



# L3 ES

## U253.3A Nutrition du Sportif

**T.BRIOCHE, PhD**  
**Maitre de Conférences**  
**[thomas.brioche@umontpellier.fr](mailto:thomas.brioche@umontpellier.fr)**



Alimentation = Dépenses  
Énergétiques (DE)



Balance Énergétique

Poids corporel

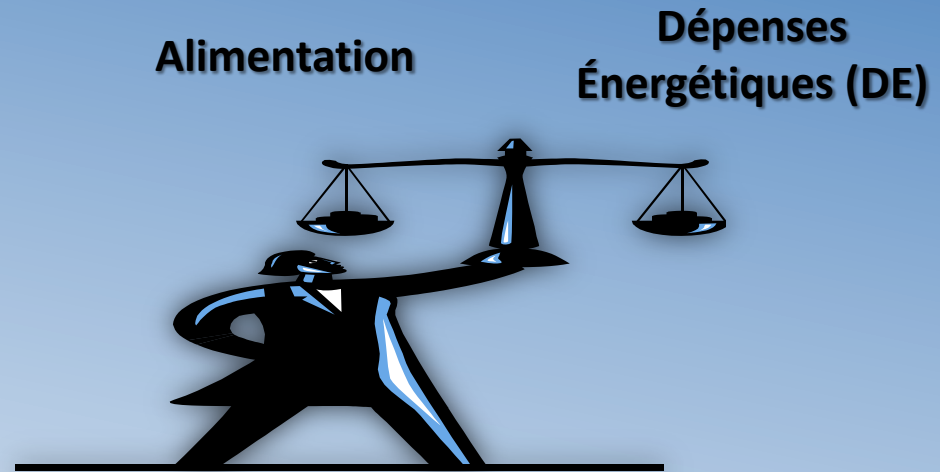
Qualité des apports

Composition Corporelle



**Poids corporel mais le plus important  
Composition Corporelle:  
Masse grasse et Masse Non grasse**

=



➤ **Poids corporel stable si Apports Énergétiques compensent Dépenses Énergétiques**

➤ ➤ Poids corporel si Apport Énergétique < Dépense Énergétique (théoriquement)



3 scénarios = ➤ uniquement des apports

↗ uniquement de la DE

↗ de la DE et ➤ des apports

➤ ↗ Poids corporel si Apport Énergétique > Dépense Énergétique



**Surplus de lipides stockés dans les adipocytes sous formes de Triglycérides**

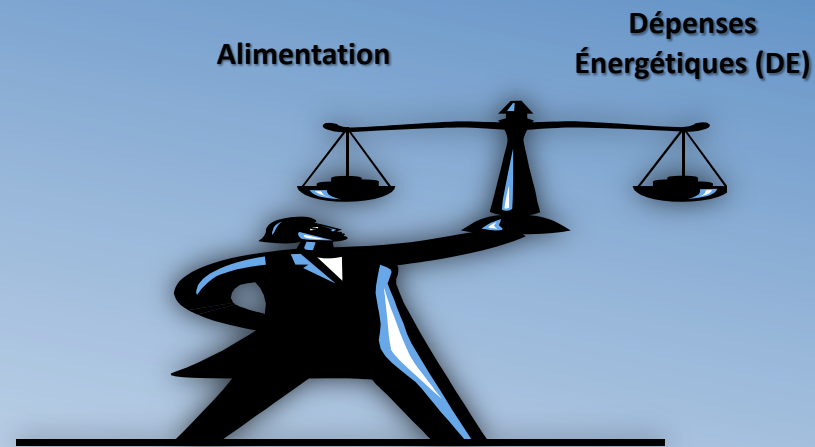
**Surplus de glucides : glucose + pyruvate = synthèse de lipides par les adipocytes et stockage sous forme de TG**

**Apport en glucides excessif = pic d'insuline = activation lipogénèse**



**Poids corporel mais le plus important**  
**Composition Corporelle:**  
**Masse grasse et Masse Non grasse**

=



➤ ➤ Poids corporel avec ➤ %MM si Dépense Énergétique (Entrainement en musculation) > Apport Energétique mais



**Apport en protéine pour renouveler les protéines « endommagées » et en synthétiser de nouvelles (très couteux en ATP), refaire les stocks de glycogènes post-séance et pris juste après la séance d'entraînement**

➤ Poids corporel stable avec ➤ %MM et ▼ %MG si Dépense Énergétique = Apport Energétique mais avec des stratégies spécifiques



**Poids corporel mais le plus important  
Composition Corporelle:  
Masse grasse et Masse Non grasse**

=

**Alimentation**

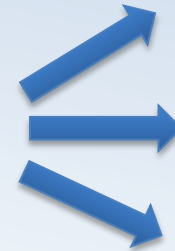
**Dépenses  
Énergétiques (DE)**



• Perte de poids  
ou amélioration de la composition corporelle



- Perte homogène
- Pas d'effet délétère sur la santé (déshydratation, diminution densité minérale osseuse...)
- Maintien des performances (force, puissance, endurance...)



Esthétisme



Santé



Performance





## Composition corporelle

- La mesure composition corporelle est essentielle
    - Appréciation globale de l'état nutritionnel
    - Permet l'analyse des ses variations
    - Interprétation du métabolisme énergétique
    - Interpréter les effets de l'entraînement
  - Ex:
    - début de saison, Bob, 65kg,  $V_{O2max} = 3,5 \text{ l/min} = 53 \text{ ml/min/kg}$
    - Après entraînement: 2 scénarios:
      - $V_{O2max} = 4 \text{ l/min} = 61 \text{ ml/kg/min}$  sans perte de poids
      - si perte de poids de 3kg,  $V_{O2max} = 64 \text{ ml/kg/min}$
- Pour course à pied : DE moy = 1kcal/kg/km/h donc DE moy sur 10km en 1 heure = 650kcal si perte de 3 kg = 620 kcal, pour avoir la même DE, il peut courir à 10,5km.
- Escalade = perte de MG = - de travail potentiel

## Le poids et la composition corporelle jouent sur la performance

**Performance = puissance métabolique / cout énergétique**

- La composition corporelle et surtout la typologie des muscles 
  - Fortement dépendant du poids dans les disciplines où l'on porte son poids 



## Quand faire le suivi?

- Pas de recommandations « officielles ou scientifique mais du bon sens
- Au minimum en début et fin de saison
- En début et fin de cycle axé sur la perte de poids notamment si axé sur perte de masse grasse
- En début et fin de cycle axé sur la musculation
- De manière générale, en début et fin de chaque cycle (car gain ou perte de performance peuvent être dus aux variations de masse corporelle et composition corporelle)
- Avant et après les périodes de trêve
- Avant et après certaines épreuves longues type semi-marathon, marathon, ultra-endurance, étape cycliste...

### Inverse relationship between percentage body weight change and finishing time in 643 forty-two-kilometre marathon runners.

Zouhal H, Groussard C, Minter G, Vincent S, Cretual A, Gratas-Delamarche A, Delamarche P, Noakes TD.

Br J Sports Med. 2011 Nov;45(14):1101-5. doi: 10.1136/bjism.2010.074641.

J Sports Sci. 2012;30(11):1131-40. doi: 10.1080/02640414.2012.692479. Epub 2012 Jun 6.

### **A faster running speed is associated with a greater body weight loss in 100-km ultra-marathoners.**

Knechtle B<sup>1</sup>, Knechtle P, Wirth A, Alexander Rüst C, Rosemann T.

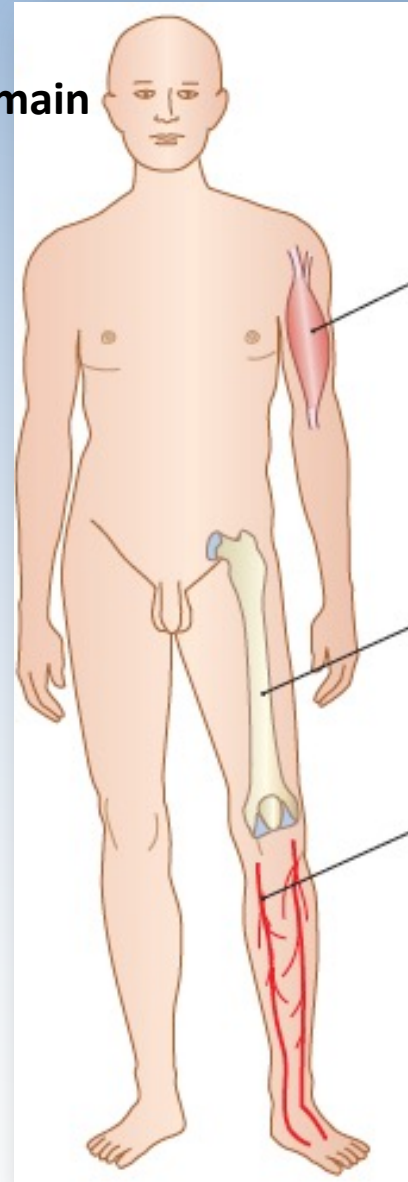
# Les constituants de l'organisme

L'organisme est constitué d'eau, d'éléments minéraux et de matière organique (présence d'atome de carbone : glucides, lipides, protéines, vitamines, acides nucléiques)

## Composition générale du corps humain (% de masse corporelle)

**Eau : 65%**  
Protéines  
Acides nucléiques  
Lipides  
Glucides  
Sels minéraux

**Molécules organiques = biomolécules**



### Tissu musculaire squelettique

Eau : 75%  
Protéines : 15 à 20%  
Lipides : 2%  
Glycogène, sels minéraux : variables

### Tissu osseux

Eau 25%  
Protéines (osséine) : 30%  
Minéraux : 45%

### Plasma sanguin, composé de tissu sanguin

Eau : 91%  
Protéines : 7%  
Autres composés (nutriments, lipides, gaz respiratoires ...) : 2%



# Les constituants de l'organisme

## Composition atomique du corps humain.

Cette table donne le pourcentage du poids du corps de chaque élément atomique qui le compose et des atomes de chacun. On pourra noter, par exemple, que l'hydrogène compte pour 10% du poids corporel mais pour 62,45 % des atomes.

