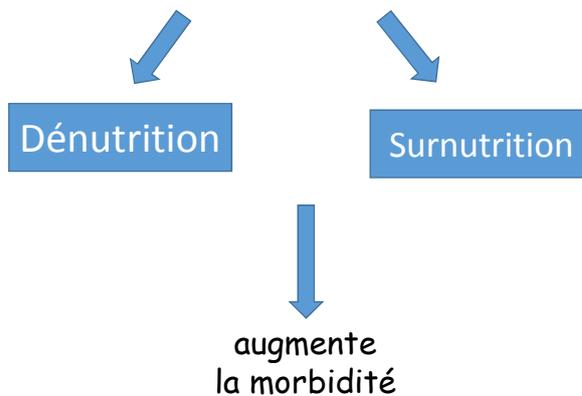


Cardiofréquencemètre

- Un seul point d'inflexion
- Permet d'estimer l'énergie lié a une activité physique
- Elle prend en compte les activités faibles et intenses
- La relation FC/VO₂ est individuelle
- La capacité physique d'un individu est reflétée par la Pente de sa relation FC/VO₂

Evaluation de l'état nutritionnel

- L'altération de l'**état nutritionnel** = inadéquation entre les **apports** et les **besoins** en protéines et/ou en énergie.



Entre carence et excès en nutriments?

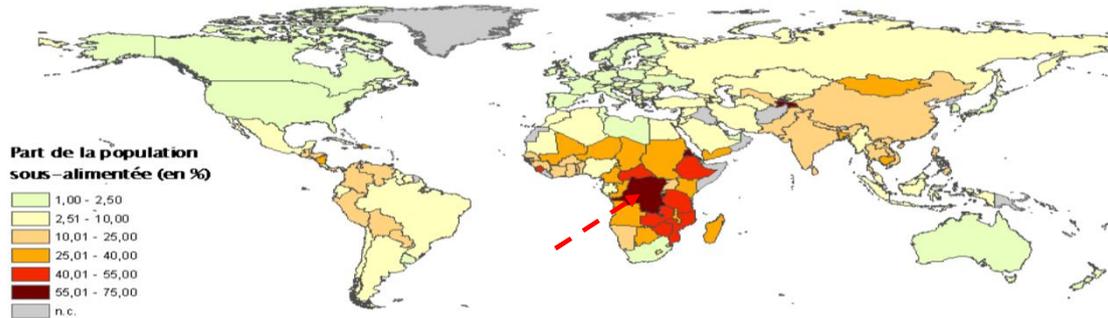
Etre en bonne santé = équilibre entre Besoin et apport

— — —> Chaque déséquilibre conduit à une maladie nutritionnelle

Sous-nutrition

Surnutrition

Sous nutrition: **conduit à des états de carence qui peuvent conduire au décès (- 50% de la masse protéique)**. Lorsque l'organisme ne reçoit pas de nutriment pour fournir l'énergie nécessaire à son fonctionnement de base, il va s'en procurer par catabolisme lipidique et protéique



❑ La sur-nutrition conduit quant à elle à une morbidité importante (diabète, obésité, maladies cardio-vasculaires, cancers)



Quels sont les effets d'une maladie nutritionnelle?

Carence en vitamine D = rachitisme (défaut de minéralisation osseuse)



Carence en vitamine C = scorbut (pb de structure du collagène tissulaire, retraction des gencives)



Carence en vitamine B1= bérubéri (atteinte cardiaque et neurologique)

Carence en iode
Goitre



Evaluation de l'état nutritionnel: Méthodes ?

- L'évaluation de l'état nutritionnel permet de **diagnostiquer la dénutrition** ou le risque de dénutrition, ainsi que le surpoids ou l'obésité.

- Cette évaluation comprend des critères cliniques, anthropométriques et biologiques.

- Les situations de surpoids et d'obésité sont explorées principalement par des éléments anthropométriques : évaluations du poids corporel et de l'indice de masse corporelle (IMC).

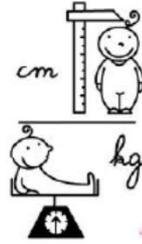
- Les marqueurs biologiques prennent toute leur importance dans le domaine de la dénutrition protéino-énergétique par la détermination des concentrations sériques de certaines protéines, **albumine et transthyréte**

Evaluation de l'état nutritionnel: Méthodes ?

