

Composition corporelle

E Varlet - JF Brun

INSERM U1046 « Physiopathologie & Médecine Expérimentale du Cœur et des Muscles », Unité d'Explorations Métaboliques (CERAMM), Service Central de Physiologie Clinique,; et Consultation d'Endocrinologie, Hôpital Lapeyronie CHU Montpellier



Introduction

Composition corporelle = analyse du corps en compartiments. Intérêt en fonction de la discipline médicale considérée

Médecine du sport: mesure poids ne permet pas de comprendre comment améliorer performance d'un segment de membre au cours exercice spécifique; déterminer masse musculaire du segment + rationnel.

Stratégie de réduction pondérale chez obèse; intéressant de cibler perte masse grasse et épargner masse musculaire ou de certains organes
=> ici mesure du poids ne suffit pas.

=> définir des compartiments importants en nutrition, et les méthodes permettant de les mesurer

1. Définition des compartiments
2. Techniques
3. L'impédancemétrie au XXI^e siècle

1. Définition des compartiments

L'étude de la composition corporelle fait appel à des modèles et des systèmes de représentation du corps humain

Modèle anatomique; + ancien; il sépare le corps en différents tissus (musculaire, adipeux, organes...) ; modèle descriptif permettant de comprendre organisation spatiale des différents constituants et leur niveau d'interconnexion; progrès de l'imagerie médicale (tomodensitométrie et RMN ont renouvelé intérêt de ce modèle; sujet « idéal - de référence », le muscle squelettique représente 40 % du poids corporel, le tissu adipeux 20 %, la peau 7 %, le foie et le cerveau 2,5 % chacun, le cœur et les reins 0,5 %.

Modèle biochimique ; il sépare composants de l'organisme en fonction de leurs propriétés chimiques : eau, lipides, protéines, glucides, minéraux...; N corporel correspond aux protéines, Ca et P à l'os, C aux lipides (glucides étant comparativement très peu abondants), K est presque uniquement intracellulaire et le Na extra-cellulaire... Mais les données biochimiques directes sur composition corporelle de l'organisme humain très limitées.

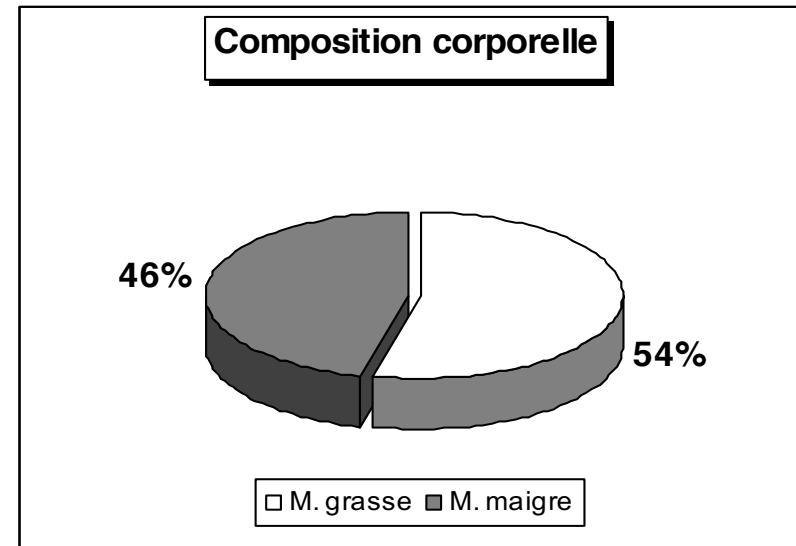
Modèles physiologiques ; permettent d'introduire notion de compartiments = composants corporels fonctionnellement liés entre eux, indépendamment de leur localisation anatomique ou de leur nature chimique. Les + utilisés en nutrition.

W.E. Siri, 1956

le modèle à deux compartiments

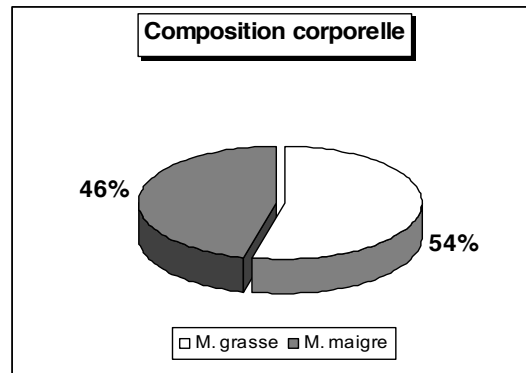
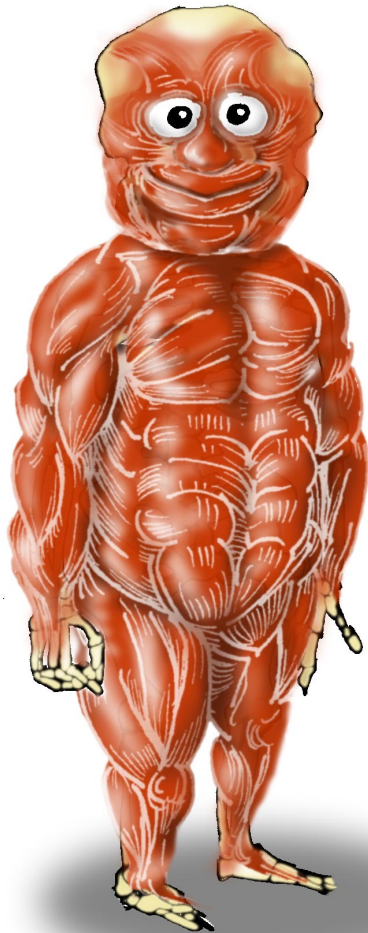
Masse grasse ; fat-mass (FM) densité
 0.900 g/cm^3

Masse non grasse (abusivement nommée
masse maigre = eau, os, organes) ; fat-
free-mass (FFM) 1.100 g/cm^3

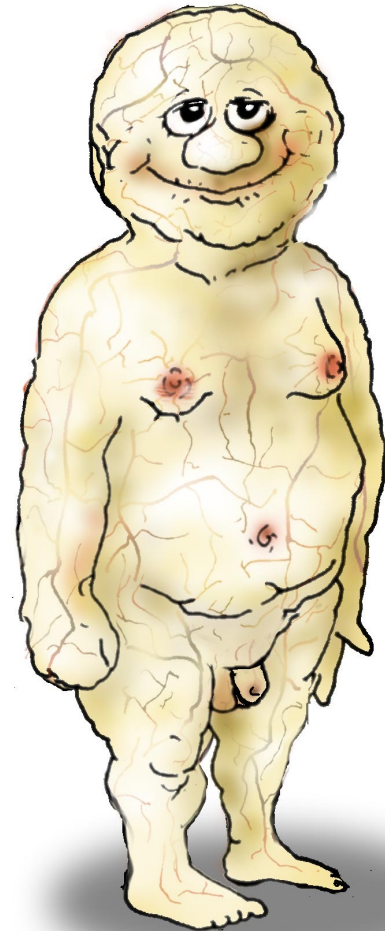


Mesure par densitométrie:
-Hydrodensitométrie = pesée immergée

modèle à deux compartiments masse maigre et masse grasse



en pratique le plus utilisé



W.E. Siri, 1961

le modèle à trois compartiments

La masse cellulaire active

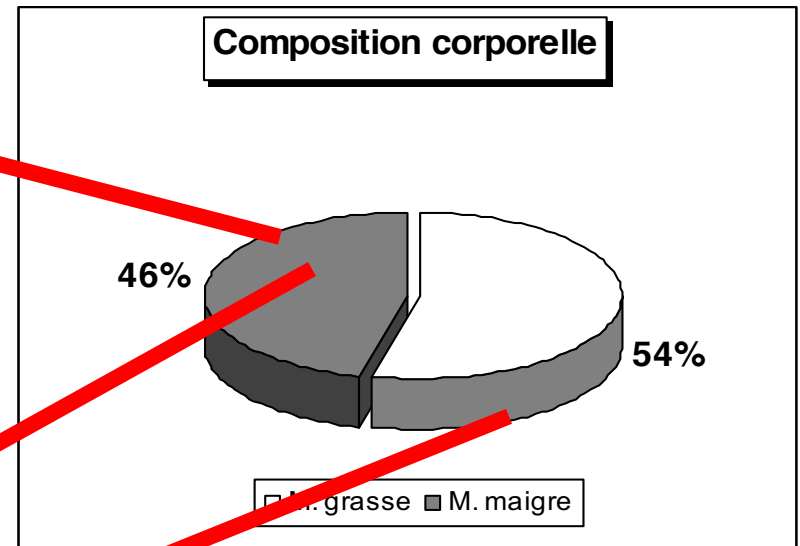
= l'ensemble des cellules des différents organes et muscles (intensité du métabolisme de cette masse détermine besoins énergétiques de l'organisme).

= contient l'essentiel des protéines de l'organisme,

L'eau extracellulaire

= l'ensemble des liquides interstitiels et le plasma. Elle constitue la masse liquidienne facilement échangeable pour le fonctionnement normal de l'organisme.

La masse grasse.

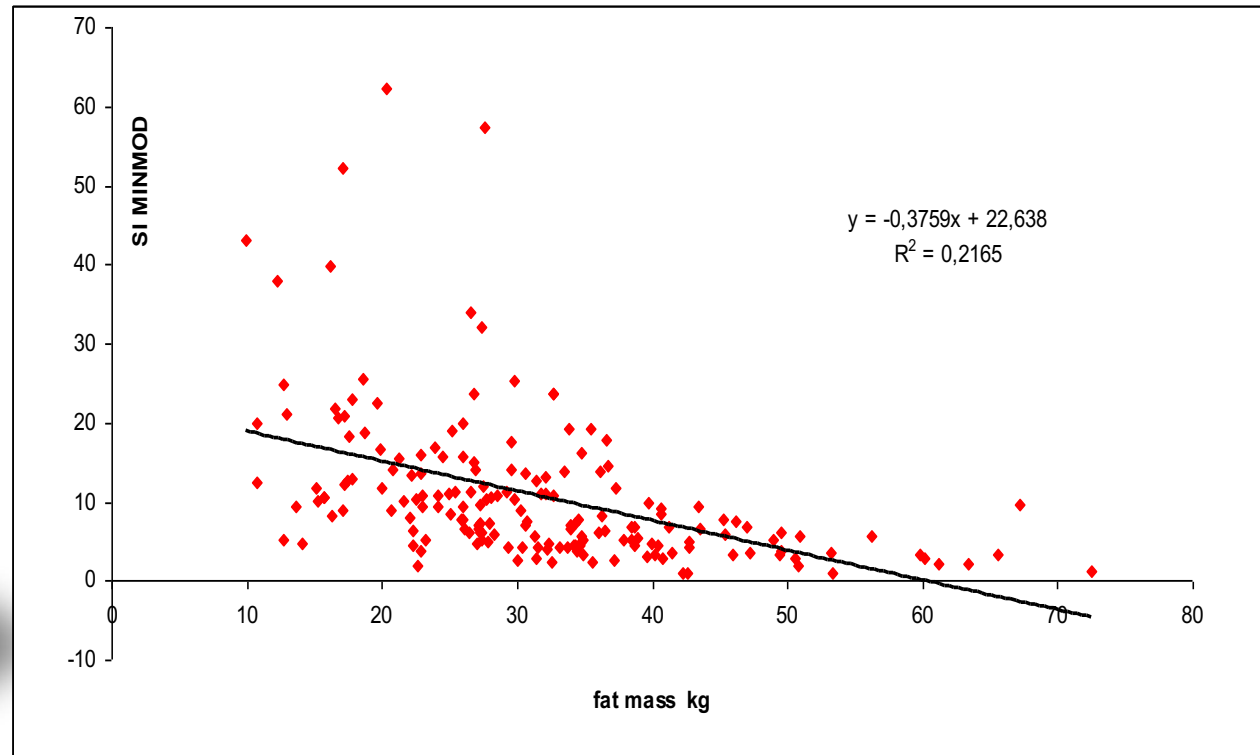
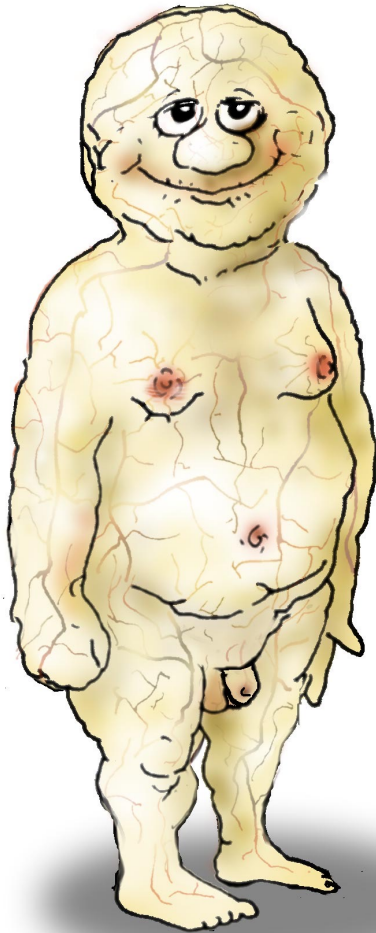