Eléments	N° atomique	Symbole	% du poids du corps	% des atomes du corps
Oxygène	8	O	61,15	23,87
Carbone	6	C	23	11,97
Hydrogène	1	H	10	62,45
Azote	7	N	2,6	1,16
Calcium	20	Ca	1,4	0,2
Phosphore	15	P	1,1	0,22
Soufre	16	S	0,2	0,037
Potassium	19	K	0,2	0,03
Sodium	11	Na	0,14	0,038
Chlore	17	Cl	0,12	0,02
Magnesium	12	Mg	0,027	0,0065
Silicium	14	Si	0,026	0,0058
Fer	26	Fe	0,006	6,57E-04
Fluorine	9	F	0,0037	1,22E-03
Zinc	30	Zn	0,0033	3,22E-04
Rubidium	37	Rb	4,60E-04	3,38E-05
Strontium	38	Sr	4,60E-04	3,26E-05
Brome	35	Br	2,90E-04	2,29E-05
Plomb	82	Pb	1,70E-04	5,10E-06
Cuivre	29	Cu	1,00E-04	9,91E-06
Aluminium	13	Al	9,00E-05	2,08E-05
Cadmium	48	Cd	7,00E-05	4,12E-06
Bore	5	B	7,00E-05	4,37E-05
Barium	56	Ba	3,00E-05	1,44E-06
Etain	50	Sn	2,00E-05	1,12E-06
Manganèse	25	Mn	2,00E-05	2,31E-06
Iode	53	I	2,00E-05	9,83E-07
Nickel	28	Ni	1,00E-05	1,08E-06
Or	79	Au	1,00E-05	3,17E-07
Molybdène	42	Mo	1,00E-05	6,37E-07
Chrome	24	Cr	3,00E-06	3,60E-07
Cesium	55	Cs	2,00E-06	9,39E-08
Cobalt	27	Co	2,00E-06	2,19E-07

Composant	Symbole	% en poids
<b>Oxygène</b>	<b>O</b>	<b>65 %</b>
<b>Hydrogène</b>	<b>H</b>	<b>10 %</b>
<b>Carbone</b>	<b>C</b>	<b>18 %</b>
<b>Azote</b>	<b>N</b>	<b>3 %</b>
<b>Minéraux et Olig- éléments</b>	<b>Ca, P, K, S, Na, Cl, Mg, I, Fe, Cu, Al, Si, Pb, Z, Se, Mo, Mn, Sn, Fl, Li, St, V</b>	<b>4 %</b>

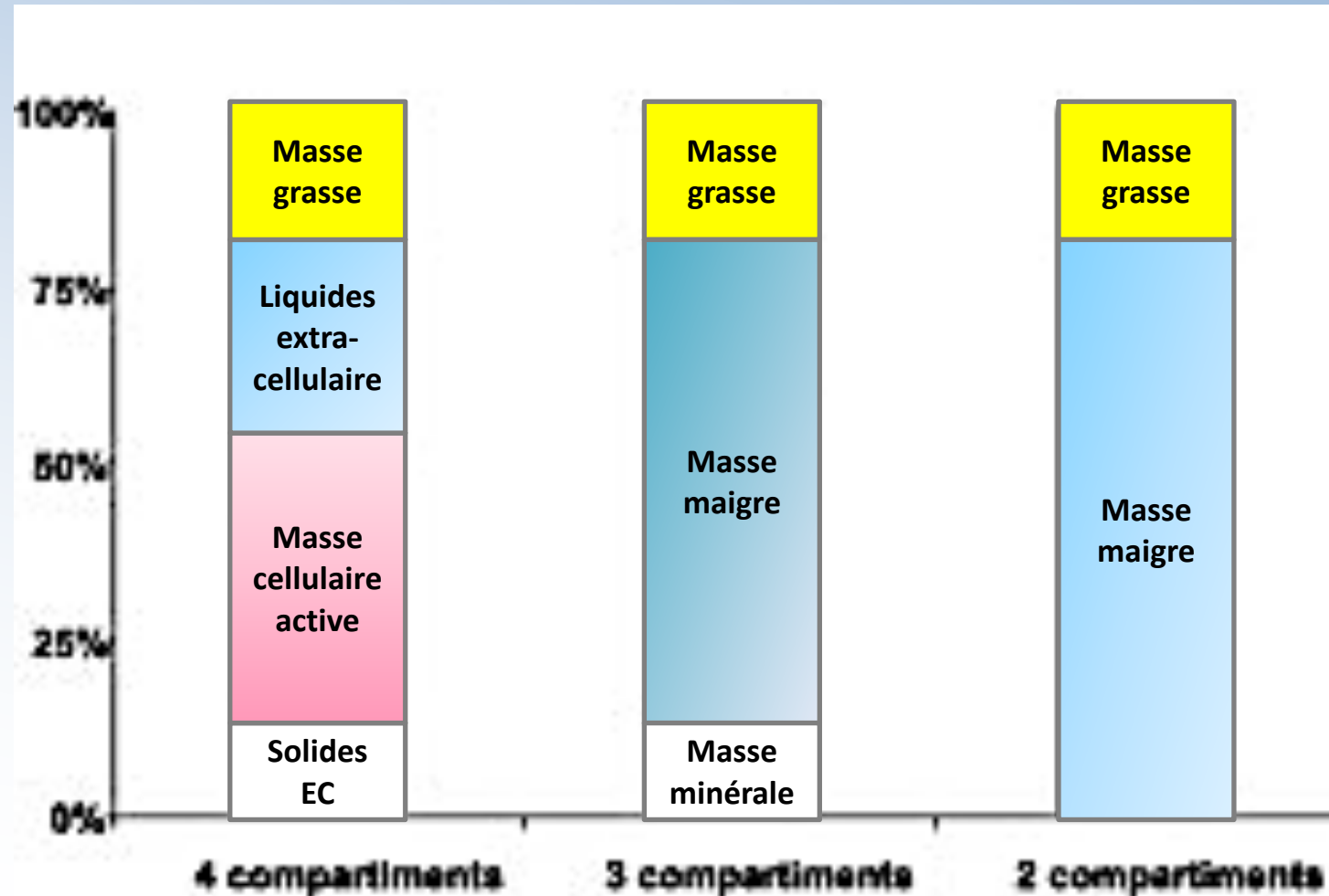
# Les modèles de la composition corporelle

## ➤ Le modèle à deux compartiments

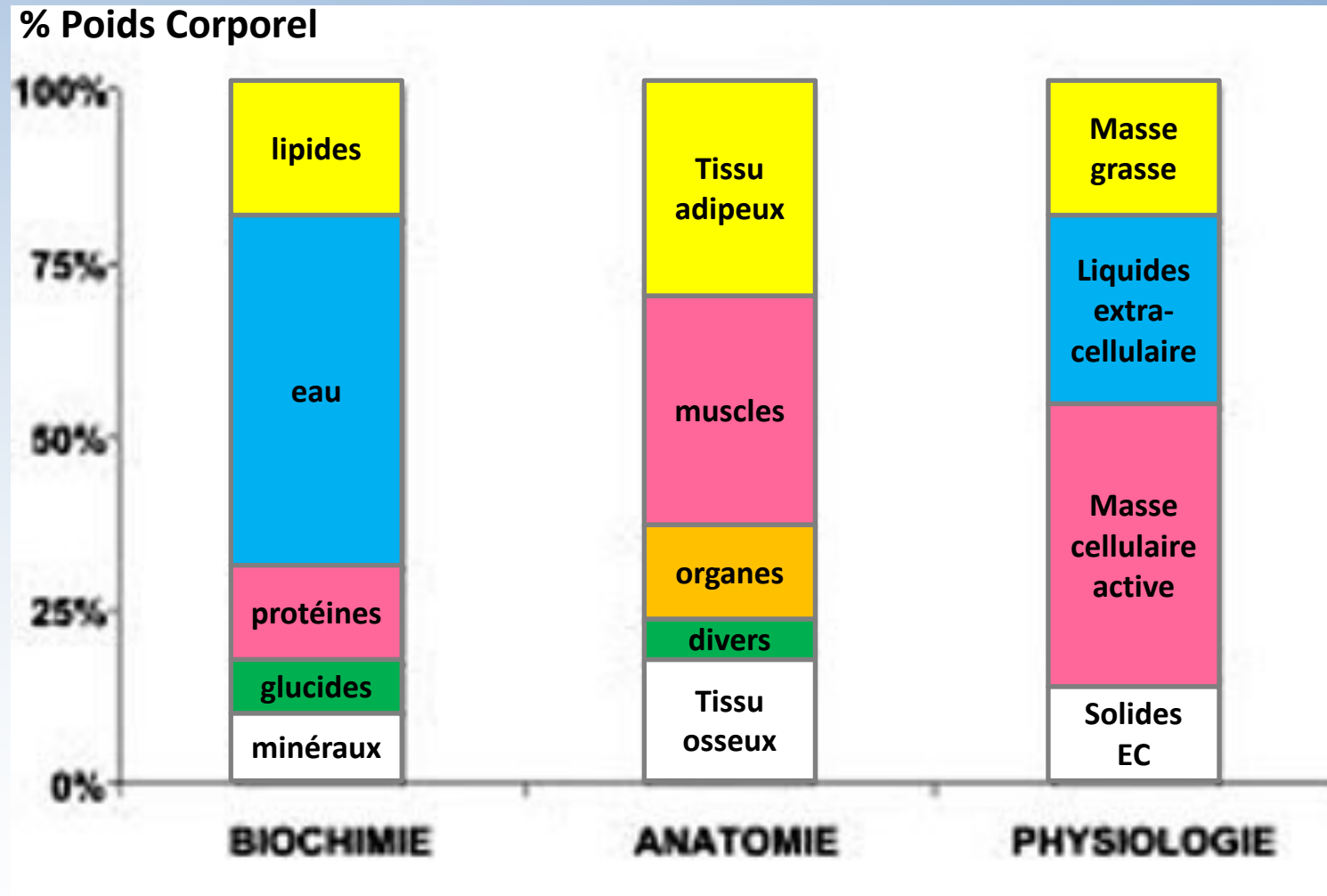
- oppose la masse grasse et la masse non grasse (abusivement nommée masse maigre)
- **Modèle le plus simple et le plus utilisé**