1. Evaluation de l'état nutritionnel global

Le poids et la taille

- Le premier signe de dénutrition est l'**amaigrissement**.
- La **pesée**: en sous vêtements, vessie vide, le matin à jeun
- + La mesure de la **taille**



Formule du poids idéal FORMULE DE LORENTZ (1929)

(mais valable chez adultes jeunes)

Poids (kg) = taille(cm) – 100 – [taille(cm) – 150]/F F= 2,5 (femmes) ou 4 (hommes)

(Une autre formule de Creff tient compte d'age)

Calcul de la perte de poids (%)

Perte de poids% = [poids habituel – poids actuel] / poids habituel] x 100

Tableau: le poids idéal

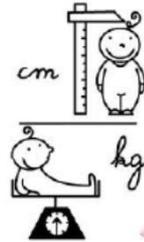
Femmes > 25 ans				Hommes > 25 ans			
Taille (cm)	Léger	Squelette Moyen	Lourd	Taille (cm)	Léger	Squelette Moyen	Lourd
150	42-45	44-50	48-55	160	52-55	54-60	58-65
151	43-46	45-50	48-55	161	52-56	55-60	59-66
152	43-47	45-51	49-56	162	53-56	55-61	59-66
153	43-47	46-52	49-57	163	53-57	56-61	60-67
154	44-48	46-52	50-57	164	54-57	57-62	60-68
155	44-48	47-52	50-58	165	54-58	57-63	61-68
156	45-49	47-53	51-58	166	55-59	58-63	61-69
157	46-49	48-53	51-59	167	55-59	58-64	62-70
158	46-50	48-54	52-59	168	55-60	59-65	62-71
159	47-50	49-54	53-60	169	57-61	59-65	63-72
160	47-51	49-55	53-60	170	57-62	60-66	64-72
161	48-51	50-56	54-61	171	58-62	61-67	65-73
162	48-52	51-56	54-62	172	59-63	62-68	66-74
163	49-52	51-57	55-62	173	60-64	62-69	66-75
164	49-53	52-58	55-63	174	60-64	63-69	67-76
165	50-53	52-58	56-64	175	61-65	64-70	68-76
166	50-54	53-59	57-65	176	62-66	64-71	69-77
167	51-55	54-60	58-65	177	62-67	65-72	69-78
168	52-56	54-61	58-66	178	63-68	66-72	70-79
169	52-56	55-61	59-67	179	64-68	66-73	71-79
170	53-57	56-62	60-67	180	65-69	67-74	71-80
171	54-58	56-63	60-68	181	65-71	68-75	72-81
172	54-58	57-64	61-69	182	66-71	69-76	73-82
173	55-59	58-65	62-70	183	67-71	69-77	74-83
174	55-60	59-65	63-70	184	68-72	70-78	75-84
175	57-61	59-66	63-71	185	68-73	71-79	75-85
--				--			

Evaluation de l'état nutritionnel: Méthodes ?



1. L'évaluation de l'état nutritionnel global

Mesure de la taille



- ➔ Patient debout sans trouble de la stature dorsale: TOISE
- ➔ >70ans avec troubles stature dorsale: cyphose, scoliose, tassements:

Indice de CHUMLEA:

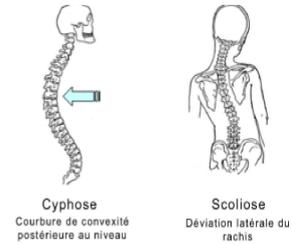


Si alité:
 Décubitus dorsal
 Addition bras+avant-bras
 Genou fléchi à 90°
 Toise pédiatrique

taille homme (cm) = (2,02xdTG cm) – (0,04x âge ans) + 64,19
 taille femme (cm) = (1,83xdTG cm) – (0,24 x âge ans) + 84,88



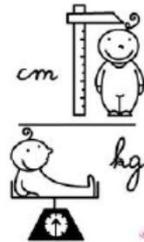
Membre supérieur
 Bras non dominant
 Coude fléchi à 45°
 Addition bras+avant-bras
 Taille(cm)=2,5x[longueur (cm)+7,27]



Evaluation de l'état nutritionnel: Méthodes ?

1. L'évaluation de l'état nutritionnel global

Le poids et la taille



- À partir de la taille et du poids:
 On définit un **index de masse corporelle (IMC)** qui permet d'assurer la plus faible mortalité et morbidité.
 formule de Quetelet

IMC (kg/m²)= masse/taille² (masse en Kg et taille en m)
 (Body Mass Index: BMI)

- ➔ Quand le pourcentage de la diminution du poids (perte de poids) est > 10 % : risque de morbidité et/ou de mortalité augmente surtout si il s'y associe une **atteinte fonctionnelle musculaire**

Relation IMC et état nutritionnel ?

A. Le poids idéal

IMC	Etat nutritionnel
<10	Dénutrition grade V
10 à 12,9	Dénutrition grade IV
13 à 15,9	Dénutrition grade III
16 à 16,9	Dénutrition grade II
17 à 18,4	Dénutrition grade I
18,5 à 24,9	normal
25 à 29,9	surpoids
30 à 34,9	Obésité grade I
35 à 39,9	Obésité grade II
>40	Obésité grade III

Valeur d'IMC (kg/m ²) chez l'adulte	signification
≤ 18,9	Maigre
19-24,9	Poids normal
25-29,9	Surpoids
30-34,9	Obésité modérée
35-39,9	Obésité sévère
≥ 40	Obésité morbide

➤ La présence d'**oedèmes** peut limiter le diagnostic de dénutrition avec l'**IMC**.