The Siri 3-comp model formula is

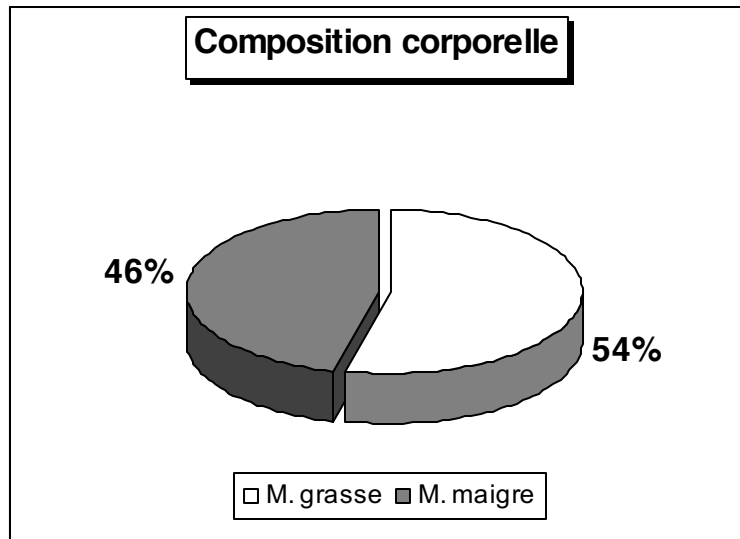
$$\text{Bodyfat \%} = (2.11/\text{Db}) - (0.78 * W - 1.354) * 100$$

Masse grasse

La masse grasse correspond aux triglycérides stockés dans les adipocytes, quelle que soit leur localisation anatomique; ce compartiment est virtuellement dépourvu d'eau.



Femme 44 ans

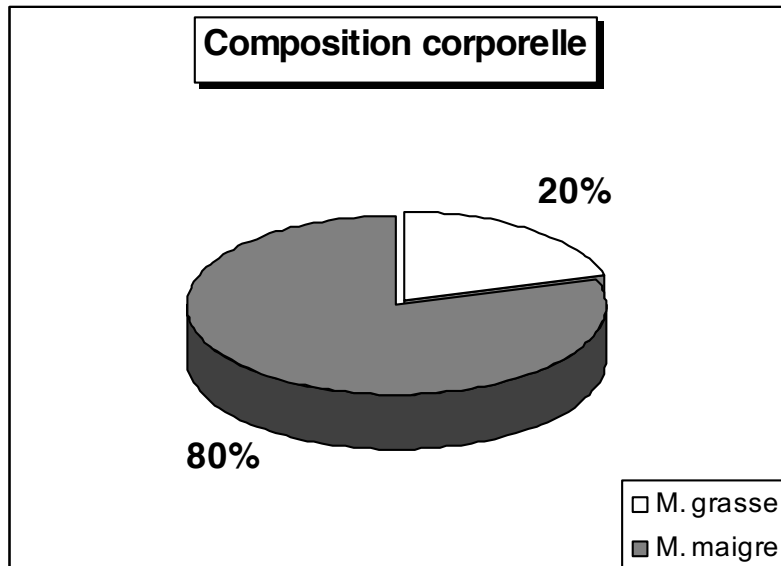


M. maigre = 64,9 kg

(Masse musculaire = 24,2 kg)

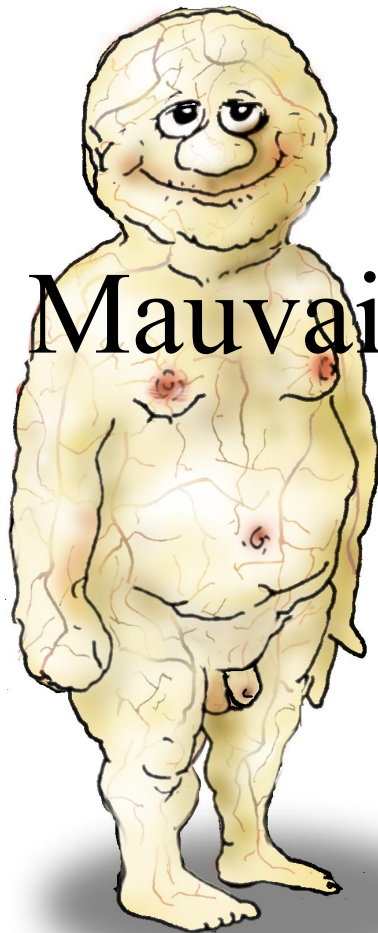
- Adressée pour « obésité morbide » évolutive par son généraliste
- RATION CALORIQUE JOURNALIERE **1972** kCal/j
- Poids = 140,6 kg
- Taille = 160 cm
- I.M.C. = 54,9 kg/m²

Homme 37 ans

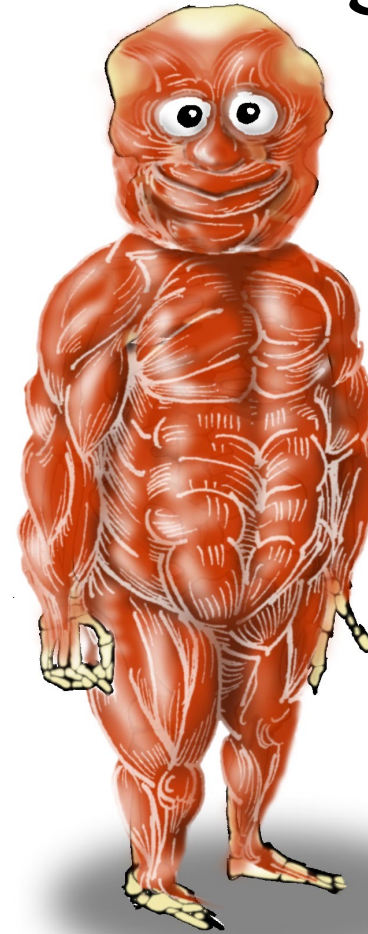


- Adressé pour « obésité morbide » par la médecine du travail
- Fait 8 h de musculation /semaine
- Poids = 104,1 kg
- Taille = 173 cm
- I.M.C. = $34,8 \text{ kg/m}^2$

Masse grasse et masse maigre



Mauvaise ?

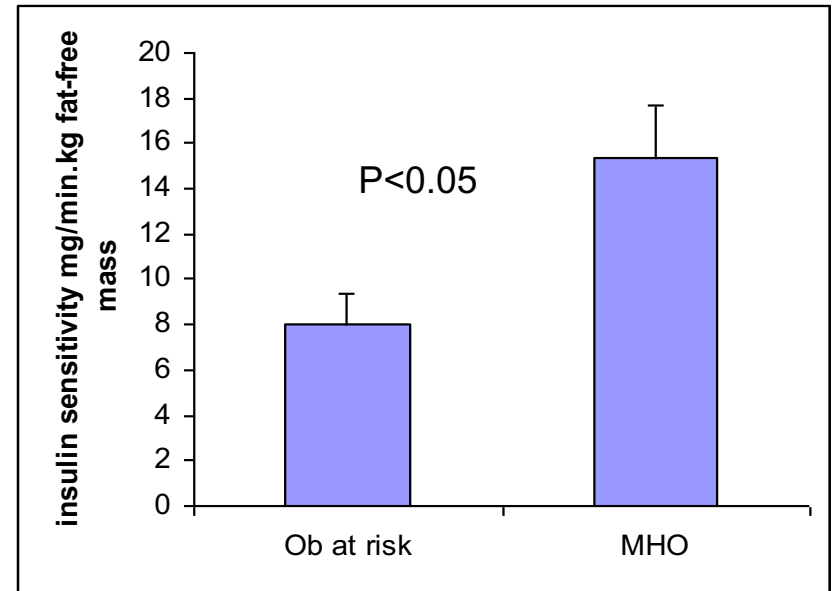


Bonne ?

Masse grasse

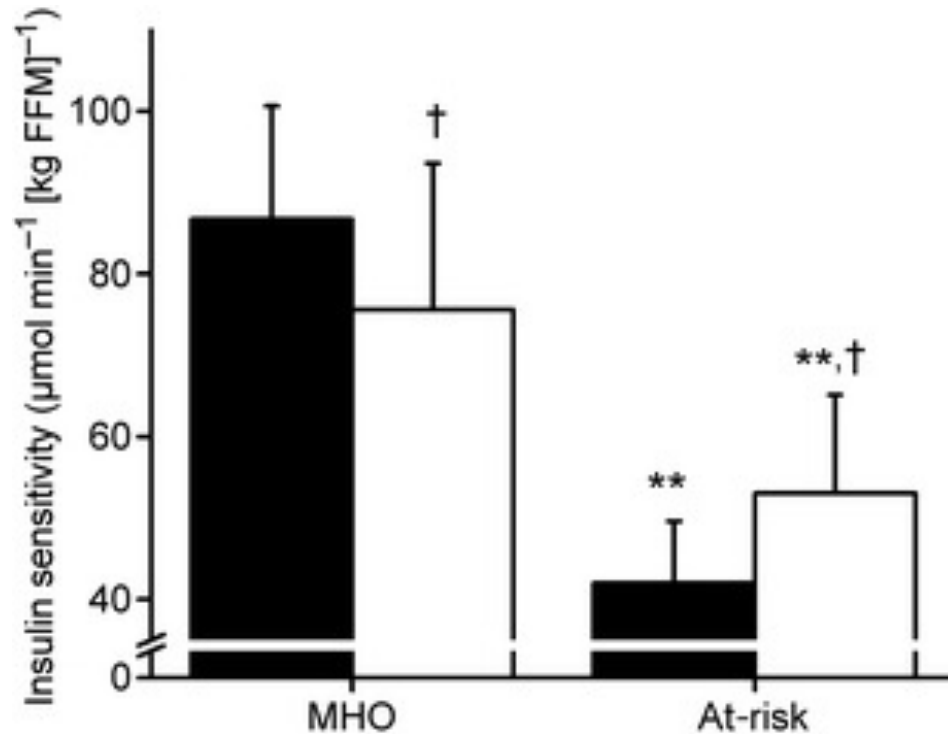
- Rôle dans la survie de l'espèce:
 - Réserves énergétiques
 - Contrôle de la fonction de reproduction
- Apparenté au leucocyte: tissu producteur de signaux (= glande endocrine; adipokines, leptine)
- Obésité et lipoatrophie
 - conduisent toutes deux au diabète
 - et à diminution de la fonction de reproduction

15.35 +/- 2.3 mg/min.kg fat-free mass), and 22 at risk subjects with low insulin sensitivity (7.98 +/- 1.4 mg/min.kg fat-free mass) were identified.