## ➤ Le modèle à 3 compartiments ou 4 compartiments

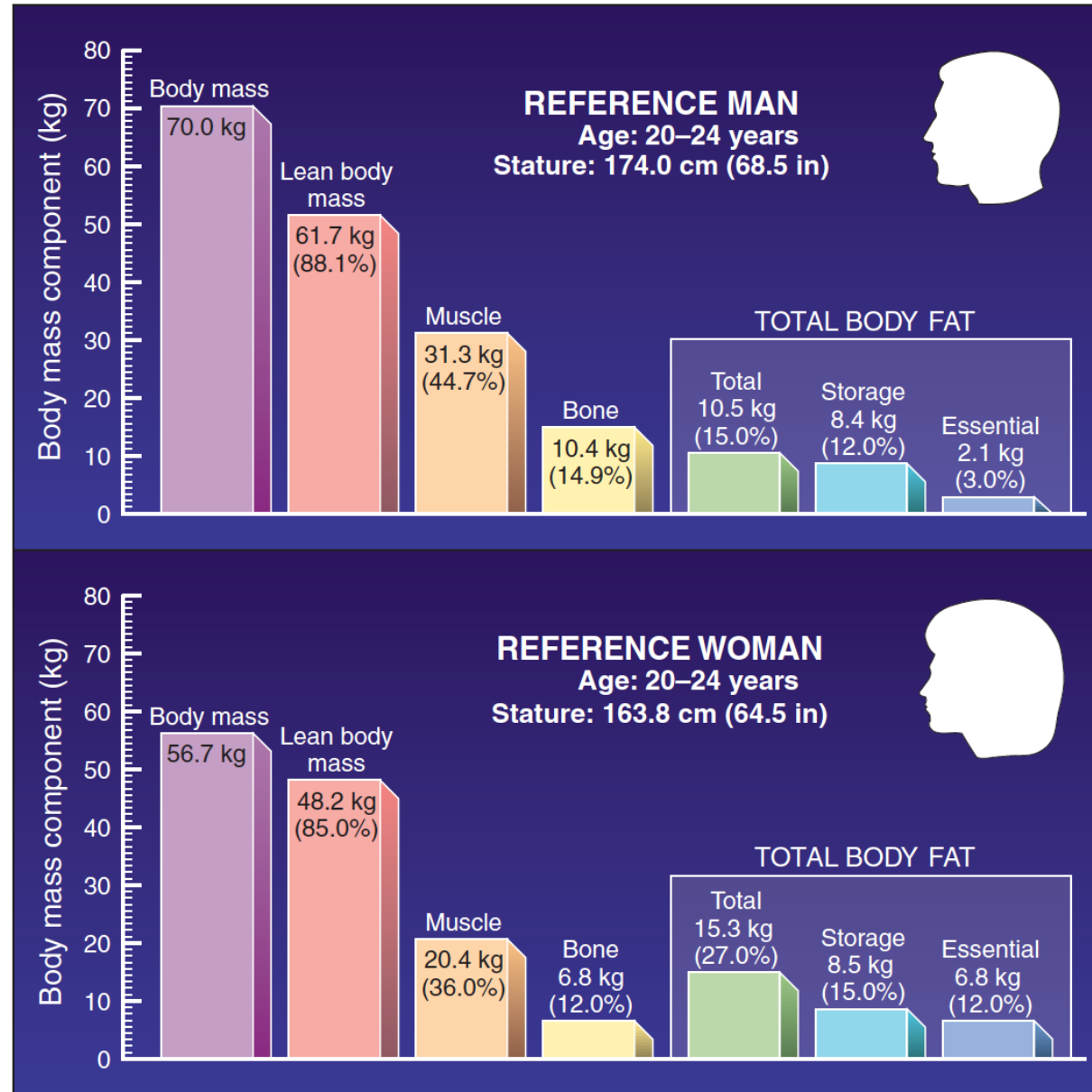
- Masse grasse + Masse maigre + Masse Minérale séparée en :
- Masse grasse + Masse minérale, masse cellulaire active, eau extracellulaire



# Les modèles de la composition corporelle



# La composition corporelle moyenne



**FIGURE 13.4.** Behnke's theoretical model for the reference man and reference woman. Values in parentheses represent the specific value expressed as a percentage of total body mass.



# La composition corporelle

## Femmes

## Hommes





Sport	Sex	N	Age (y)	Stature (cm)	Mass (kg)	Body Fat (%)	Number
Track events, <i>continued</i>							
Triathlon	F	16	24.2 ±4.3	162.1 ±6.3	55.2 ±4.6	16.5 ±1.4	16
	M	14	36.0 ±9.9	176.4 ±8.6	73.3 ±8.6	12.5 ±5.9	17
	M	8	29.6 ±2.6	180.0 ±2.4	73.9 ±2.1	7.9 ±0.5	26
Volleyball	F	14	21.6 ±0.8	178.3 ±4.2	70.5 ±5.5	17.9 ±3.6	25
	M	11	20.9 ±3.7	185.3 ±10.2	78.3 ±12.0	9.8 ±2.9	40
Weight lifting and body building							
Power lift	F	10	25.2 ±6.0	164.6 ±3.7	±8.6 ±3.6	21.5 ±1.3	10
	M	13	24.8 ±1.6	173.5 ±2.8	80.8 ±3.2	9.1 ±1.2	11
Body builders	F	10	30.4 ±8.2	165.2 ±5.6	56.5 ±0.9	13.5 ±1.5	10
	F	10	27.0	160.8	53.8	13.2	7
	M	16	28.0 ±1.8	175.1 ±1.7	86.2 ±3.1	12.5 ±3.4	4
			27.8 ±1.8	177.1 ±1.1	82.4 ±1.0	9.3 ±0.8	11
	M	14	31.6 ±6.7	170.8 ±5.6	83.8 ±9.2	10.9 ±2.4	14
Wrestling <sup>c</sup>							
Adult	M	37	19.6 ±1.34	174.6 ±7.0	74.8 ±12.2	8.8 ±4.1	28
Adolescent	M	409	16.2 ±1.0	171.0 ±7.1	±3.2 ±10.0	11.0 ±4.0	9
Sumo seki-tori)	M	37	21.1 ±3.6	178.9 ±5.2	115.9 ±27.4	26.1 ±6.4	14

<sup>a</sup>Values reported as means ± SD.

<sup>b</sup>Modified from Sinning, W.E.: *Body composition in athletes*. In *Human Body Composition*. Roche AF, et al, eds. Human Kinetics, Champaign, IL, 1996.

<sup>c</sup>Note: consult our web page (<http://www.lww.com/mkk>) for the recent NCAA policy about minimal wrestling weight certification.

## La Masse Grasse (MG)

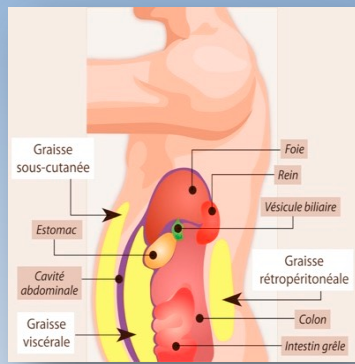
- Composée essentiellement de Triglycérides ( 1 Glycérol + 3 Acides Gras) **stockés dans les adipocytes**
- Densité = 0,9 g/ml
- Très pauvre en eau
- En moyenne 10 à 30% du Poids de corps pour des sujets « normaux »
  
- 4 rôles essentiels
  - Réserves énergétiques de l'organisme
  - Isolant thermique
  - Protection contre les chocs
  - Synthèse hormonale (adipokines)

**Table 6.14**  
**General Body-fat Percentage Categories**

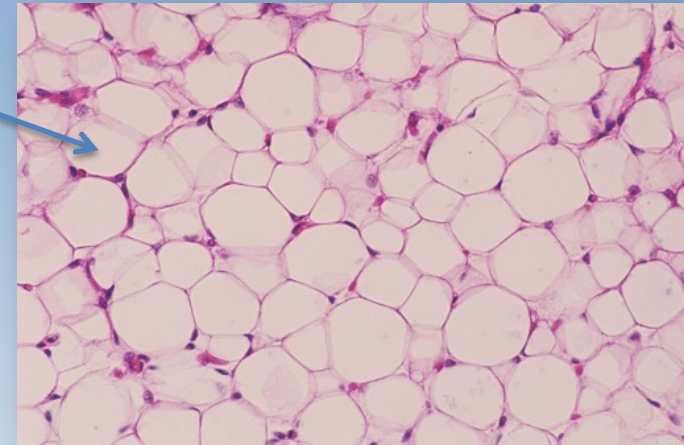
Classification	Women (% fat)	Men (% fat)
Essential fat	10–13%	2–5%
Athletes	14–20%	6–13%
Fitness	21–24%	14–17%
Average	25–31%	18–24%



# Tissu adipeux (principalement sous cutané et viscéral)

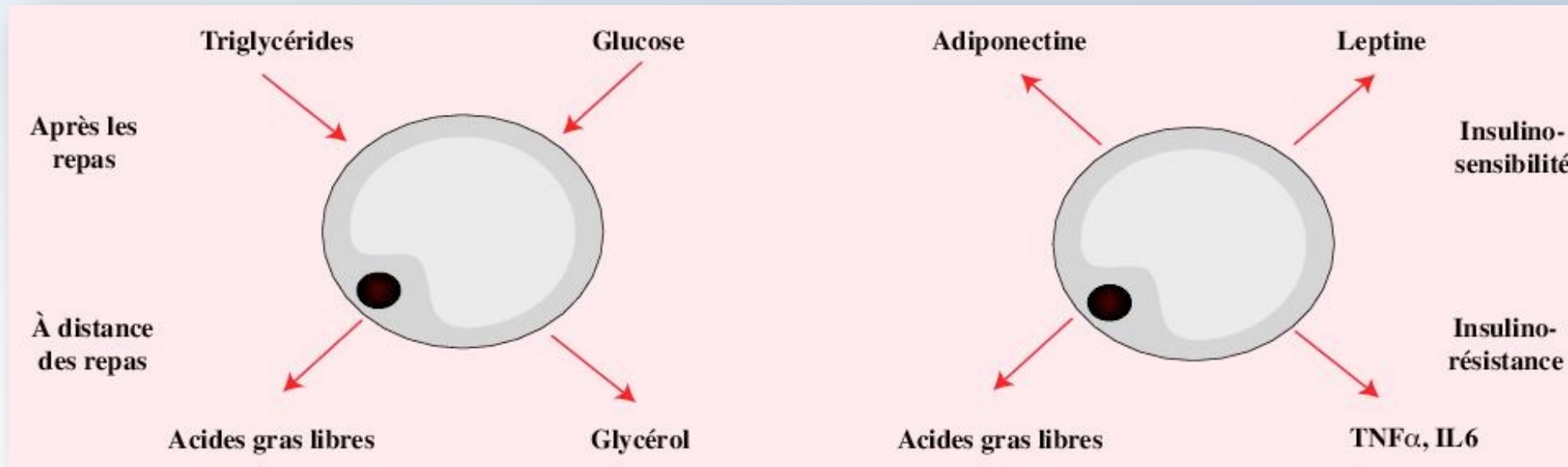


## Unité fonctionnelle du tissu adipeux blanc : adipocyte



possède une seule vacuole remplie de triglycérides (forme de stockage des lipides)

### Stockage des triglycérides



## La masse maigre (MM) ou Masse Non Grasse

- **Polymorphe: correspond à la somme de l'eau, des os, des organes, des muscles**
- contient les éléments vitaux, notamment les protéines
- Hydratation entre 72 et 74%
- Densité = 1,1 g/ml
- Teneur en potassium constante (Homme 60 à 70 mmol/kg; Femme 50 à 60 mmol/kg)
- Le rapport entre l'eau et la MM (73%) définit l'hydratation de la masse maigre
- 70 à 90% du poids de corps