2. Evaluation de la composition corporelle

- La composition corporelle nous renseigne aussi sur l'état nutritionnel global
- Permet de suivre et de voir aussi l'impact d'un programme de nutrition, de diététique, d'activité physique et cela afin de réajuster les différentes composantes du programme
- De nombreuses méthodes de détermination de **la composition corporelle** sont disponibles

: Presque toutes sont des méthodes indirectes. Certaines, **très sophistiquées et très fiables**, sont réservées à quelques centres de recherche : méthodes de dilution isotopique (deutérium, tritium...), hydrodensitométrie, absorptiométrie biphotonique...
- En pratique, la composition corporelle est évalué par des **mesures anthropométriques (plis cutanés, rapport taille/hanche)**

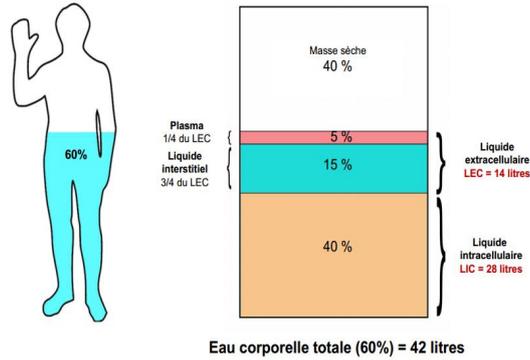
2. Evaluation de la composition corporelle

Les différents compartiments du corps

Composition des liquides corporels

Compartiments liquidiens

Tissu adipeux, tissu osseux,
eau, tissu musculaires,
 minéraux



2. Evaluation de la composition corporelle

- Différentes représentations
- présentation du modèle physiologique (2 compartiment)

Composition corporelle

$$\text{Masse corporelle} = M_{\text{grasse}} + M_{\text{maigre}}$$

$d = 1,1 \text{ g/ml}$

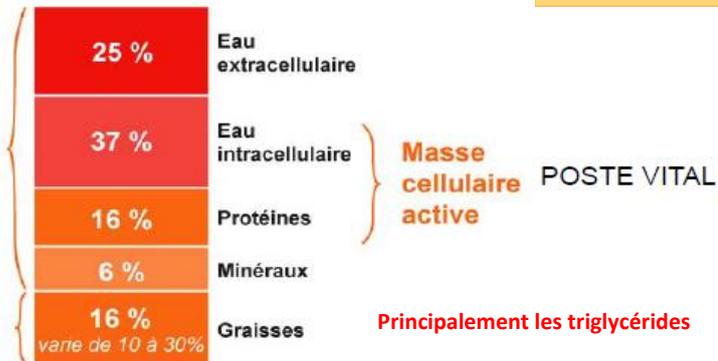
Hydratation de 72-74%

Masse maigre

Masse grasse

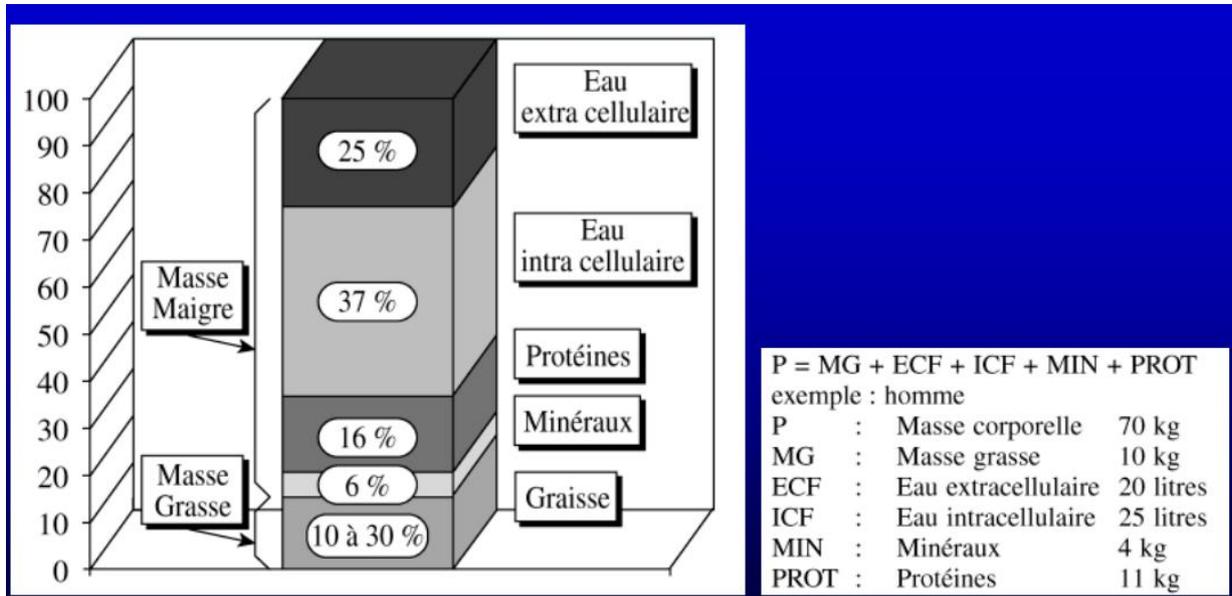
H=15%
F=23%

$d = 0,9 \text{ g/ml}$ à la température du corps



Remarque: Perdre du poids n'est pas forcément bien Car on peut perdre plus Mmaigre que du masse grasse = analyse composition corporelle

Les compartiment corporels selon Brozek



Comment analyser la composition corporelle ?