•Karelis AD, Faraj M, Bastard JP, St-Pierre DH, Brochu M, Prud'homme D, Rabasa-Lhoret R. The Metabolically Healthy but Obese Individual Presents a Favorable Inflammation Profile *J Clin Endocrinol Metab.* 2005 Jul;90(7):4145-50.

Metabolically healthy but **obese women**: effect of an energy-restricted diet



Karelis AD, Messier V, Brochu M, Rabasa-Lhoret R. Metabolically healthy but obese women: effect of an energy-restricted diet. *Diabetologia*. 2008 Sep;51(9):1752-4.

Dualité de la masse grasse:

abdominale ou **glutéo-fémorale** ?

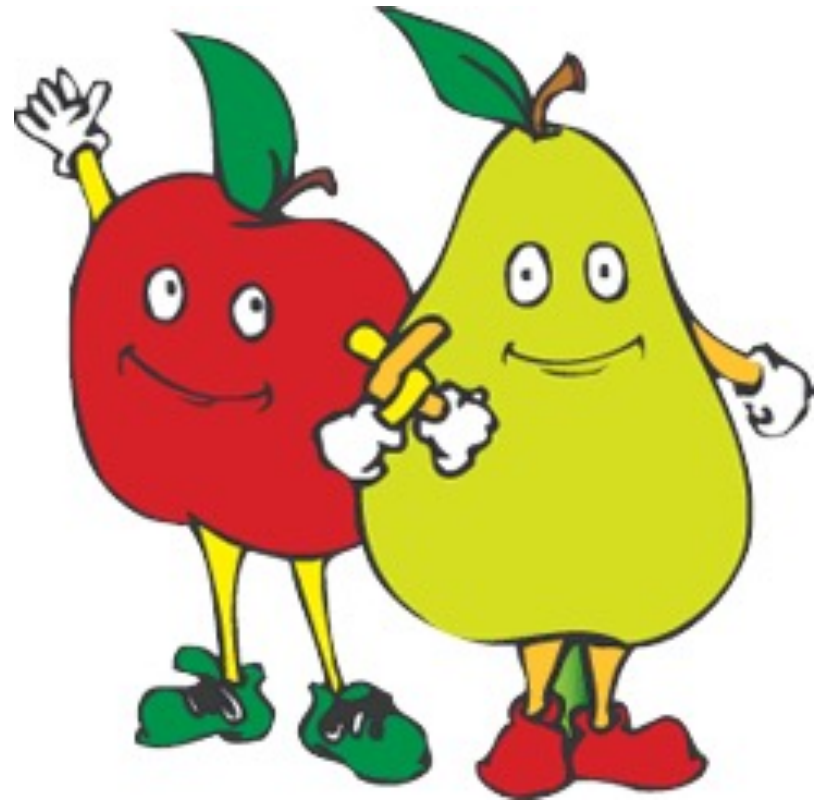


Measure waist
at narrowest point

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Waist}}{\text{Hips}}$$

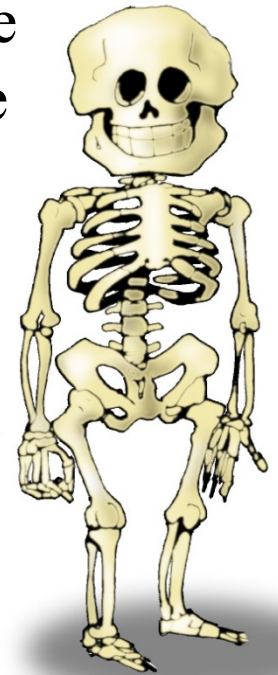
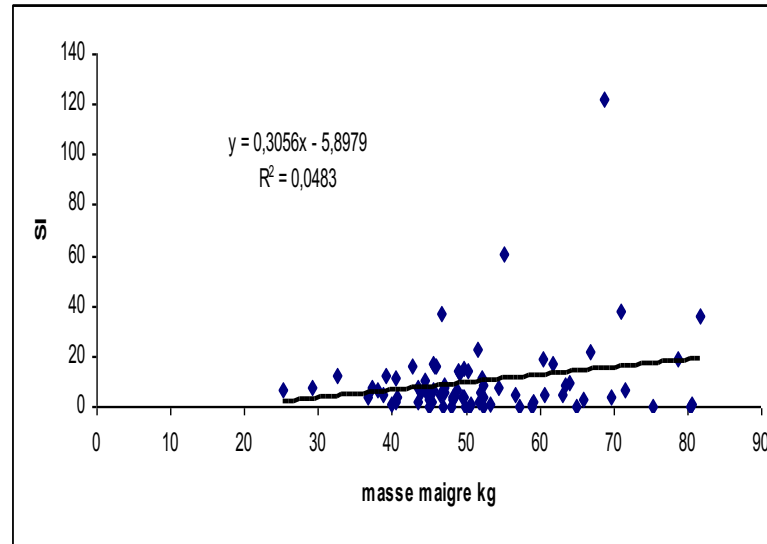
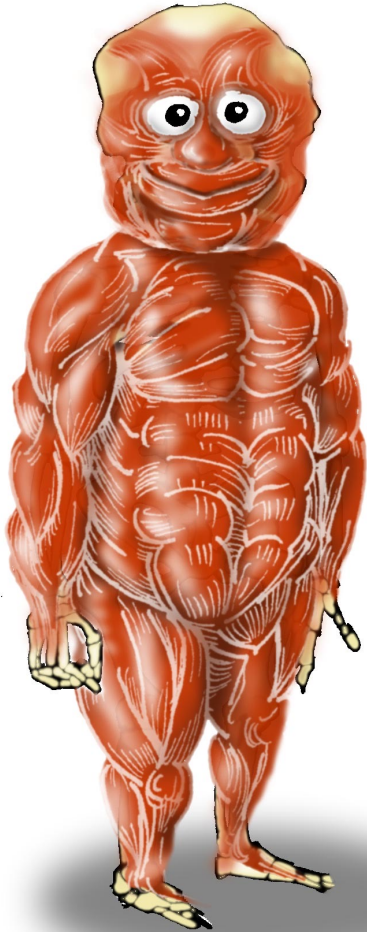
Measure hips at
widest point

ADAM.



Masse maigre:

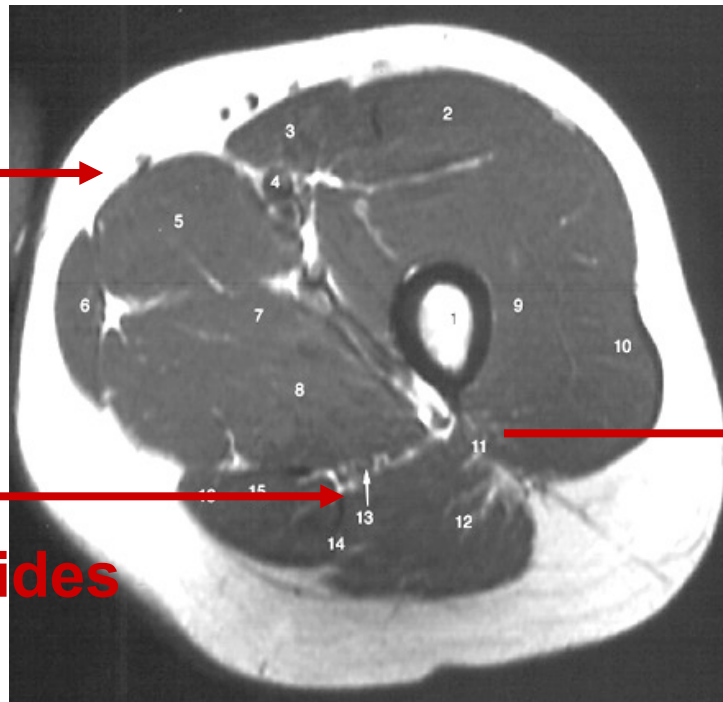
La **masse maigre** correspond à la somme de l'eau, des os, des organes, en excluant la partie grasse. La masse maigre est essentiellement constituée d'eau. Le rapport entre l'eau et la masse maigre définit l'hydratation de la masse maigre.



La masse maigre est indispensable à la vie, il faut la préserver

Energie →

Défenses →
stress, corticoïdes



Pronostic
BPCO

fonte musculaire;
activité physique...

sarcopénie

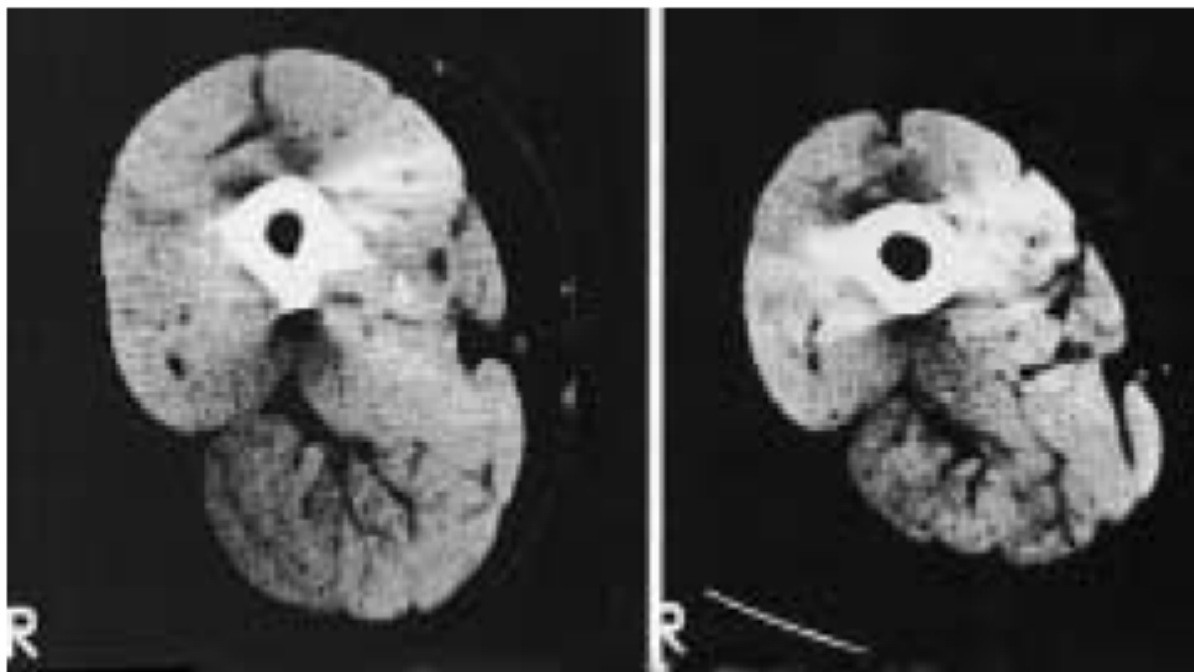
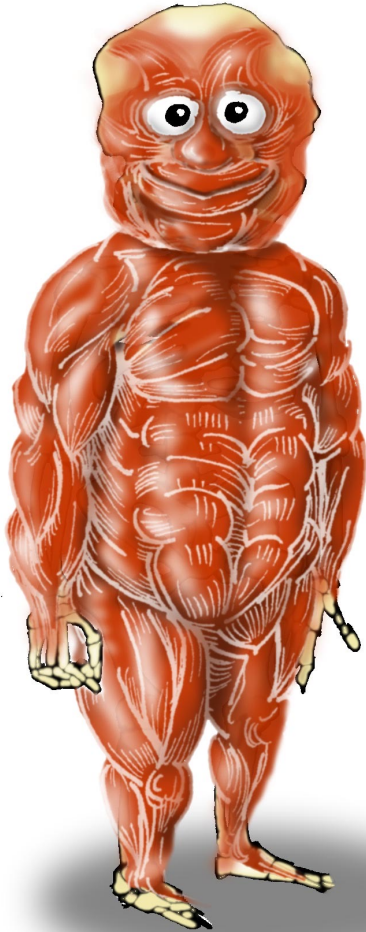


FIG. 1. — Tomographie assistée par ordinateur d'un sujet sain (à gauche) et d'un sujet atteint de BPCO (à droite) appartenant au même groupe d'âge. La surface transversale du muscle de la cuisse est considérablement réduite chez le sujet atteint de BPCO par rapport au sujet sain. Tiré de Bernard *et al.* *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158: 629-4.