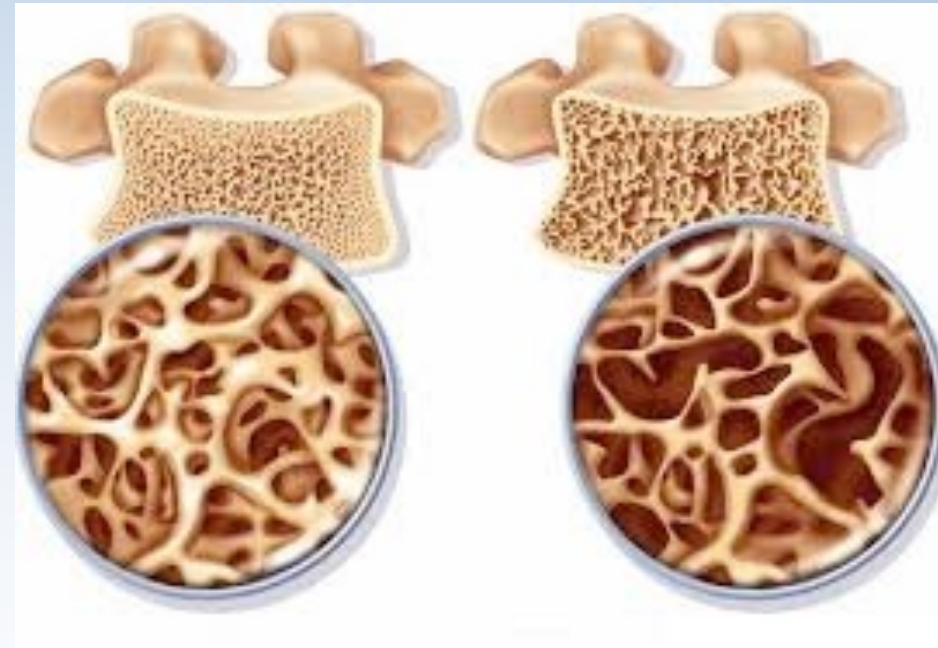




## ➤ Masse minérale osseuse

- correspond aux cristaux de phosphates tricalciques du squelette
- Densité 3g/ml
- Sa baisse signe l'ostéoporose (*vieillesse, ménopause*), fragilisation liée à l'entraînement associé à un déséquilibre de la balance énergétique (REDS Syndrôme anciennement triade de la sportive, cf The Female Athlete Triad/Relative Energy Deficiency in Sports (RED-S)", Coelho & al., 2021, The IOC Consensus Statement: Beyond the Female Athlete Triad—Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S)", Mountjoy & al., 2014; lien vidéo <https://www.youtube.com/watch?v=9ecC9IJE9ck&list=PLCe5TvnbpKPw-WR4HhvAcCjUsF6LYohxi&index=8>)

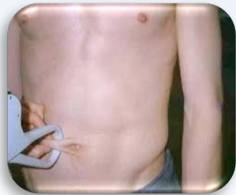
- **5% Poids de corps**



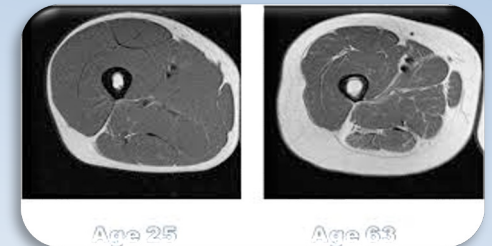


## Composition corporelle (revue de question sur ENT)

- Nombreuses technique pour évaluer la Compo corpo
- Méthode directe : dissection de cadavres
- Méthodes indirectes (+ ou - invasives, précises, complexes...)
- repose à la fois sur:
  - une **mesure** corporelle (*densité, volumes, impédances, absorbance*)
  - la référence à un **modèle** de composition corporelle (2, 3 ou 4 composantes)
  - l'acceptation d'une **hypothèse** permettant une **estimation** des compartiments (par ex: hydratation MM 73 %, masse grasse souscutanée représentative de l'ensemble le la masse grasse...)
- 3 types de méthodes indirectes:



- Méthodes de prédictions d'un compartiment à partir de mesures
- Méthodes d'estimation in vivo des compartiment de l'organisme
- Méthodes de quantification in vivo des constituants spécifiques de l'organisme



- **Validité : L'outil mesure ce qu'il est sensé mesurer.**
- deux méthodes : la validité de critère et la validité concurrente.
- La validité de critère compare les résultats de l'outil à un gold standard. La validité concurrente s'évalue lorsque deux outils de mesure, qui ne sont pas des gold standard, devraient donner les mêmes résultats.
- **Sensibilité : Capacité du test à détecter les changements effectifs.**
- **Fiabilité : Le degré auquel un test peut produire des résultats constants à différentes occasions quand il n'y a pas de preuve de changement.**

### ➤ Poids corporel: à connaître

- Nu ou en slip
- Balance révisée régulièrement avec une précision de 100g
- Toujours dans les mêmes conditions
- Si possible : A jeun après vidange des intestins et de la vessie



- Sert à normaliser les performances en musculation en exprimer les donner en Kg/kg de poids corporel, en Watt/kg et N/kg

- Utile dans le calcul du coup énergétique et de l'économie de course, pour normaliser les valeurs de VO2...

Ex: Antoine 50kg et Pierre 100kg, même max en Squat 100kg

A priori ils sont aussi performants l'un et l'autre

Mais si on relativise la perf par le poids corporel

Antoine=  $100/50= 2\text{kg/kg}$  de poids de corps

Pierre=  $100/100= 1\text{kg/kg}$  de poids de corps

Antoine est finalement 2 fois plus performant que Pierre

- Avant et après certaines épreuves pour avoir une idée des pertes hydriques (Marathon de Doha ce WD -6 kg pour une athlètes )

[J Sports Sci.](#) 2012;30(11):1131-40. doi: 10.1080/02640414.2012.692479. Epub 2012 Jun 6.

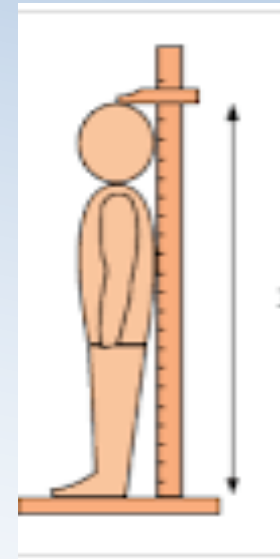
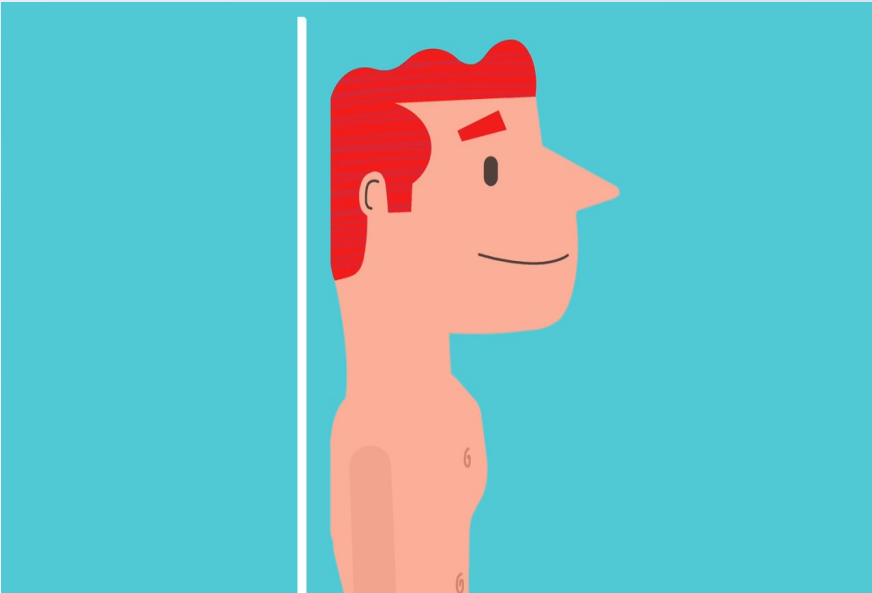
**A faster running speed is associated with a greater body weight loss in 100-km ultra-marathoners.**

Knechtle B<sup>1</sup>, Knechtle P, Wirth A, Alexander Rüst C, Rosemann T.

## ➤ Évaluation des dimensions corporelles

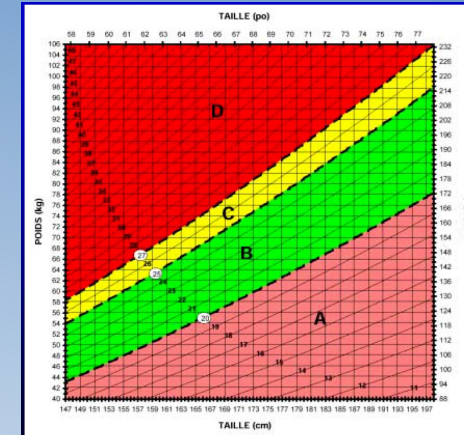
### • La taille debout: à connaître

- Toise fixe ou mobil dont la verticalité est contrôlée
- Pieds nus, talons joints, pointes de pieds écartés de 30 à 45°
- Talons, le bas du dos et arrière de la tête doivent être mis en contact avec la toise
- La tête est droite et le regard aussi
- Précision de lecture: 1 mm



<https://www.youtube.com/watch?v=FPToB149rW4>

$$\text{IMC (kg / m}^2\text{)} = \frac{\text{Poids (kg)}}{\text{Taille (m}^2\text{)}}$$



- Permet de déceler une surcharge pondérale
- Normes différentes chez les enfants et adolescents comparées aux adultes
- Ne prend pas en compte la composition corporelle

➤ (à connaître)

IMC (taille/masse <sup>2</sup> )	Interprétation	Risques de maladies
moins de 15	Famine	Extrêmement élevés
15 à 18,5	Maigreur	Accrus
18,5 à 25	Corpulence normale	Faibles
25 à 30	Surpoids	Accrus
30 à 35	Obésité modérée	Elevés
35 à 40	Obésité sévère	Très élevés
plus de 40	Obésité morbide / massive	Extrêmement élevés

**Exercice :**

Calculer votre IMC?

Dans quelle catégorie êtes vous?