Méthodes d'étude

- Méthodes directes: dissection XIXème (étude sur cadavres)
- Mesure de la densité corporelle

- Densitométrie
- Anthropométrie

- Mesure de l'eau corporelle totale (peut déduire les autres compartiment)

- Impédancemétrie bioélectrique
- Dilution isotopique

- TOBEC

- Autres

- DEXA

- RMN

- Potassium total

- Activation neutronique

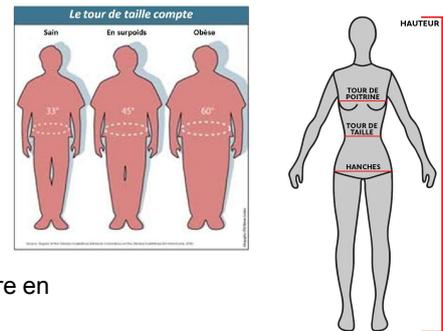
Méthode d'Anthropométrie

a. Le rapport taille/hanche (RTH)

- Le RTH est un moyen simple et fiable d'évaluer la **répartition de la masse grasse** et doit, à ce titre, faire partie de l'examen clinique du malade.
- La mesure du **tour de taille** est fortement corrélée à l'importance de **l'accumulation abdominale de tissu adipeux**, et par conséquent au risque de complications cardio-vasculaires et métaboliques associées à l'excès de masse grasse péri viscérale

Sur le plan pratique:

- La mesure se fait sur un **sujet debout**.
1. **La taille** est mesurée à mi-distance entre le bas des côtes et les crêtes iliaques, ou en regard de l'ombilic, au niveau le plus étroit du torse.
La mesure doit être réalisée en fin d'expiration normale.
 2. **La circonférence des hanches** correspond au plus grand périmètre en regard des trochanters.



$$\text{Rapport RTH} = \frac{\text{Taille [cm]}}{\text{Hanche [cm]}}$$

a. Le rapport taille/hanche (RTH)

Le RTH permet de définir le morphotype et distinguer :



1. **le morphotype androïde** (RTH > 0,95 chez l'homme ; RTH > 0,85 chez la femme).
 - L'obésité de type androïde correspond à **une accumulation abdominale** de la surcharge adipeuse.
 - Elle s'associe à un risque accru de maladies cardio-vasculaires (angor, infarctus du myocarde, et accidents vasculaires cérébraux) ainsi qu'à un risque plus important de complications métaboliques (diabète et dyslipidémie).
2. **le morphotype gynoïde** (RTH < 0,80)
 - peu exposé aux complications cardio-vasculaires mais fréquemment associé à des complications « mécaniques » : insuffisance veineuse des membres inférieurs, pathologies articulaires (en particulier gonarthrose et coxarthrose).
3. **les morphotypes intermédiaires sont dits « mixtes ».**

➤ pour un tour de taille supérieur à 102 cm chez l'homme et 88 cm chez la femme: il y a une augmentation de risque des Maladies CV.

b. La mesure des plis cutanés

- Elle utilise le fait que près de **70 % du tissu adipeux** est sous cutané.
- Méthode simple, reproductible entre des mains entraînées,
- elle est peu coûteuse et utilisable au lit du malade.



En pratique:

- La mesure de l'épaisseur cutanée se fait avec un compas spécial (type Harpenden) en différents points précis du corps.
- Les formules les plus utilisées sont celles de **Durnin et Womersley**.
- La méthode utilise les plis **tricipital, bicipital, sous-scapulaire et supra-iliaque** permettant de calculer la densité corporelle
- Les valeurs normales sont 1,25 cm chez l'homme, 1,65 chez la femme pour le pli rétrotricipital.
- La mesure de plusieurs plis permet, grâce à des équations prédictives, d'évaluer la masse grasse totale

Physiologie des APS - Introduction à la diététique / Hydratation et récupération du sportif / Somatotypie

Mesure de la composition corporelle :

Les 4 plis cutanés



Bicipital



Tricipital



Sous scapulaire



Supra iliaque

b. La mesure des plis cutanés

- **Calcul de la densité corporelle (densitométrie)**
 (où $C, M =$ constantes dépendantes de l'âge et du sexe)

$$d = C - (M \times \log \sum_{\text{des 4 plis}})$$

- **Masse grasse déduite à partir de la formule de SIRI**

$$\text{Masse grasse (\%)} = \left(\left(\frac{4,95}{d} \right) - 4,50 \right) \times 100$$