Masse maigre en pratique:



Détermine le métabolisme de base

$$MB \text{ (kCal/24h)} = MM \text{ (kg)} \times 31$$

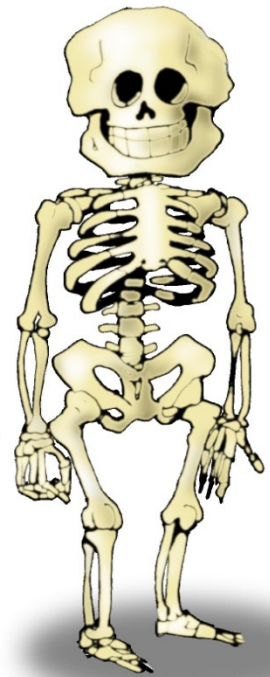
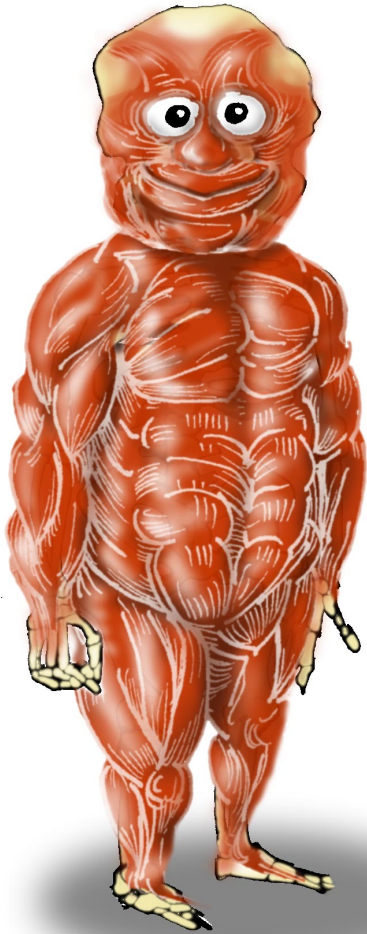
→ prescription de régimes

Détermine le poids idéal:

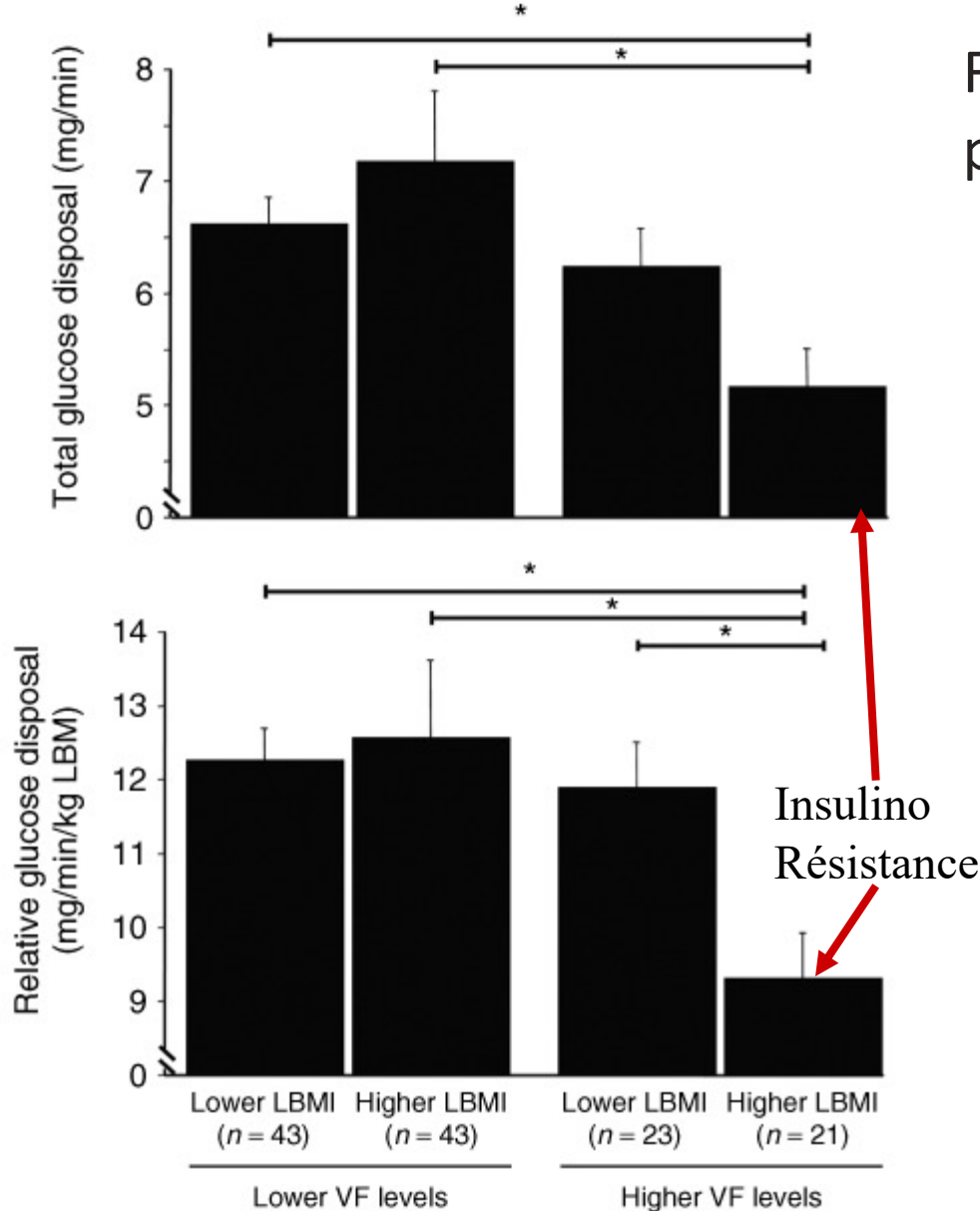
homme $MM + 20\%G$

femme $MM + 30\%G$

Masse maigre: la bonne et la mauvaise?



Femmes post ménopausées présentant **obésité abdominale**



Faible obésité viscérale; réponse à SI corrélée à MM
Forte obésité viscérale; faible MM
=> réponse à l'insuline ; si augmentation MM => dégradation métabolique

This study revealed, for the first time, that LBMI is an independent correlate of glucose homeostasis and CRP levels when Visc. Fat levels are taken into account.

Brochu M, Mathieu ME, Karelis AD, Doucet E, Lavoie ME, Garrel D, Rabasa-Lhoret R. Contribution of the lean body mass to insulin resistance in postmenopausal women with visceral obesity: a Monet study. *Obesity (Silver Spring)*. 2008 May;16(5):1085-93.

2. Techniques de mesure

1-Hydrodensitométrie

Le muscle est plus dense (1,1 g/mL) que la masse grasse (0,9) et la proportion de chaque compartiment peut être calculée à partir de la densité (D) du corps entier

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



Pas chez les enfants, les malades, les personnes âgées,
les personnes à mobilité réduite ou à coopération réduite...

2- Mesure des plis cutanés

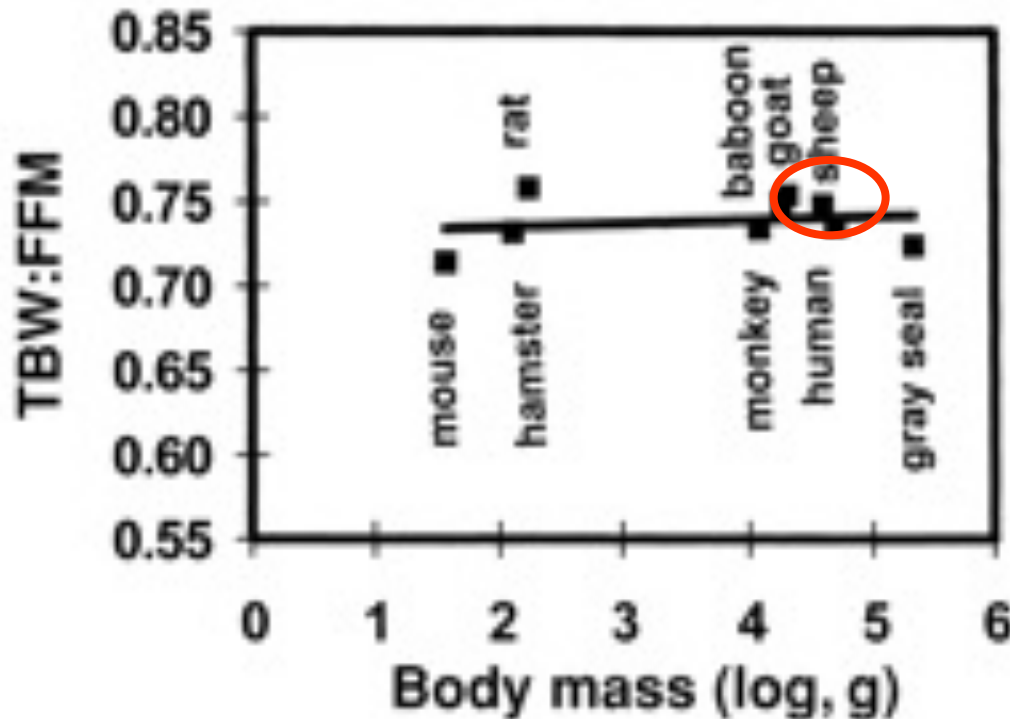
- L'épaisseur de quatre plis cutanés : bicipital, tricipital, sous-scapulaire, supra-iliaque, est déterminée.
- La somme des quatre plis cutanés est introduite dans des équations prédictives, en fonction de l'âge et du sexe, afin d'estimer la densité corporelle (TABLE).
- L'hypothèse de la méthode est que l'épaisseur de la graisse sous-cutanée reflète la masse grasse totale de l'organisme. La détermination des plis doit être effectuée avec une pince spécialement calibrée (adiposomètre) permettant de mesurer l'épaisseur du pli sans écraser le tissu adipeux sous-cutané.
- La mesure doit être réalisée par un opérateur entraîné (coefficient de variation personnel inférieur à 5%).