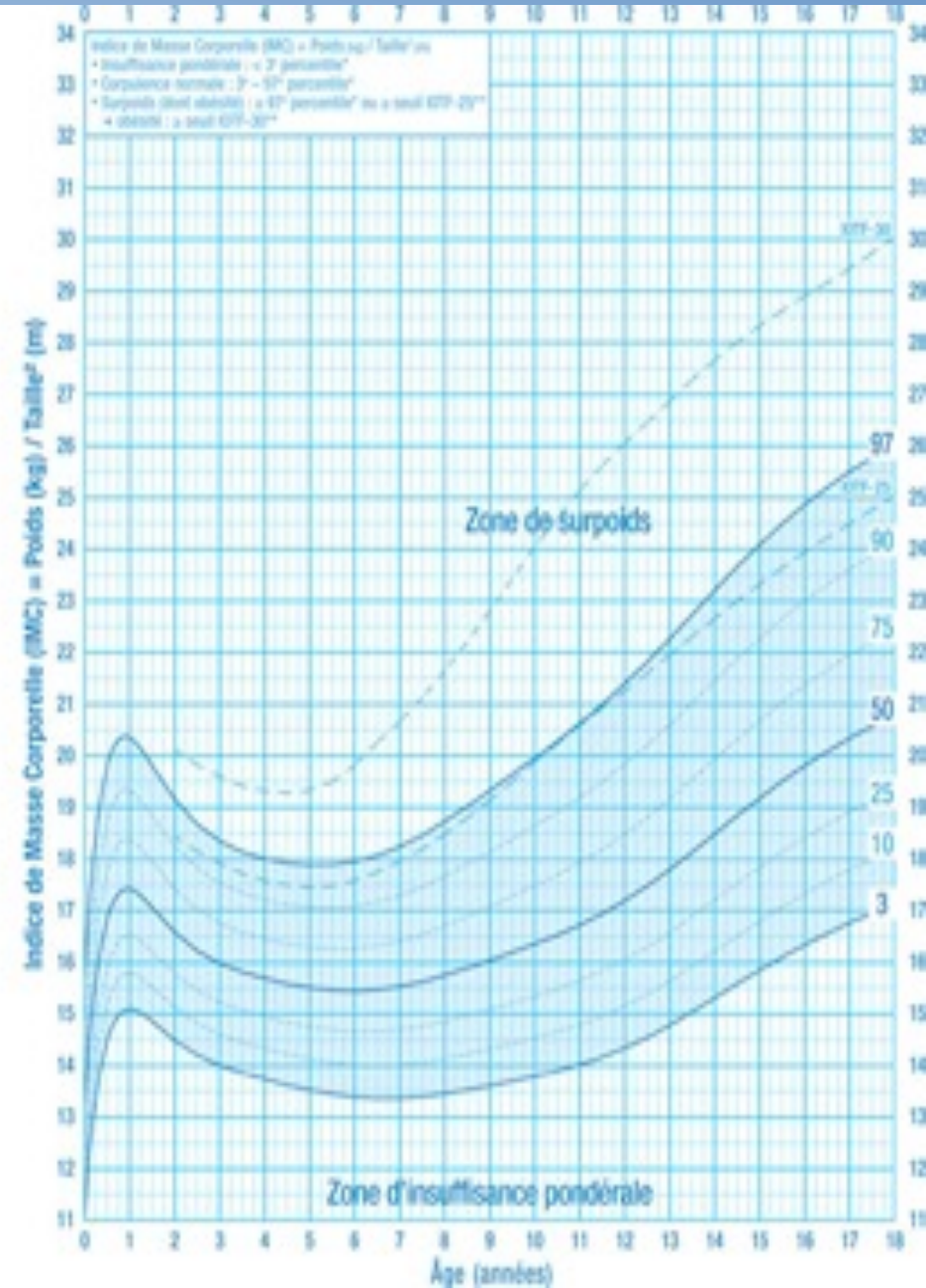
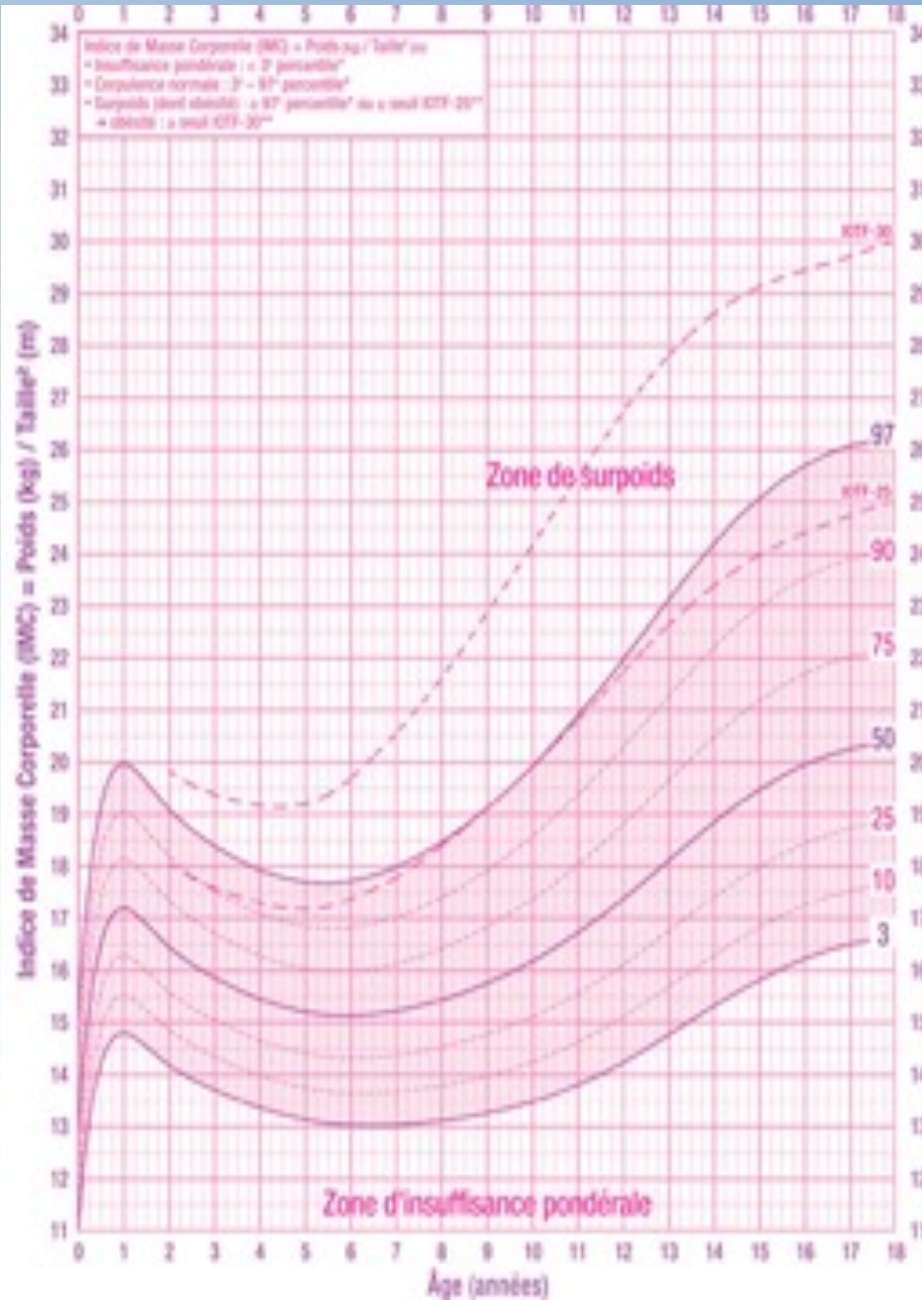
Quelle est la critique majeure?



Si mesure unique de l'IMC alors beaucoup de sportifs sont en surpoids car densité de la masse maigre (1,1) > densité masse grasse 0,9  
 Mesure de base chez « Mr tout le monde »

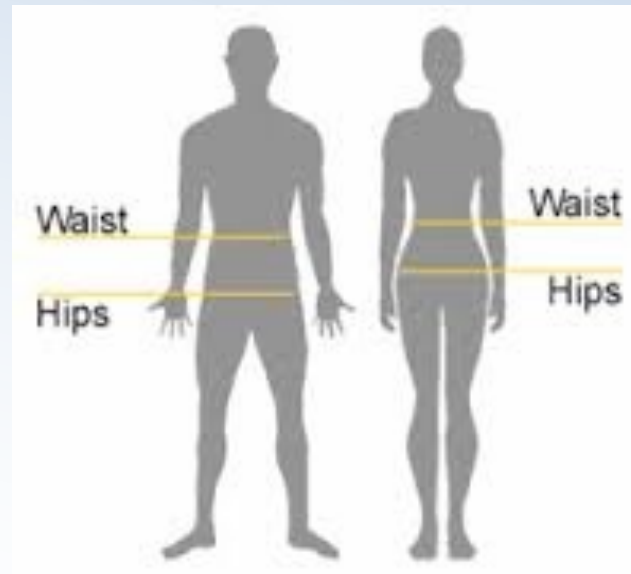


- Courbe de l'évolution de l'IMC spécifique pour les enfants (0-18ans)



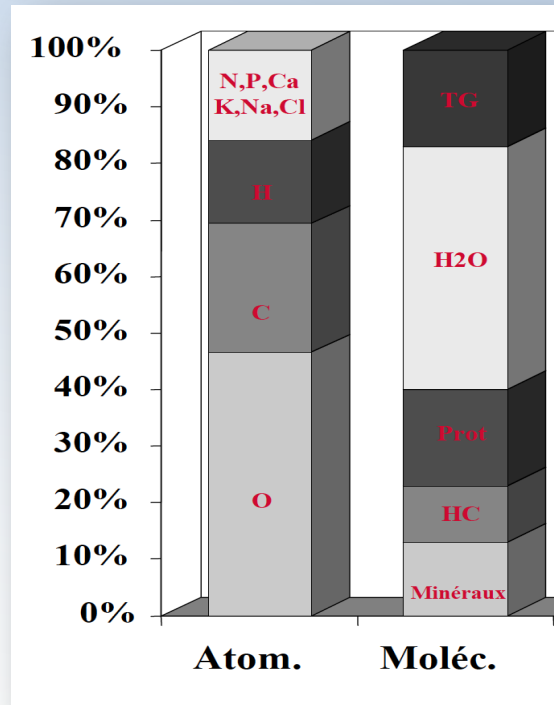
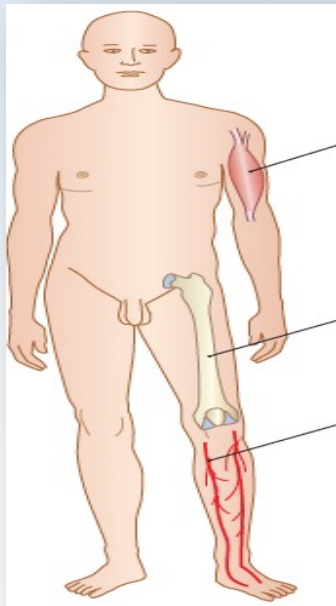
### ➤ indice de la distribution des graisses

- circonférence mini du tronc /circonférence maxi à la hauteur des fesses
  - Distribution abdominale des graisses
  - Rapport augmente en même temps que Risque cardiovasculaire, Fréquence du diabète
  - Anormal si  $> 1$  chez l'homme et si  $> 0,88$  chez la femme
- Avantage de la mesure du tour de taille seul ?
- mieux corrélée aux modifications de MG intra-abdo au cours du temps



## Méthodes directes : Dissection des cadavres

- technique de référence pour valider toutes les autres techniques
- Les données biochimiques directes sur la composition corporelle de l'organisme humain sont cependant très limitées. Elles reposent sur deux études effectuées sur quelques dizaines de cadavres
- Séparation des composants de l'organisme en fonction de leurs propriétés chimiques réalisées sur des cadavres :  
eau, lipides, protéines, glucides, minéraux...