La norme pour les hommes : entre 15 % et 20 %

La norme pour les femmes : entre 25 % et 30 %

Détail sur la formule de SIRI

- $D = M/V$; $D_{MG} = 0,9$; $D_{MNG} = 1,1$
- $M = M_G + M_{NG}$
- $= 0,9 V_G + 1,1 (V - V_G)$
- $= 1,1V - 0,2 V_G$
- $V_G = 5,5V - 5M$
- $M_G = 4,95V - 4,5M$
- $\% M_G = M_G / M = (4,95/D) - 4,5$

Age (années)	Densité (kg.m ⁻³)
Homme	
17-19	$d = 1162,0 - 63,0 \log \Sigma \text{ des 4 plis}$
20-29	$d = 1163,1 - 63,2 \log \Sigma \text{ des 4 plis}$
30-39	$d = 1142,2 - 54,4 \log \Sigma \text{ des 4 plis}$
40-49	$d = 1162,0 - 70,0 \log \Sigma \text{ des 4 plis}$
≥ 50	$d = 1171,5 - 77,9 \log \Sigma \text{ des 4 plis}$
Femme	
16-19	$d = 1154,9 - 67,8 \log \Sigma \text{ des 4 plis}$
20-29	$d = 1159,9 - 71,7 \log \Sigma \text{ des 4 plis}$
30-39	$d = 1142,3 - 63,2 \log \Sigma \text{ des 4 plis}$
40-49	$d = 1133,3 - 61,2 \log \Sigma \text{ des 4 plis}$
≥ 50	$d = 1133,9 - 64,5 \log \Sigma \text{ des 4 plis}$

Equations validées de l'estimation de la densité corporelle en fonction de l'âge et du sexe (Durnin & Womersley)

c- Circonférence musculaire du bras (CMB)

- Elle évalue la masse maigre. Elle est obtenue par la mesure du pli cutané tricipital(PC) et de la circonférence du bras (CB)

Figure : Mesure anthropométrique du pli cutané et de la circonférence musculaire du bras

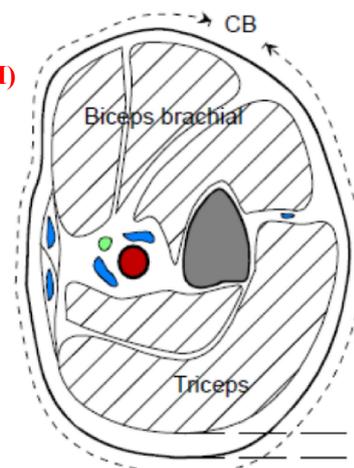
$$\text{CMB} = \text{CB} - \pi \text{ PC (cm)}$$

(normales 20 à 23 cm chez la F et de 25 à 27 chez l'H)

- Calcul de la surface musculaire brachiale (M):

$$M = \frac{\text{CMB}^2}{4\pi}$$

(En Cm)



Coude fléchi à 90°

1/2 pli cutané

c- Circonférence musculaire du bras (CMB)

Calcul de la masse musculaire totale (Mm)

➤ La masse musculaire est égale à :

homme : $Mm \text{ (kg)} = \text{taille (cm)} \times (0,0264 + 0,0029 \times (M-10))$

femme : $Mm \text{ (kg)} = \text{taille(cm)} \times (0,0264 + 0,0029 \times (M- 6,5))$

➤ **L'erreur serait de l'ordre de 10%**

➤ **Comme pour toutes les mesures anthropométriques, la limite d'utilisation de cette méthode est constituée par les œdèmes (l'erreur peut se voir augmentée)**

Plis cutanés, CMB et le niveau de dénutrition ?

		Niveau de dénutrition		
Mesures	Sexe	Normal	Modérée	Sévère
Plis cutanés (mm)	homme	7,5 - 12,5	4 - 6	< 4
	femme	10,0 - 16,5	5 - 8	< 5
Circonférence musculaire brachiale (cm)	homme	23,0 - 25,5	18 - 20 Retenir < 22 cm	< 18
	femme	21 - 23	16,0 - 18,5	< 16

Densitométrie

Principe

Déterminer la densité corporelle du corps

$$d = \frac{\text{Masse (kg)}}{\text{Volume (l)}}$$

Technique

Mesure de densité par pesée successive dans l'eau et l'air

- Hydrodensitométrie
- Pléthysmographie par déplacement d'air (PDA)

Formules pour déduire la masse grasse

Formule BROZEK $MG\% = ((4,570/DC)-4,142) \times 100$

Formule de SIRI $MG\% = ((4,950/DC)-4,500) \times 100$

M_{Maigre} = 100 - MG%

Eau totale = 0,73 * M_{maigre}



Simple et facile pour le sujet et l'opérateur

Le BOD POD est le seul appareil à utiliser la Pléthysmographie par Déplacement d'Air