= moyen peu coûteux
d'évaluation. Suivi
longitudinal par des mesures
répétées compense manque
de précision



3- Mesure de l'eau totale

Dans le **modèle à deux compartiments**, la masse grasse est dépourvue d'eau et la masse maigre en contient une proportion fixe (73 %). À partir de l'estimation de **l'eau corporelle totale**, il est donc facile de calculer la masse maigre :



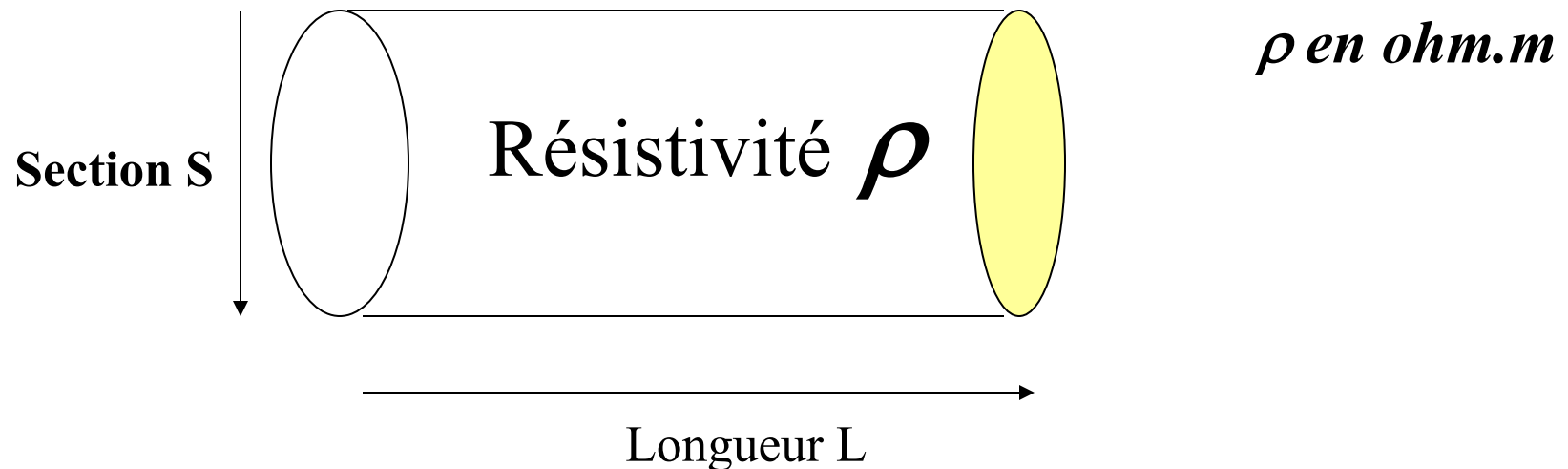
$$\text{MM} = \text{EAU TOTALE} / 0,73$$

Dans le **modèle à trois compartiments**, l'eau corporelle totale et l'eau extracellulaire peuvent être considérées comme des compartiments. Les **volumes d'eau** (corporelle totale, extracellulaire, et intracellulaire) peuvent être déterminés :

- **par dilution de traceur** : dose connue de traceur buée, prélèvements de plasma, d'urine, ou de salive. Concentration en traceur reflète volume de dilution de la dose. Ces méthodes ne sont pas utilisées en routine car elles nécessitent un équipement lourd.
- **par impédancemétrie bioélectrique** : impédancemétrie bioélectrique (bioelectrical impedance analysis, BIA) basée sur la capacité des tissus hydratés à conduire le courant électrique.

Le gras est isolant

Le maigre est conducteur



$$\text{Résistance} = \rho .L/S$$

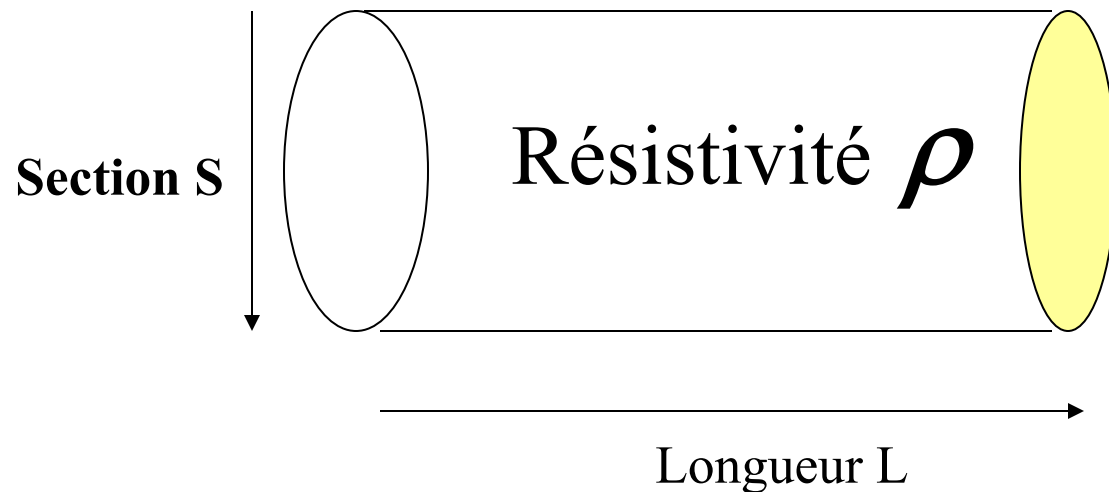
$$\text{Résistance} = \rho . L/S$$

$$\frac{\text{Résistance}}{L} = \rho . \frac{L}{L.S}$$

$$\frac{\text{Résistance}}{\rho . L^2} = \frac{1}{\text{volume}}$$

$$\text{volume} \propto \frac{L^2}{\text{Résistance}}$$

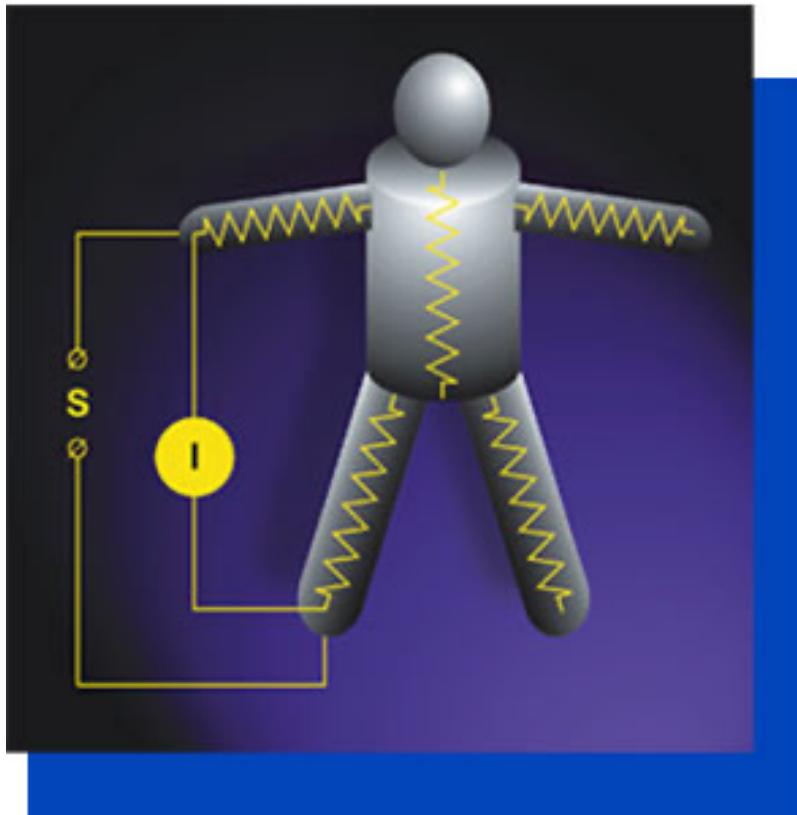
Si nous étions des lombrics notre
masse maigre serait égale à $\rho \frac{L^2}{R}$



D' où un terme H^2/R dans les formules...



Nous ne sommes que de bien infidèles copies du lombric



- $MM = H^2/R$
- $MM = H^2/R + \text{facteurs correctifs empiriques (âge, sexe, corpulence, etc...)}$

- females: Fat-Free Mass (kg) = $0.475 \times \mathbf{H^2/R} + 0.295 \times \text{poids (kg)} + 5.49$
- males: Fat-Free Mass (kg) = $0.485 \times \mathbf{H^2/R} + 0.338 \times \text{poids (kg)} + 3.52$



- En fait on utilise un courant alternatif (*800 μ Amp avec une fréquence de 50 kHz*)
- Il faut donc parler d'impédance plutôt que de résistance

Detecting electrode edge is placed on an imaginary line bisecting the ulnar head (bone on little finger side of wrist)

Red clip

Red leads

Right hand

Black clip

Signal electrode is placed on the first joint of the middle finger

Detecting electrode edge is placed on an imaginary line bisecting the medial malleolus (bone on big toe side of ankle)