## Impédancemétrie bioélectrique

- Postulat de départ:
- basée sur la capacité des tissus hydratés à conduire l'énergie électrique
  - la Masse grasse est dépourvue d'eau
  - La masse non grasse est hydratée à 73%

Qu'est ce qui est mesuré avec cette technique ?

### ► Principe physiques (1/2)

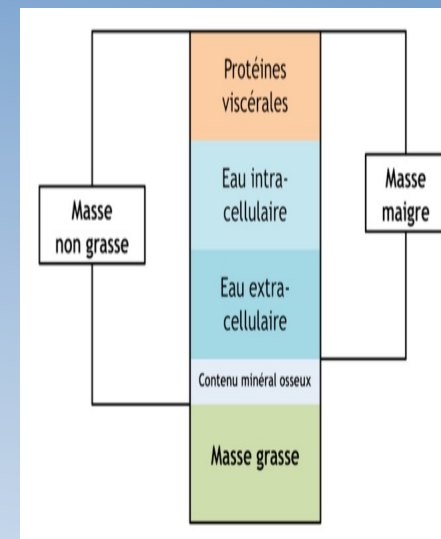
- Basée sur la conduction d'un courant alternatif de faible intensité entre la main et le pied ( $I = 50$  à  $800 \mu A$ )
- La différence de potentielle ( $U$ ) mesurée entre ces deux extrémités permet de calculer l'impédance corporelle ( $Z$ ) selon le principe de la loi d'Ohm :

$$U = Z \times I$$

(où  $Z$  correspond à la résistance qu'offrent les tissus au passage d'un courant alternatif)



- Calcul de la quantité totale d'eau extra et intra-cellulaire
- Calcul de la masse maigre et masse grasse



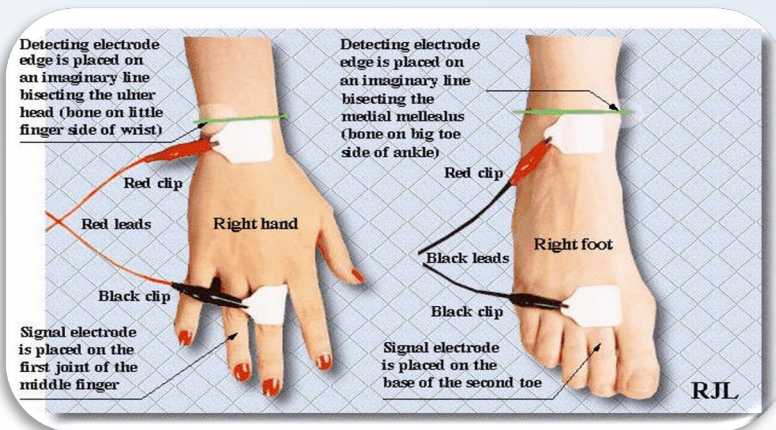
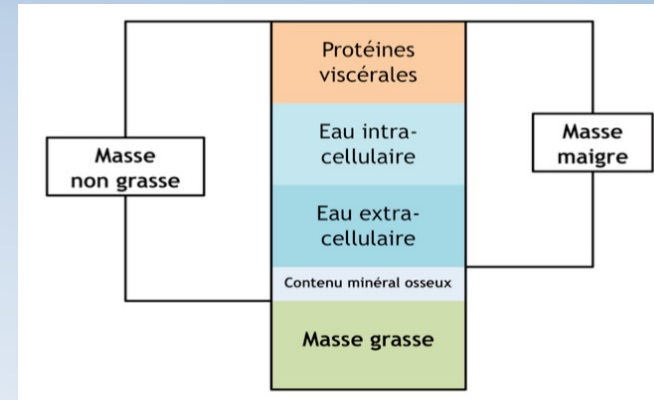
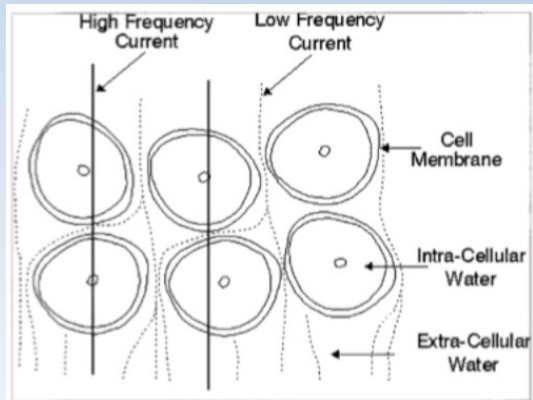
- Exemples d'équations utilisées lors d'une mesure de BIA:
- - Hommes 18–30 ans:  $FFM (kg) = 0,485(Ht^2/Z) + 0,338 Wt + 5,32$
- - Femme 30-50 ans :  $FFM(kg) = 0,536(Ht^2/Z) + 0,155Wt + 0,075Xc + 2,87$
- (Ht = Taille en cm et Wt = poids en kg)



- 2 électrodes au niveau du poignet, et 2 au niveau de la cheville homo-latérale.
- Le courant est appliqué pendant quelques secondes, et la mesure de Z est lue
- Le plus souvent, un seul courant de 800  $\mu$ Amp avec une fréquence de 50 kHz (indolore)
- Les mesures avec plusieurs fréquences permettent une approche des  $\neq$  secteurs hydriques, les membranes cellulaires se comportant comme une capacité électrique

Quand le courant a une fréquence  $> 50$  kHz, le volume mesuré est assimilé à l'eau totale

Quand cette fréquence est  $< 5$  kHz, le volume mesuré correspond à l'eau extracellulaire





## Avantages

- Assez fiable (en fonction de la méthode)
- Méthode non invasive
- Peu coûteuse
- Facile d'utilisation

## Inconvénients / limites

- Nécessite aucun contact entre les membres (difficultés en cas d'obésité)
- Mesures peuvent être faussées selon les conditions d'utilisations : statut d'hydratation, règle, grossesse, problèmes rénaux, port de prothèse ou implant métallique
- Contre-indication en présence d'un pacemaker.
- Etre âgé au minimum de 7 ans et mesurer 1m10

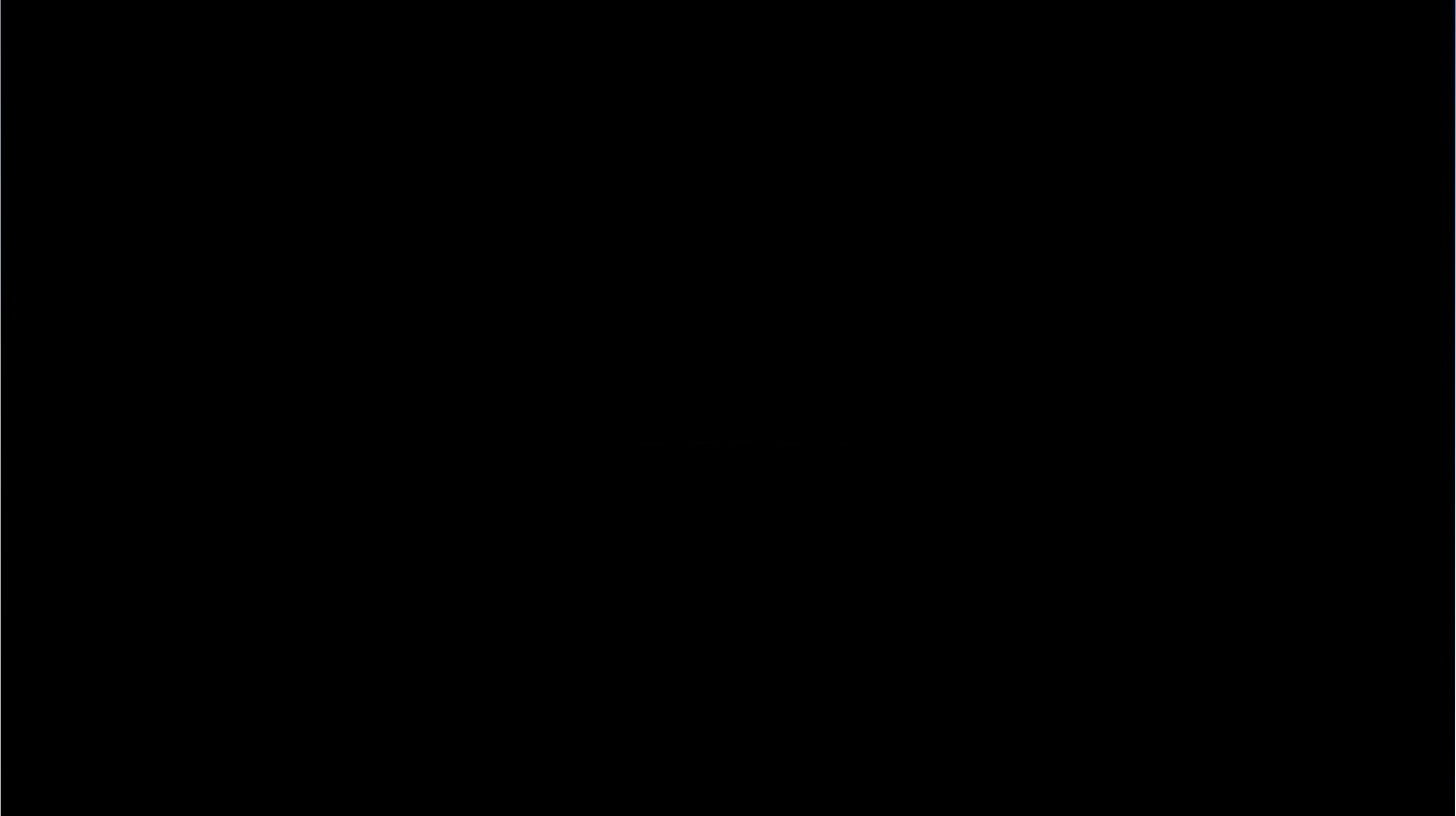
Bio impédancemétrie et densité minérale osseuse???