Mesure de l'eau totale

L'impédance bioélectrique (impédancemétrie)

- L'impédance bioélectrique: méthode simple, précise et rapide
- Elle fournit des informations sur la **masse maigre**, **masse grasse** et l'eau corporelle
- On fait appel à des balances impédancemètres

- **Principe:**

$$U = Z \times I$$

Principe de la Loi d'Ohm

U= différence du potentiel

(entre la mains et les pieds)

Z= impédance corporelle, I: courant électrique

Impédance = résistance

➤ l'impédancemétrie repose sur la mesure de la résistance du corps au passage d'un courant alternatif de faible intensité (I = 50 à 800 μA)

➤ **Le tissu grasseux présente une impédance électrique plus élevée que les autres tissus (hydratés)**

➔ Impédance élevée= masse grasse élevée

L'impédance bioélectrique (impédancemétrie) (Suite)

➤ Equations pour déterminer la MM et la MG (Boulier)

Etalonnage par rapport à une technique de référence)

➤ Teneur en eau

-Le corps humain peut être considéré comme une **suspension de cellules** dans une solution électrolytique (Fricke)

- **Donc Z est proportionnelle au volume liquidien corporelle (V) qui peut être déterminé en combinant les deux équations suivantes :**

$$Z = \rho \times \frac{H}{S} \quad \text{et} \quad V = H \times S \quad \text{d'où} \quad V = \rho \times \frac{H^2}{Z}$$

- VEC Volume d'eau extra-cell (f = 5kHz)
- VT Volume d'eau totale (f = 1MHz)
Donc: VIC = VT - VEC



(où ρ est la résistivité du milieu supposée constante,
 H est la hauteur du corps supposé cylindrique, S est la section de ce cylindre)

On peut déduire la Mmaigre et la Masse grasse



L'impédance bioélectrique (impédancemétrie) (Suite)

En pratique

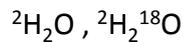
- Le matin, à jeun, poids et taille vérifiés, allongé au repos, vessie vide
- electrodes collées: 2 au niveau de la main et 2 au niveau du pieds

→ Impédancemétrie bioélectrique

➤ Avantages

- Simplicité, rapidité, réalisable en routine au lit, (CV<5 %)
- Faible coût, intérêt pédagogique

Dilution isotopique



→ Elle permet de mesurer précisément l'espace de dilution du deutérium ou de l'oxygène 18 à partir duquel on déduit l'eau corporelle totale puis les autres compartiments corporels

- Deutérium ou oxygène 18 (plus précis mais plus coûteux)
- Absorption d'un verre d'eau à jeun (**dose bien précise=volume et concentration connus**)
- **Prélèvements** d'urine, sang ou salive après de 3 à 4 h
- La **mesure** du traceur peut être appréciée soit par spectrométrie de masse (SM), soit par spectrométrie infrarouge à transformé de Fourier (FTIR)
- Mesure de **l'eau totale**: on utilise l'équation: $CI VI = C2V2$. CI et VI représentent la concentration en isotope et le volume de la dose donnée; C2 et V2 la concentration dans l'organisme après équilibration et le volume de l'eau corporelle totale. Connaissant la quantité d'eau corporelle, on peut calculer la masse maigre
- Méthode de référence, **aucune toxicité** (F enceinte, enfant)
- Matériel coûteux, réservé à la recherche, Bcp précautions et corrections (pertes digestives, cutanées)

Absorptiométrie biphotonique ou dualenergy X-ray absorptiometry (DEXA)



- Elle consiste à effectuer un **balayage de l'ensemble du corps** avec un faisceau très fin de **rayons X** à deux niveaux d'énergie (40 KeV et 100 KeV)
- Ce faisceau, en traversant le corps du sujet, va subir une atténuation qui va dépendre de la composition de la matière traversée.
- Elle permet d'estimer 3 compartiments, **la masse calcique, la masse maigre et la masse grasse** de façon très précise. Cependant, l'inconvénient majeur de cette méthode est son coût élevé

Récapitulatif des méthodes d'analyse de la CC

	Technique	Grandeurs mesurées	% erreur connue	Difficultés techniques	Durée de l'examen
(En clinique)	Plis cutanés	MG, MM	5 à 20 %	+	+
	Impédancemétrie	VT, VIC, VEC	< 5 %	++	+
(En recherche)	DEXA	MG, MM, os	< 5 %	+++	+++
	Densitométrie	MG, MM	< 5 %	++++	+++
	Dilutions d'isotopes ^{40}K	VT, VIC, VEC	< 5 %	++++	+++++
	Activation neutronique	MG, musc, os, divers	< 2,5 %	+++++	++++

Méthodes chimiques pour l'état nutritionnel

Appréciation biologique de l'état de dénutrition

Aucun marqueur biologique n'est parfaitement sensible ni parfaitement spécifique. Ceci conduit donc à la construction d'index multifactoriels (Index PINI, GNRI, MNA, NRI...)