Red clip

Black leads

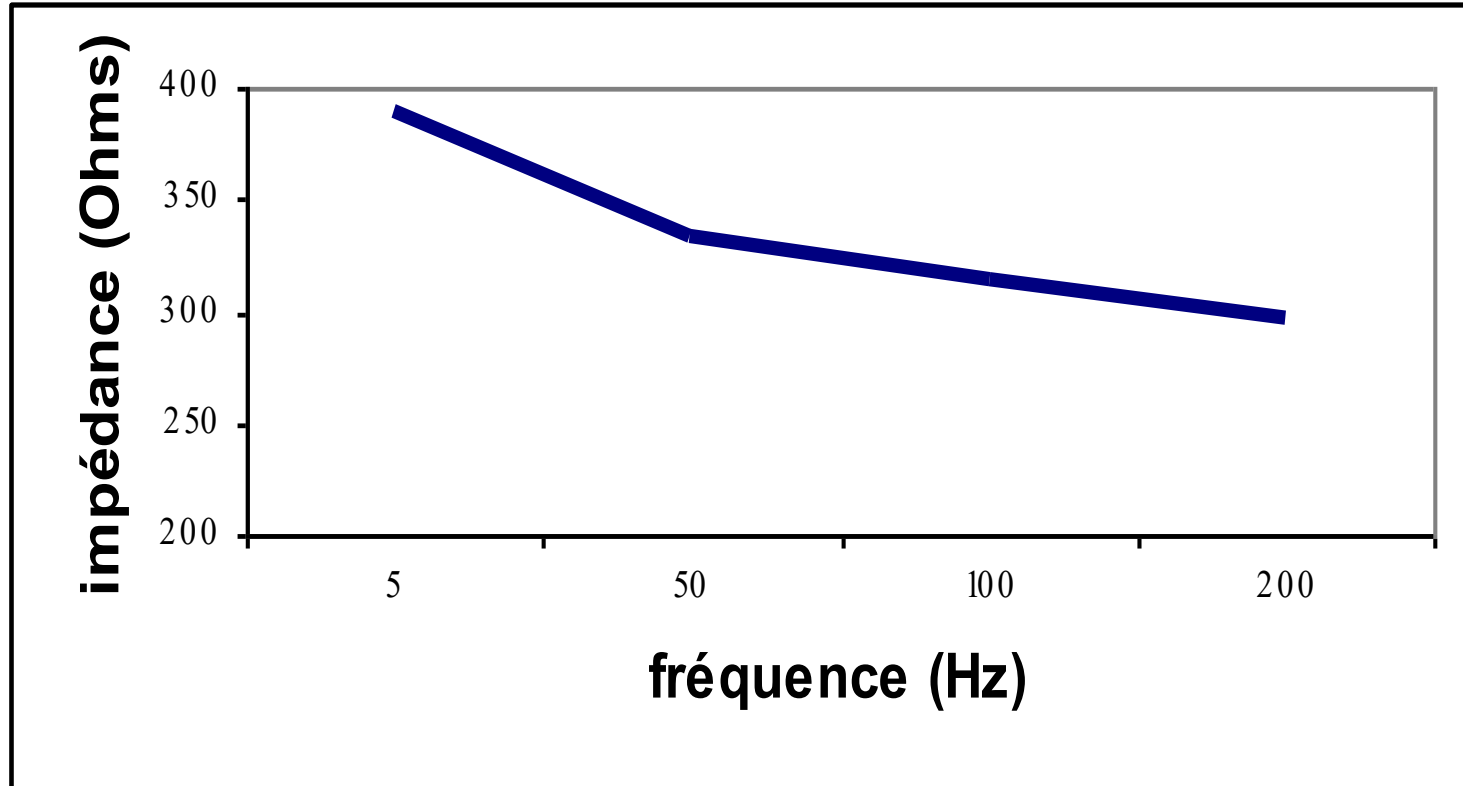
Right foot

Black clip

Signal electrode is placed on the base of the second toe

RJL

Impédance = « résistance » à un courant alternatif



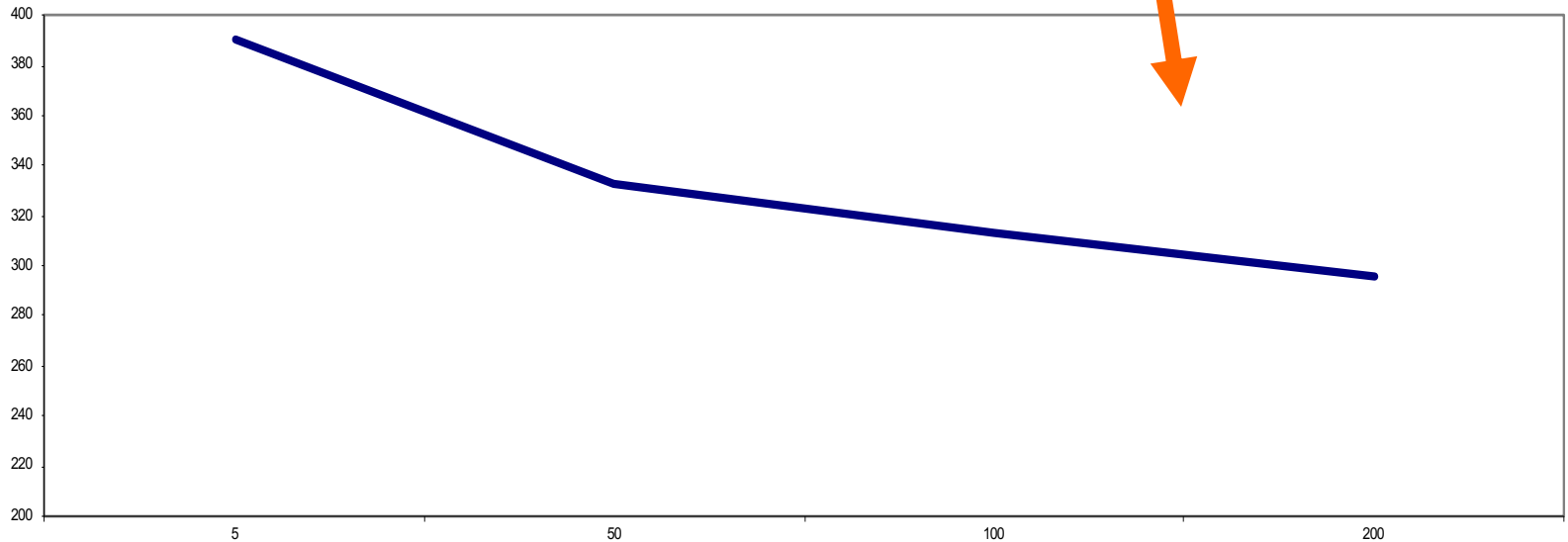
Varie en fonction de la fréquence

basse fréquence:
compartiment eau
extracellulaire

Haute fréquence:
compartiment eau totale

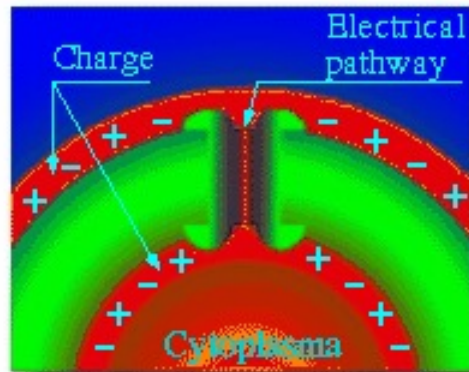
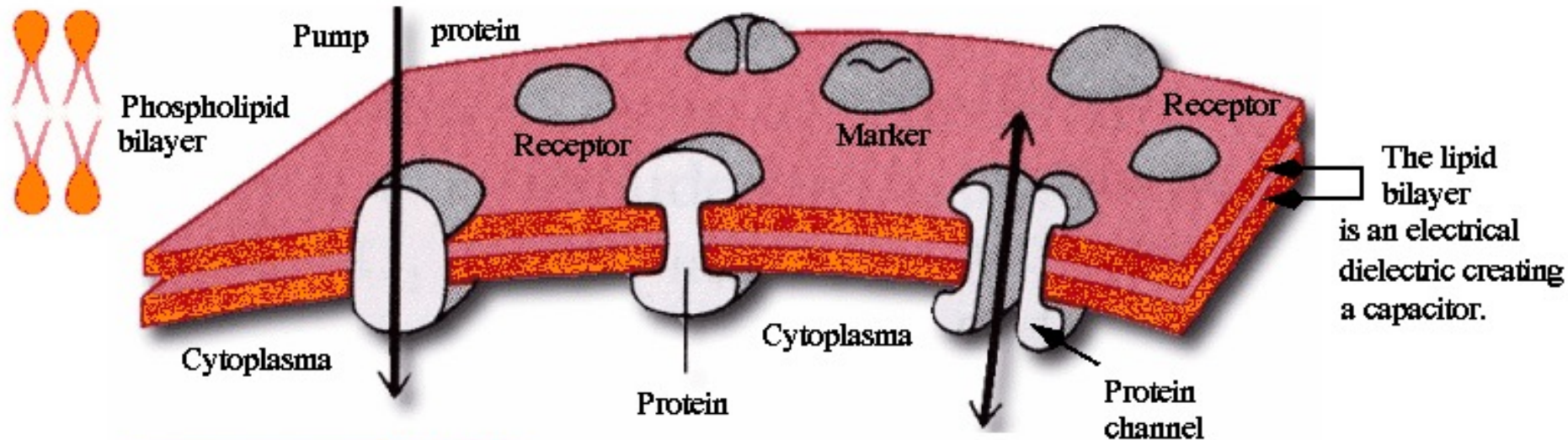


impédance (Ohms)



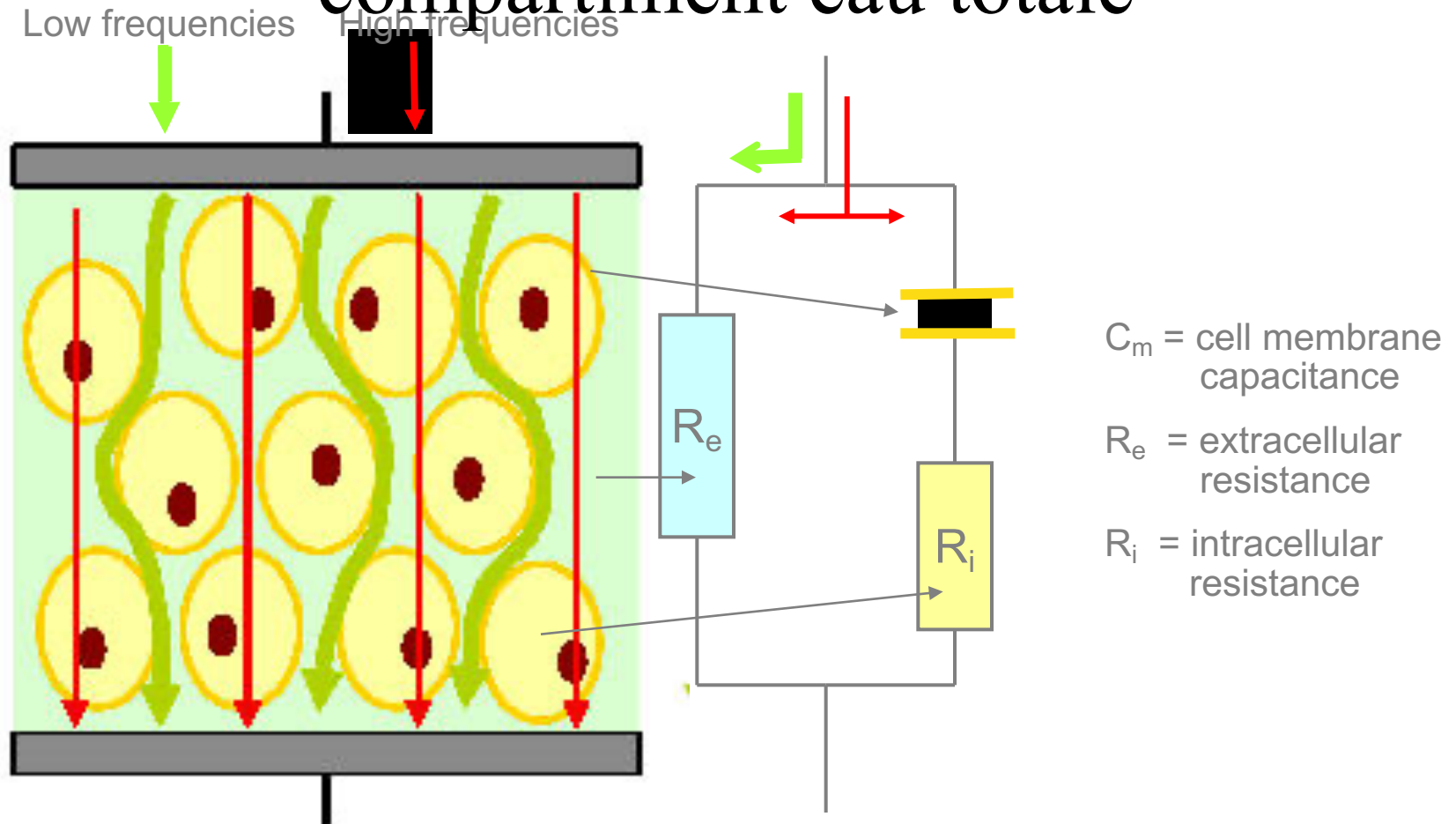
fréquence (kHz)

Réactance: les cellules électriquement chargées se comportent comme des condensateurs



The electrical signal from a bioelectrical impedance analyzer (BIA) is leaked through the protein channel charging the inside of the cells lipid bilayer. The same charge with opposite polarity exists on the outside of the cells bilayer. This forms a capacitor that gives BIA instruments reactance values. When the cell dies reactance is reduced to zero.