- Pour avoir une idée globale pourquoi mais pas assez fin pour détecter une déminéralisation sur un segment en particulier

### ❖ Prédiction de la Masse Grasse par la mesure de **PLIS CUTANÉS**

- **Hypothèse** = épaisseur de la graisse sous-cutanée reflète la MG totale de l'organisme.
- **La technique mesure des plis de graisse sous-cutanée**
  - Utilisation d'un adiposimètre
  - Pince de Holtain (la référence des pinces à plis)
  - Pression entre les mâchoires constante (10g/mm<sup>2</sup>)
  - Graduation du cadran: 0,2mm
- Mesure des plis cutanés (cf vidéo sur l'ENT)



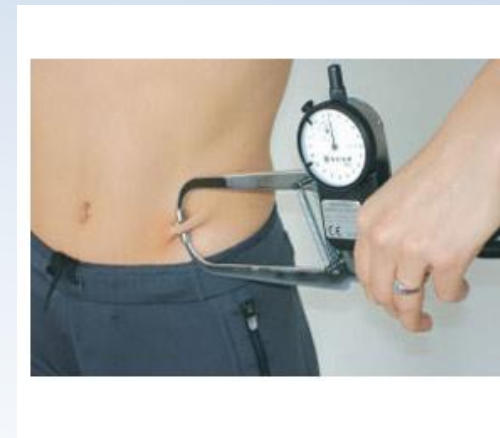


## ➤ Jackson & Pollock

- 3 plis
  - Homme : pectoraux, abdominaux, cuisse
  - Femme : triceps, cuisse, supra-iliaque
- 7 plis → pectoral, axillaire, tricipital, sous-scapulaire, supra-iliaque, cuisses, abdomiaux.

## ➤ Durnin et Womersley (la plus utilisée)

- **Tricipital, bicipital, sous-scapulaire, supra-iliaque**



### ❖ Prédiction de la Masse Grasse par la mesure de **PLIS CUTANÉS**

- **Hypothèse** = épaisseur de la graisse sous-cutanée reflète la MG totale de l'organisme.
- **La technique mesure des plis de graisse sous-cutanée**
  - Utilisation d'un adiposimètre
  - Pince de Holtain (la référence des pinces à plis)
  - Pression entre les mâchoires constante ( $10\text{g}/\text{mm}^2$ )
  - Graduation du cadran:  $0,2\text{mm}$
  - Equations pour calculer directement le % de masse grasse en utilisant les valeurs d'épaisseur des plis séparément ou leur somme (plus vraiment utilisées)





Équation de Mayhew (2 plis cutanés) :

$$MG = 0,1215 \times \text{poids} + 0,265 \times \text{plis supra iliaque} + 0,2754 \times \text{plis cuisse} - 7,2$$



Équation de Parizkova (5 plis cutanés) :

$$\%MG = 2,015 - 0,119 \times \text{plis sous scapulaire} + 0,674 \times \text{plis supra iliaque} + 0,784 \times \text{plis bicipital} + 0,519 \times \text{plis mollets}$$



## Composition corporelle

### ❖ Prédiction de la Masse Grasse par la mesure de **PLIS CUTANÉS**

- **Hypothèse** = épaisseur de la graisse sous-cutanée reflète la MG totale de l'organisme.
- **La technique mesure des plis de graisse sous-cutanée**
  - Utilisation d'un adiposimètre
  - Pince de Holtain (la référence des pinces à plis)
  - Pression entre les mâchoires constante ( $10\text{g}/\text{mm}^2$ )
  - Graduation du cadran: 0,2mm
  - Equations pour calculer directement le % de masse grasse en utilisant les valeurs d'épaisseur des plis séparément ou leur somme (plus vraiment utilisées)
  - **Equations prédictives de la densité corporelle (d ou BD), en fonction de l'âge et du sexe**



➤ Équation de Jackson et Pollock (7 plis cutanés) :

- Pectoral, axillaire, tricipital, sous-scapulaire, abdomen, supra-iliaque, cuisse

$$\text{Body Density} = 1,112 - 0,00043499 \times \Sigma 7 \text{ plis cutanés} + 0,00000055 \times (\Sigma 7 \text{ plis cutanés})^2 - 0,00028826 \times \text{âge}$$

➤ L'équation de Durnin et Womersley (4 plis cutanés) :

- Équation de référence chez les sportifs, les patients et la population générale quelque soit le sexe à partir de 17 ans
- **Addition des 4 mesures pour calculer la densité corporelle (BD) :**

$$\text{BD} = C - ( M *(\log_{10} (\Sigma 4 \text{ plis}))) \quad (\text{formule écrite comme dans excel})$$

<b>Hommes</b>	<b>17-19 A</b>	<b>20-29 A</b>	<b>30-39 A</b>	<b>40-49 A</b>	<b>&gt; 50 A</b>
C	1,1620	1,1631	1,1422	1,1620	1,1715
M	0,0678	0,0632	0,0544	0,0700	0,0779
<b>Femmes</b>	<b>17-19 A</b>	<b>20-29 A</b>	<b>30-39 A</b>	<b>40-49 A</b>	<b>&gt; 50 A</b>
C	1,1549	1,1599	1,1423	1,1333	1,1339
M	0,0678	0,0717	0,0632	0,0612	0,0645

## Composition corporelle

### ❖ Prédiction de la Masse Grasse par la mesure de **PLIS CUTANÉS**

- **Hypothèse** = épaisseur de la graisse sous-cutanée reflète la MG totale de l'organisme.
- **La technique mesure des plis de graisse sous-cutanée**
  - Utilisation d'un adiposimètre
  - Pince de Holtain (la référence des pinces à plis)
  - Pression entre les mâchoires constante ( $10\text{g}/\text{mm}^2$ )
  - Graduation du cadran:  $0,2\text{mm}$
  - Equations pour calculer directement le % de masse grasse en utilisant les valeurs d'épaisseur des plis séparément ou leur somme (plus vraiment utilisées)
  - **Equations prédictives de la densité corporelle (d ou BD), en fonction de l'âge et du sexe**
  - **Calcul du % de masse grasse à partir de l'équation de Siri**



- **L'équation de Siri (à connaître)**
- Permet de convertir la densité corporelle en % de masse grasse
- $\%MG = ( 4,95/BD - 4,5 ) \times 100$
- $\% \text{ Masse non grasse} = 100 - \% \text{ Masse Grasse}$

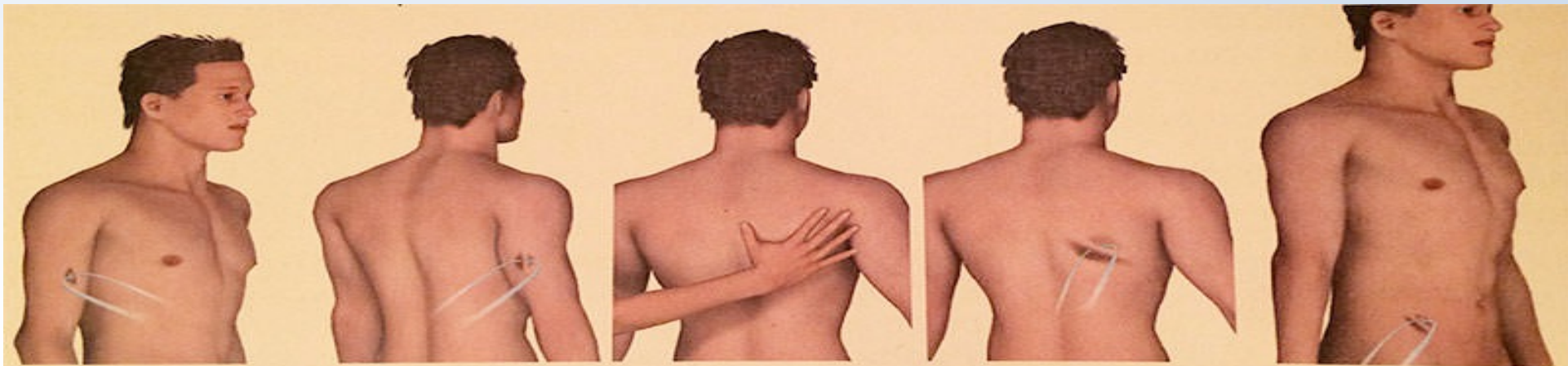


## Composition corporelle

- Simple mais **opérateur dépendant**
- Nécessité de Standardiser la prise des plis
  - En pratique (à connaître)
- Faire les mesures sur le côté droit
- Prendre le plis entre le pouce et l'index de votre main non dominante
- Pour chaque plis, avant la première mesure, prendre le plis et demander au sujet de contracter le ou les muscles afin de bien décoller le tissu sous-cutané du plan musculaire
- Pour les « vraie mesures » le ou les Muscles doivent être relâchés
- Pression des doigts doit être relâchée pendant la mesure de la pince
- Perpendiculaire à la surface cutané, lecture dans la 2 à 3 sec
- Répéter la mesure 3 à 5 fois et faire la moyenne
- Sur un même sujet l'écart sur la somme des plis doit être  $< 5\%$

➤ **Mesure des plis cutanés (cf vidéo sur ENT) (à connaître)**

- le pli bicipital : après mesure de la distance entre la pointe de l'olécrane et celle de l'acromion, la peau est pincée dans le sens de la longueur du biceps, à la mi-distance mesurée, en regard de la face antérieure du bras,
- le pli tricipital : à mi-distance mesurée, dans le sens de la longueur du triceps, en regard de la face postérieure du bras.
- le pli sous-scapulaire : à 2 travers de doigt sous la pointe de l'omoplate, le pli cutané est formé et orienté en haut et en dedans formant un angle d'environ  $45^\circ$  avec l'horizontale,
- le pli supra-iliaque : à mi-distance entre le rebord inférieur des côtes et le sommet de la crête iliaque, sur la ligne médioaxillaire, le pli est formé verticalement.