Ils doivent permettre de :

- dépister une dénutrition
- établir un index pronostique
- suivre l'efficacité d'un traitement

Les **marqueurs plasmatiques** les plus utilisés sont des **protéines de transport** d'origine hépatique dont la concentration reflète indirectement la **synthèse protéique**.

Les **marqueurs urinaires** reflètent le **catabolisme protéique**.

Appréciation biologique de l'état de dénutrition (Suite)

Dosage de l'Albumine :

le marqueur nutritionnel le plus ancien

Protéine la plus abondante du sérum

- Transport des hormones thyroïdiennes
- Transport d'acide aminés Tryp, 80% pression oncotique
- 35-50g/l
- synthèse (150 mg/kg/j)
- 1/2 vie = 20 j (reflet de l'état nutritionnel à long terme)

Marqueurs plasmatiques

VALEURS

Dénutrition <30g/l

Modérée 25-32

Sévère:

>20 si <70 ans

<25 si >70 ans

il faut donc évoquer une dénutrition, après avoir éliminé une autre cause d'hypoalbuminémie (d'autres maladie)

Dosage de la pré-Albumine :

- Protéine vectrice des hormones thyroïdiennes et de la vitamine A
- 250-350 mg/l
- synthèse hépatique, pancréas
- 1/2 vie = 2 j (reflet des variations rapides de l'état nutritionnel)

Valeurs

Dénutrition modérée 100 à 200 mg/l

Dénutrition sévère inférieur à 100 mg/l

Index multi variés et albuminémie

- L'équipe de Buzby a développé un index très simple qui est aujourd'hui le plus utilisé, le **Nutritional Risk Index (N.R.I.)** ou **index de Buzby** prenant en compte l'albumine plasmatique et les variations de poids :

$$\text{N.R.I.} = 1,519 \times \text{albuminémie (g/l)} + 0,417 \times (\text{poids actuel/poids usuel}) \times 100$$

Celui-ci répartit les malades en 3 classes :

- N.R.I. supérieur à 97,5 % (état nutritionnel normal)
- N.R.I. compris entre 83,5 % et 97,5 % (dénutrition modérée)
- N.R.I. inférieur à 83,5 % (dénutrition sévère)

Index multi variés et albuminémie

Geriatric nutritional risk index (GNRI)

- C'est une variante du **NRI** spécialement adaptée aux personnes âgées qui tient compte de la difficulté à connaître leur poids habituel en raison du déclin cognitif. Le poids habituel est remplacé par le poids idéal, calculé selon la formule de Lorentz, ou la taille peut également être calculée à partir de la mesure de la hauteur talon–genou. La formule du GNRI s'établit donc de la manière la suivante :

$$\text{GNRI} = 1,489 \times \text{albuminémie (g/l)} + \left[0,417 \times \left(\text{poids actuel [kg]} / \text{poids idéal [kg]} \right) \times 100 \right]$$

Le poids idéal se calculant comme suit :

poids idéal homme =

$$\text{taille [cm]} - 100 \left[\frac{(\text{taille [cm]} - 150)}{4} \right]$$

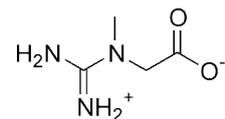
et poids idéal femme =

$$\text{taille [cm]} - 100 - \left[\frac{(\text{taille [cm]} - 150)}{2,5} \right]$$

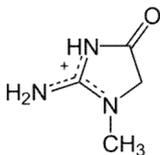
Marqueurs urinaires (Évaluation de la masse musculaire) ?

2-Appréciation biologique de l'état de dénutrition (suite)

- La créatininurie : élimination de la créatinine par les urines
- Issue du catabolisme de la créatine musculaire
- La créatine: dérivé d'acide aminé, présent dans les muscles, cerveau
role: contraction des muscles, apport en énergie pr les c. musculaires



- en g/24h



homme		femme	
Taille	créatininurie	Taille	créatininurie
175 cm	1,55	175	1,08
180 cm	1,64	180	1,14

A retenir : La baisse de l'excrétion urinaire de la créatinine témoignerait donc d'une diminution de la masse maigre.

- Elle varie en fonction de la taille et le sexe

1g créatU = 21,8 kg muscle

– M maigre (kg) = 29 X créatU (g) + 7,4

Marqueurs urinaires (Évaluation de la masse musculaire) ?

Excrétion urinaire normale de créatinine (g/j) en fonction de la taille et du sexe chez l'adulte âgé de moins de 54 ans.

Hommes*		Femmes*	
Taille	Créatininurie	Taille	Créatininurie
157,5	1,29	147,3	0,782
160,0	1,32	149,9	0,802
162,5	1,36	152,4	0,826
165,1	1,39	154,9	0,848
167,6	1,43	157,5	0,872
170,2	1,47	160,0	0,894
172,7	1,51	162,6	0,923
175,3	1,55	165,1	0,950
177,8	1,60	167,6	0,983
180,3	1,64	170,2	1,01
182,9	1,69	172,7	1,04
185,4	1,74	175,3	1,08
188,0	1,78	177,8	1,11
190,5	1,83	180,3	1,14
193,0	1,89	182,9	1,17

Marqueurs urinaires (Évaluation de la masse musculaire) ?