Haute fréquence (>50 kHz):
compartiment eau totale



Basse fréquence (<5kHz):
compartiment eau extracellulaire

-La mesure purement physique
d'impédance est très précise
- problème de sa validité
= tout dépend de la formule utilisée

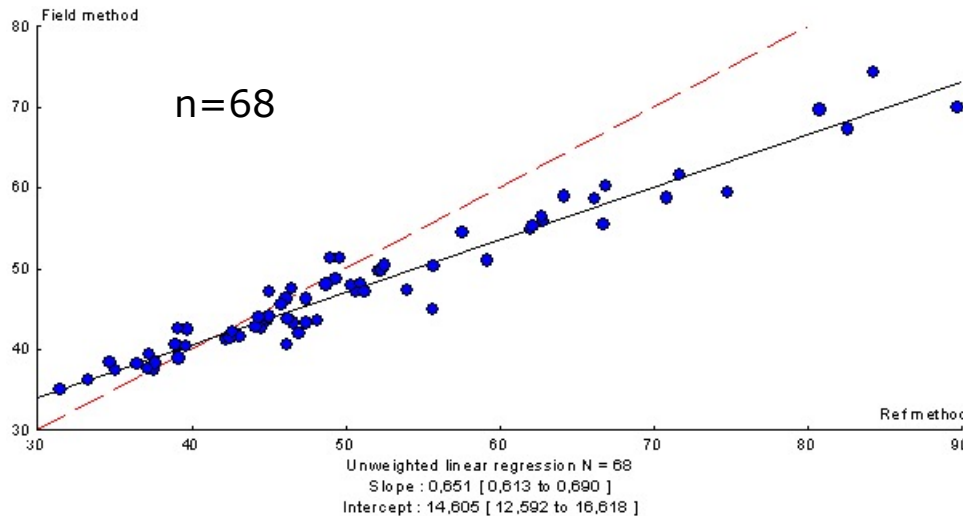
2 formules élaborées sur vastes populations de sujets ont
été présentées comme supérieures aux précédentes
large population américaine (cohorte NHANES III: Sun et
al 2003)

Ou européenne (étude genevoise: Kyle et al 2001)

Sun NHANES (*Population américaine*)

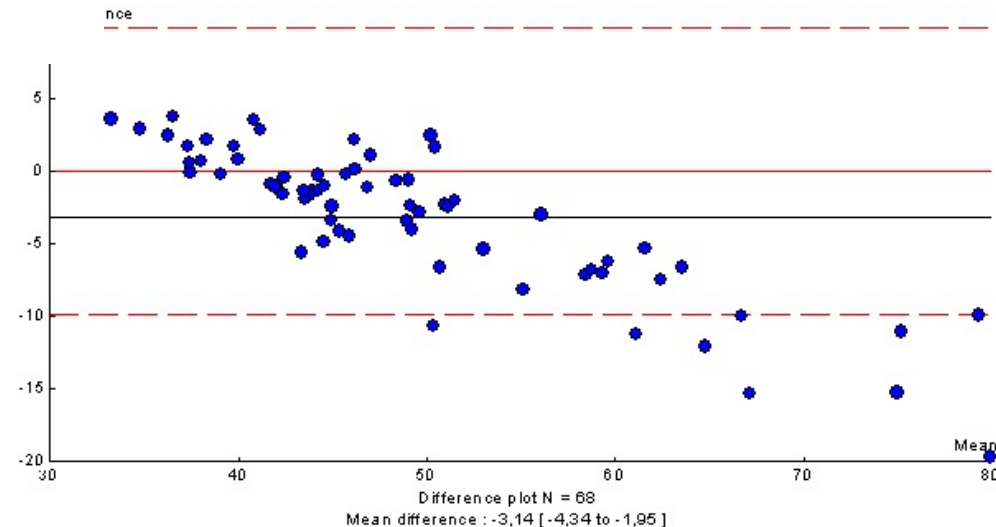
Hommes : $MM = -10,678 + 0,652 T^2/R_{50} + 0,262 P + 0,015 R_{50}$

Femmes : $MM = -9,529 + 0,696 T^2/R_{50} + 0,168 P + 0,016 R_{50}$



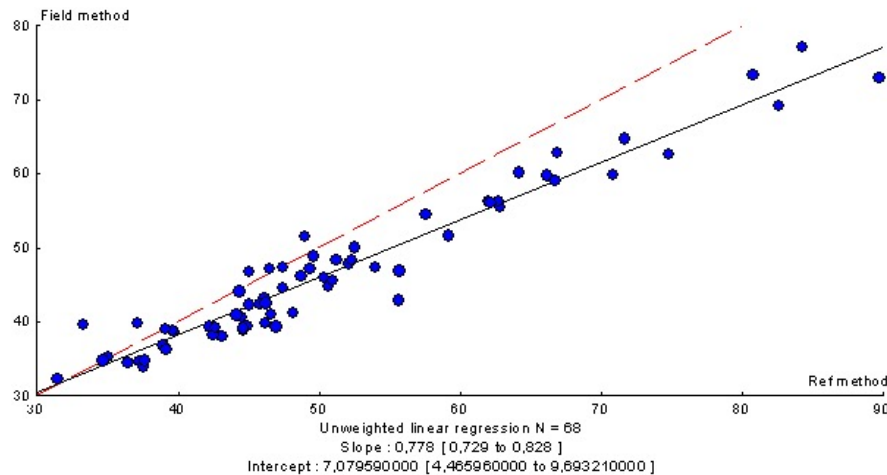
(écart moyen -3,14;
extrêmes: -4,34 à -1,95).

Diagramme de Bland et Altman montrant concordance entre les valeurs prédites et mesurées

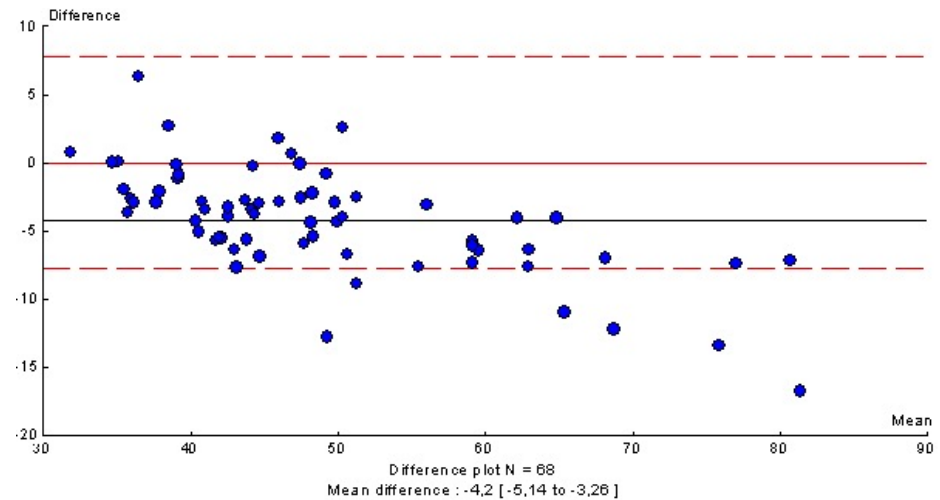


Kyle (*Population européenne*)

$$MM = -4,104 + 0,518 T^2 / R_{50} + 0,231 P + 0,130 Xc + 4,229 \text{ sexe}$$



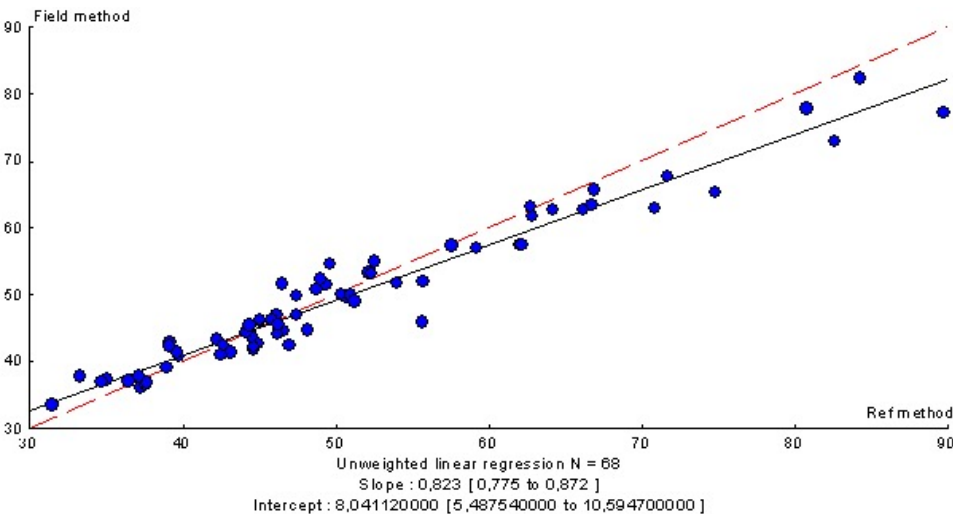
(écart moyen **-4,2** ;
extrêmes: -5,14 à -3,26).



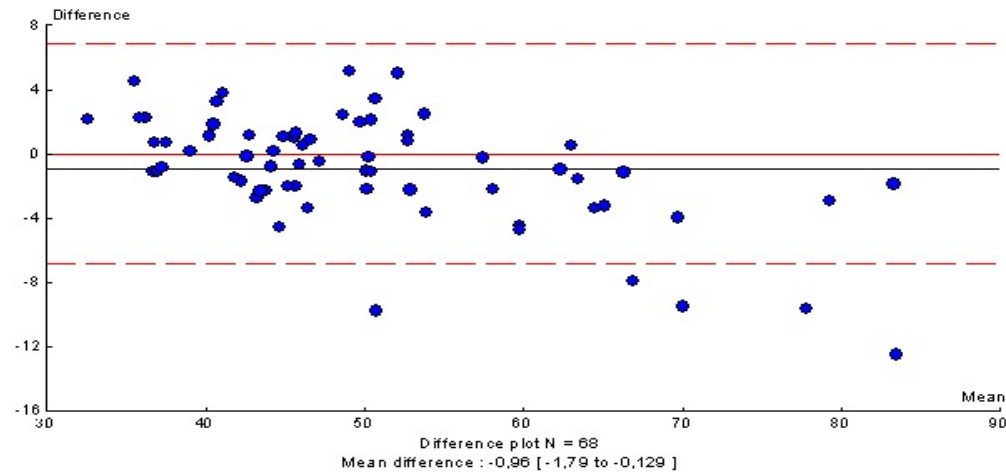
U.G. Kyle, et al. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20–94 years.
Nutrition 17 (2001), 248–53.