*Plis bicipital, tricipital, sous-scapulaire et supra-iliaque*

Hommes				
Somme des 4 plis en mm	17-29	30-39	40-49	50+
15	4.8			
16	5.5			
17	6,2			
18	6,9			
19	7.5			
20	8.1	12,2	12,2	12,6
21	8.6	12,6	12,8	13,2
22	9.1	13,0	13,4	13,8
23	9.6	13,4	14,0	14,4
24	10.1	13,8	14,5	15,5
25	10s5	14,2	15,0	15,6
26	11.0	14,6	15,6	16,2
28	12.0	15,4	16,7	17,4
29	12,5	15,8	17,2	18,0
30	12,9	16,2	17,7	18,6
31	13,3	16,5	18,1	19,1
32	13.7	16,8	18,5	19,6
33	14.1	17,1	18,9	20,0
34	14,4	17,4	19,3	20,4
35	14,7	17,7	19,6	20,8
36	15.1	18,0	20,0	21,3
37	15,5	18,3	20,4	21,7
38	15.8	18,6	20,8	22,1
39	16,1	18,9	21,1	22,5
40	16,4	19,2	21,4	22,9
41	16,7	19,5	21,8	23,3
42	17,0	19,8	22,1	23,7

# Abaques

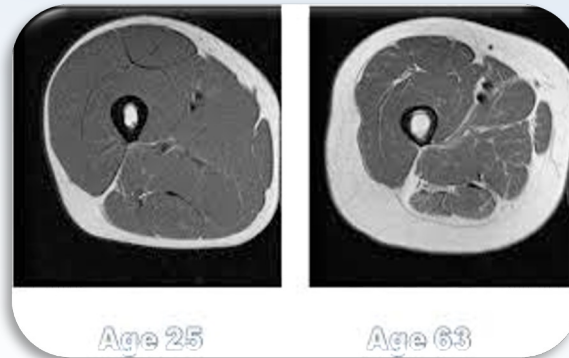
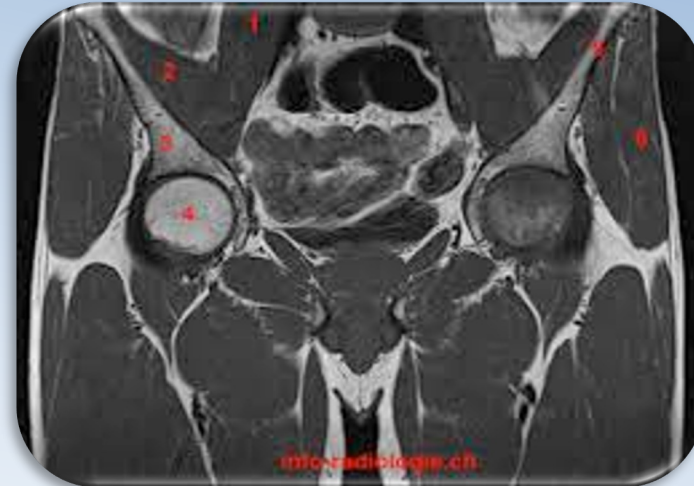
Le pourcentage de masse grasse se lit sur un abaque après addition des quatre chiffres élémentaires.

Femmes				
Somme des 4 plis en mm	17-29	30-39	40-49	50+
15	10.5			
16	11.3			
17	12,0			
18	12,7			
19	13,4			
20	14.1	17,0	19,8	21,4
21	14,7	17,5	20,3	22,0
22	15,3	18,0	20,8	22,5
23	15.8	18,5	21,3	23,0
24	16.3	19,0	21,8	23,5
25	16,8	19,4	22,2	24,0
26	17,4	19,9	22,7	24,6
27	18,0	20,4	23,2	25,1
28	18,5	20,9	23,7	25,6
29	19,0	21,4	24,1	26,1
30	19,5	21,8	24,5	26,6
31	19,9	22,2	24,9	27,0
32	20,3	22,6	25,3	27,4
33	20,7	23,0	25,7	27,8
34	21,1	23,4	26,1	28,2
35	21,5	23,7	26,4	28,5
36	21,9	24,1	26,8	28,9
37	22,3	24,5	27,2	29,3
38	22,7	24,9	27,6	29,7
39	23,1	25,2	27,9	30,0
40	23,4	25,5	28,2	30,3
41	23,8	25,8	28,5	30,7

- Identifier les zones où se font la perte et les gains de masse grasse (notion de zones préférentielles pour la prise de MG et de zones résistantes pour la perte)
- Tour de taille + plis abdominale = appréciation de la perte de masse grasse viscérale
- Plis cutanés + circonférence du membre = appréciation des gains ou perte de masse musculaire

➤ 3 techniques d'imagerie:

- Scanner ou CT-scan (tomodensitométrie computerisée; le gold standard)
- IRM
- DEXA = dual energy X-ray absorptiometry (absorption bi-photonique à rayons X)



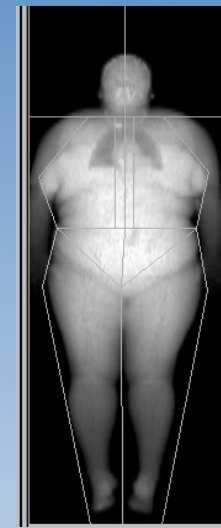


## ❖ Absorptiométrie biphotonique à rayon X (DEXA)

- méthode de référence pour l'étude de la composition corporelle
- permet d'accéder directement à un modèle à trois compartiments:

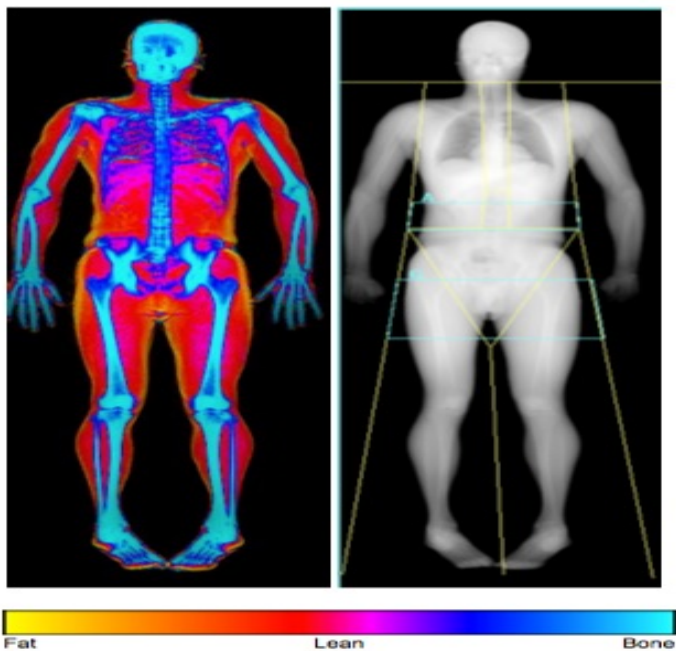
MG + MM + contenu minéral osseux

- consiste à balayer l'ensemble du corps avec un faisceau de rayons X à 2 niveaux d'énergie (40 et 100 Kiloélectronvolt)
- Mesure le rapport des atténuations de ces 2 Rayons en fonction de la composition de la matière traversée
- calibration effectuée avec des fantômes artificiels contenant des triglycérides et du Calcium
- traitement informatique des mesures physiques
- La précision est excellente
- permet une approche régionale (bras, tronc, jambes) des trois compartiments mesurés
- L'irradiation imposée au patient est faible et similaire à celle d'une radio pulmonaire.



Peut être couplé à l'impédancemétrie pour mesurer 5 compartiments:

MM; MG; Masse calcique, eau extracellulaire, eau intracellulaire



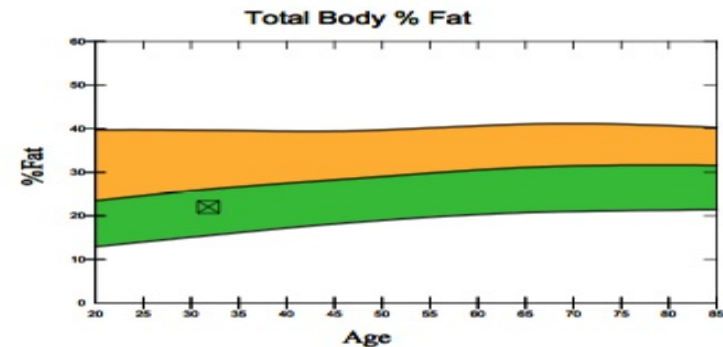
### Body Composition Results

Region	Fat Mass (g)	Lean+ BMC (g)	Total Mass (g)	% Fat	T-score	% Fat Z-score
L Arm	939	3873	4812	19.5		
R Arm	949	3805	4754	20.0		
Trunk	8244	28068	36312	22.7		
L Leg	2561	9775	12335	20.8		
R Leg	2752	9605	12357	22.3		
Subtotal	15445	55126	70571	21.9		
Head	1221	3853	5074	24.1		
<b>Total</b>	<b>16666</b>	<b>58979</b>	<b>75645</b>	<b>22.0</b>	<b>-0.4</b>	<b>-0.7</b>
Android	1258	4133	5390	23.3		
Gynoid	3041	9256	12297	24.7		

Scan Date: 18 March 2014 ID: A03181408  
 Scan Type: e Whole Body  
 Analysis: 18 March 2014 15:56 Version 13.0  
 Auto Whole Body  
 Operator: GJ  
 Model: Explorer (S/N 91075)  
 Comment:

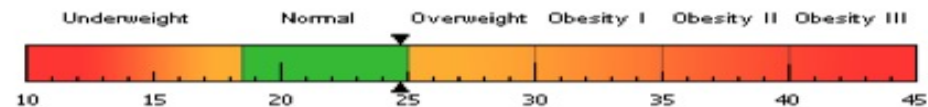
**Le score T** : densité minérale d'un jeune individu de même sexe (valeur max) normal .

Si score Z < -2,5 DS = ostéoporose



Source: 2008 NHANES White Male

World Health Organization Body Mass Index Classification  
 BMI = 24.7 WHO Classification Normal



BMI has some limitations and an actual diagnosis of overweight or obesity should be made by a health professional. Obesity is associated with heart disease, certain types of cancer, type 2 diabetes, and other health risks. The higher a person's BMI is above 25, the greater their weight-related risks.

### Adipose Indices

Measure	Result	T-score	Z-score
Total Body % Fat	22.0	-0.4	-0.7
Fat Mass/Height (kg/m )	5.41	-0.4	-0.6
Android/Gynoid Ratio	0.94		
% Fat Trunk/% Fat Legs	1.06	0.8	0.4
Trunk/Limb Fat Mass Ratio	1.14	0.8	0.3

### Lean Mass Indices

Measure	Result	T-score	Z-score
Lean Mass/Height (kg/m )	19.1	-0.1	-0.2
Appen. Lean Mass/Height (kg/m )	8.78	-0.1	-0.2

**Le score Z** : densité minérale d'une personne de même sexe et même âge.

### Avantages :

- Précision reconnue comme excellente
- Bonne reproductibilité et prédictibilité
- Toutes les zones du corps
- Irradiation faible
- Examen peu coûteux

< 3%

### Inconvénients / Limites:

- Pas de distinction entre os cortical et trabéculaire
- Pas de distinction masse grasse sous cutanée et viscérale
- Matériel coûteux
- Limite de place sur table
- Contre indiqué chez les femmes enceintes

## ➤ Comment se déroule l'examen

- Durée : entre 10 et 30 minutes.
- Pas d'injection.
- Eviter supplémentation en calcium 48h avant.
- Maintien de la position allongé.
- Entre 70 et 140<sup>e</sup> l'examen



### Domaine médical :

- Initialement développé pour la détection de l'ostéoporose.
- Prédiction des fractures.
- Suivi d'un traitement sur la déossification et réossification.

### Domaine sportif :

- Suivi nutritionnel/entraînement (minimum 2 scan par an).
- Suivi santé et **prévenir les fractures de fatigue** (fracture, suivie de blessure).