La 3-méthylhistidine (3-MH)urinaire

- La localisation de cet acide amine est presque exclusivement musculaire.
- Lors du catabolisme des protéines myofibrillaires, la 3-MH est libérée en même temps que les autres acides aminés, mais elle n'est ni réutilisée, ni métabolisée ; elle est excrétée exclusivement au niveau urinaire.
- Ainsi, la 3-MH urinaire constitue un **bon index** de **la dégradation des protéines contractiles** et de la masse musculaire squelettique
- Le rapport 3-MH/créatininurie des 24 heures évalue la contribution musculaire à un processus hypercatabolique.
- En situation de dénutrition chronique, ce rapport est utilisé chez les patients sous nutrition artificielle

Difficultés des dosages urinaires

- Recueil urinaire complet
- Régime sans viande

3. Evaluation de la glycorégulation

Définition ?

La glycorégulation:

- **Maintien la glycémie** dans une fourchette voisine de 1g/L (5,5 mmol/L) durant les périodes interprandiales
- fait intervenir différents **phénomènes hormonaux et métaboliques**.

➤ Diverses méthodes d'étude de ces mécanismes ont été développées:

A. des **dosages** uniques de **glycémie**, ou d'**insulinémie** donnant un reflet ponctuel de « l'état glycémique » à un moment donné.

B. des tests explorant la réponse à une **charge glucidique**: analyse en conditions dynamiques

Charge glucidique = voie orale ou veineuse (injection ou perfusion de solution glucosée)
 Dosage biologique: notamment insuline

3. Evaluation de la glycorégulation

Méthodes

➤ En pratique, les tests les plus complexes sont réservés à certaines situations particulières ou à des protocoles de recherche. En routine, les tests d'exploration les plus utilisés sont :

- l'**hyperglycémie provoquée par voie orale (HGPO)**,
- le **repas test qui représente une charge orale plus physiologique**
- l'**hyperglycémie provoquée par voie intraveineuse (HGPIV)**.

a. L'HGPO ou hyperglycémie provoquée per os

- L'HGPO est le test le plus répandu.
- **Ses conditions de réalisation** sont bien codifiées
 - dose unique de 75g de glucose dilués dans 150 à 200 ml d'eau (le protocole peut varier sensiblement chez la femme enceinte où l'HGPO est utilisée pour le diagnostic de diabète gestationnel). Chez l'enfant, la charge en glucose est de 1,75 g/kg sans dépasser 75g)
 - sujet à jeun depuis la veille.
 - un apport suffisant de glucides (150 à 200 g/j) au cours des 3 jours précédant l'examen, le jeûne glucidique étant diabétogène.
 - le test HGPO doit se faire loin des affections (fièvre...)

3. Evaluation de la glycorégulation

Méthodes (suites)

b. Test de petit déjeuner

- Le test HGPO: méthode universellement reconnue, mais présente certains inconvénients:
 - charge glucidique brutale et peu physiologique
 - ingestion rapide de la solution sucrée est désagréable pour les patients



les repas standardisés riches en glucides sont parfois préférés. C'est le cas du **test petit déjeuner**, dont les **conditions** de réalisation sont **voisines** de celles de l'**HGPO**.

Le repas test

La composition du petit déjeuner est la suivante :

- 80 g de pain
- 14 g de beurre
- 10 g de sucre
- 30 g de confiture
- 175 ml de lait demi-écrémé

Conditions de suivi des deux test

- accès veineux au pli du coude
- prélèvement pour le dosage de la glycémie et de l'insulinémie: T0, T15, T30, T60, T90, T120, T150, T210.

3. Evaluation de la glycorégulation

Méthodes (suites)

Interprétation des résultats d'analyse

Les critères d'interprétation de l'HGPO sont bien établis.

	Normal	Intolérance au glucose	Diabète
Glycémie à jeun	< 1,10 g/l	1,10 à 1,25 g/l	≥ 1,26 g/l
Glycémie à la 2ème heure	< 1,40 g/l	1,40 à 1,99 g/l	et/ou ≥ 2 g/l

- Les critères diagnostiques retenus au cours du test petit déjeuner sont superposables à ceux de l'HGPO.
- Les taux normaux d'insulinémie sont inférieurs à 15 µU/ml à jeun et à 80 µU/ml à la 2ème heure.

3. Evaluation de la glycorégulation

Lien diabète, état nutritionnel (surpoids)

- c'est généralement le **surpoids** et particulièrement l'accumulation de gras dans les organes de l'**abdomen**



une résistance à l'insuline, le premier pas vers le diabète de type 2.



hyper insulinémie (compensatoire)



Épuisement du pancréas

Diabète type 2