Houtkooper (*Echantillon entier*)

$$MM = 0,61T^2/R_{50} + 0,25Poids + 1,31$$



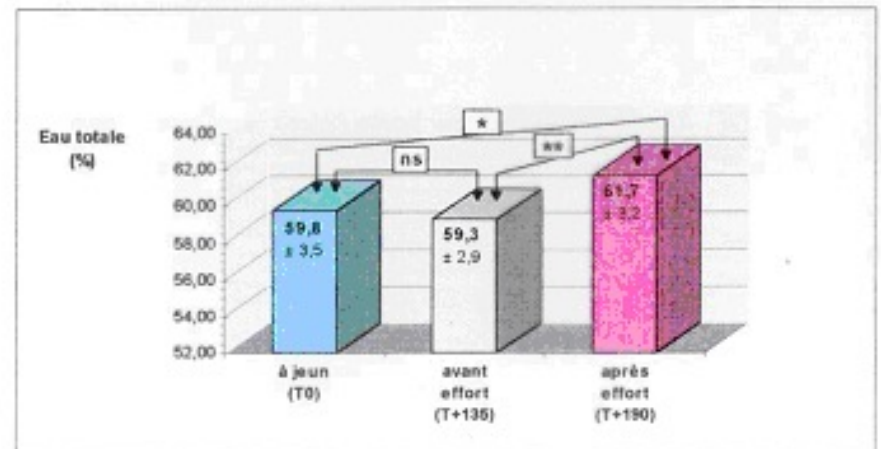
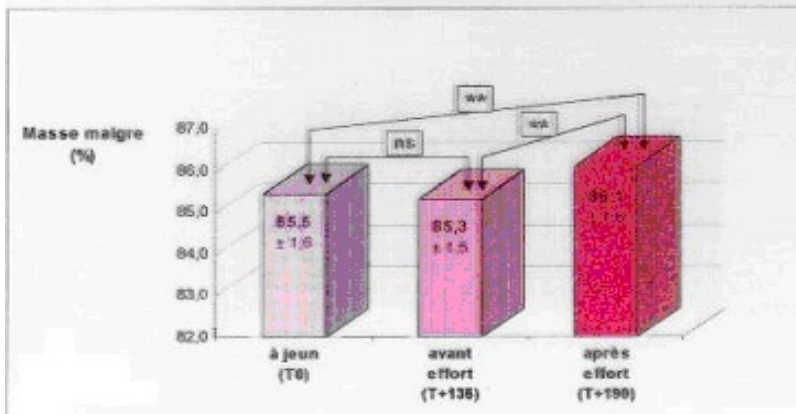
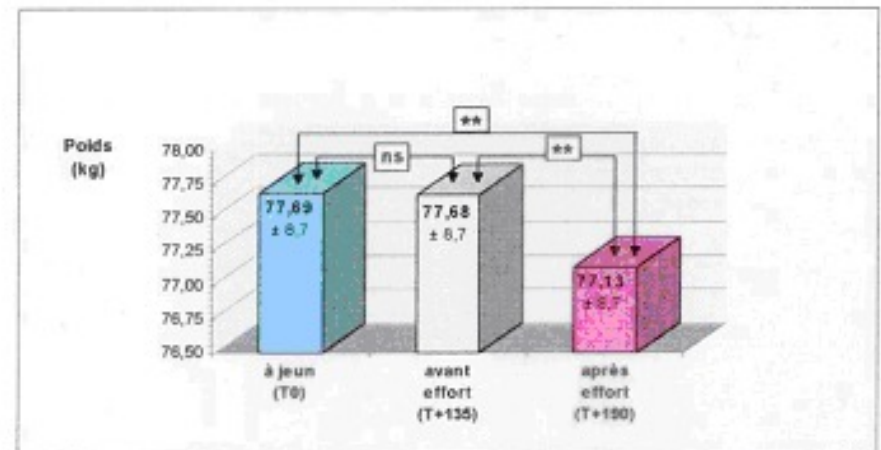
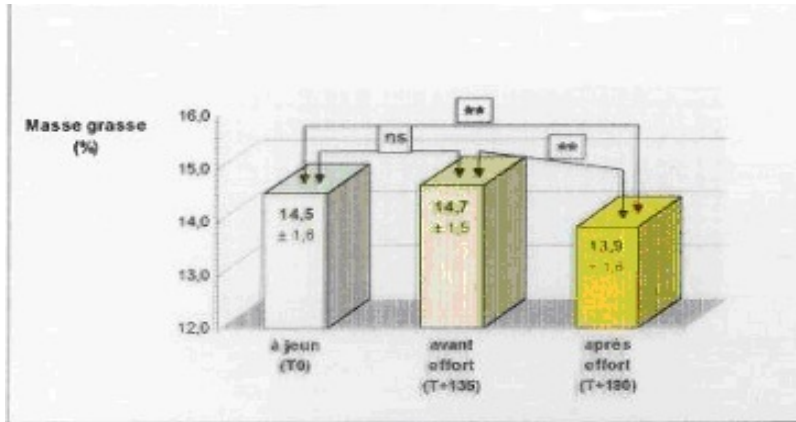
(écart moyen -0,96 ;
extrêmes: -1,79 à -
0,129)



Houtkooper LB, Lohman TG, Going SB, Howell WH. Why bioelec-
trical impedance analysis should be used for estimating adiposity.
Am J Clin Nutr 1996;64:436S-48S.

La comparaison ne sélectionne pas les formules récentes comme les plus performantes. Elle retient pour l'ensemble de la population la formule de Houtkooper (écart moyen -0,96 ; extrêmes: -1,79 à -0,129).

Influence du petit déjeuner et de l'activité physique



Le petit déjeuner ne modifie pas les résultats

L' exercice fait perdre du poids (déshydratation) mais augmente la conductivité → les équations laissent croire à une augmentation de la MM et d' eau totale!

Quelle formule de calcul de la masse maigre préférer en bio-impédancemétrie chez le patient en état de maigreur?

Jean-Frédéric Brun, Cindy Mardemootoo, Christine Fédou, Emmanuelle Varlet-Marie, Jacques Mercier

CHU Montpellier, Service Central de Physiologie Clinique, Unité d'Exploration Métabolique (CERAM M), Hôpital Lapeyronie, 34295 Montpellier cedex 5 et Inserm, équipe ERI 25 "Muscle et pathologies", Montpellier, F-34000 France.

Introduction

Les équations évaluant la masse maigre à partir des mesures de bio-impédancemétrie (BIA) ont été mises point dans des populations comprenant peu ou pas de sujets maigres. Nous avons précédemment observé dans la zone d'IMC 20-40 kg/m² que 3 formules parmi 19 de la littérature prédisaient plus fidèlement les résultats de l'absorptiométrie biphotonique (DEXA): celles de Kyle, de Sun et de Houtkooper. Nous avons voulu refaire cette comparaison sur des sujets en état de maigreur.

Sujets et méthodes

11 patients d'IMC < 18.5 kg/m² (3 hommes et 8 femmes, âge 16 - 47 ans, IMC moyen 16.2 à 18.5 kg/m²) ont réalisé

- une absorptiométrie biphotonique (DEXA) (Hologic Inc. Waltham, MA, USA).
- une BIA multifréquences (1, 5, 10, 50 et 100 kHz),
- une BIA sur balance Tanita TBF300.

La formule de Kyle et al. [8]:

MM= - 4.104 + (0.518 * T²/R) + (0.231 * Poids) + (0.130 * Xc) + (4.229 * Sexe) (avec Sexe = 1 pour l'homme et 0 pour la femme)

La taille est exprimée en mètre, le poids en kilogramme, la résistance et la réactance en ohm.

Cette formule a été élaborée à partir des données anthropométriques d'adultes en bonne santé dont l'âge se situe entre 22 et 94 ans et dont l'IMC est compris entre 17 et 33.8 kg/m² et a été validée par comparaison à la DEXA. [6]

Formule de Sun et al. [9]:

Pour l'homme : MM= -10.68 + (0.65 * T²/R) + (0.26 * Poids) + (0.02 * R)

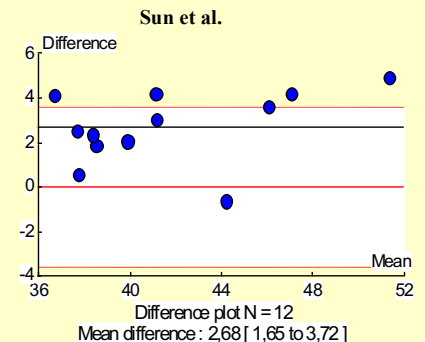
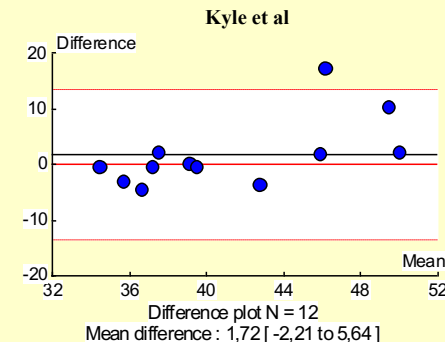
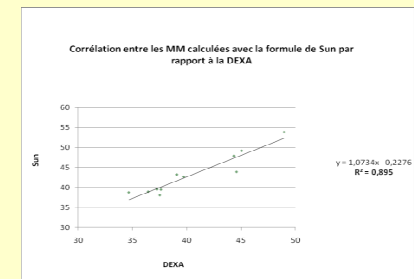
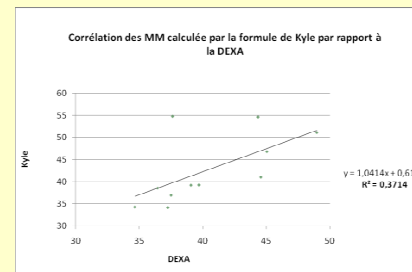
Pour la femme : MM= -9.53 + (0.69 * T²/R) + (0.17 * Poids) + (0.02 * R)

La taille est exprimée en mètre, le poids en kilogramme et la résistance en ohm.

Cette formule dépend du sexe, elle a été mise au point à partir d'un échantillon de personnes de différentes ethnies, en bonne santé et dont l'âge est compris entre 12 et 94 ans. Elle a été validée par rapport à un modèle faisant appel à différentes méthodes (densitométrie, dilution isotopique, DEXA). [8]

Formule de Houtkooper et al. [10]:

MM= 0.61 * T²/R + 0.25 * Poids + 1.31



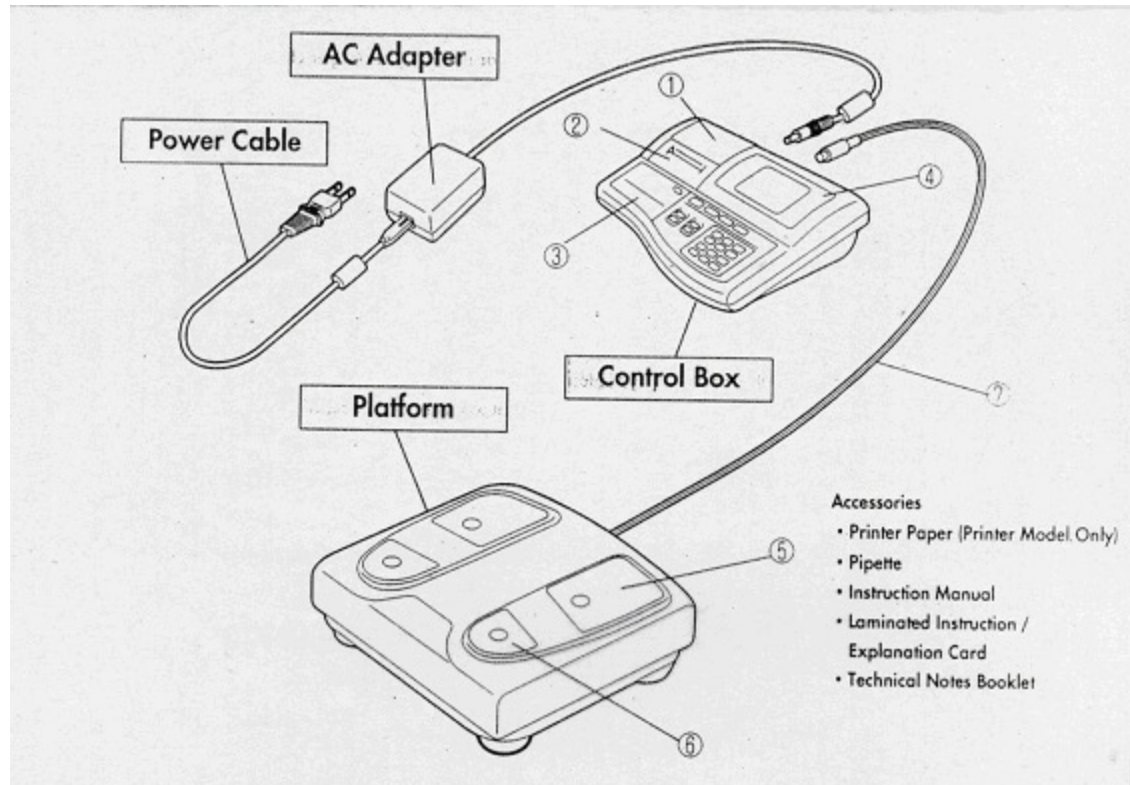
Résultats

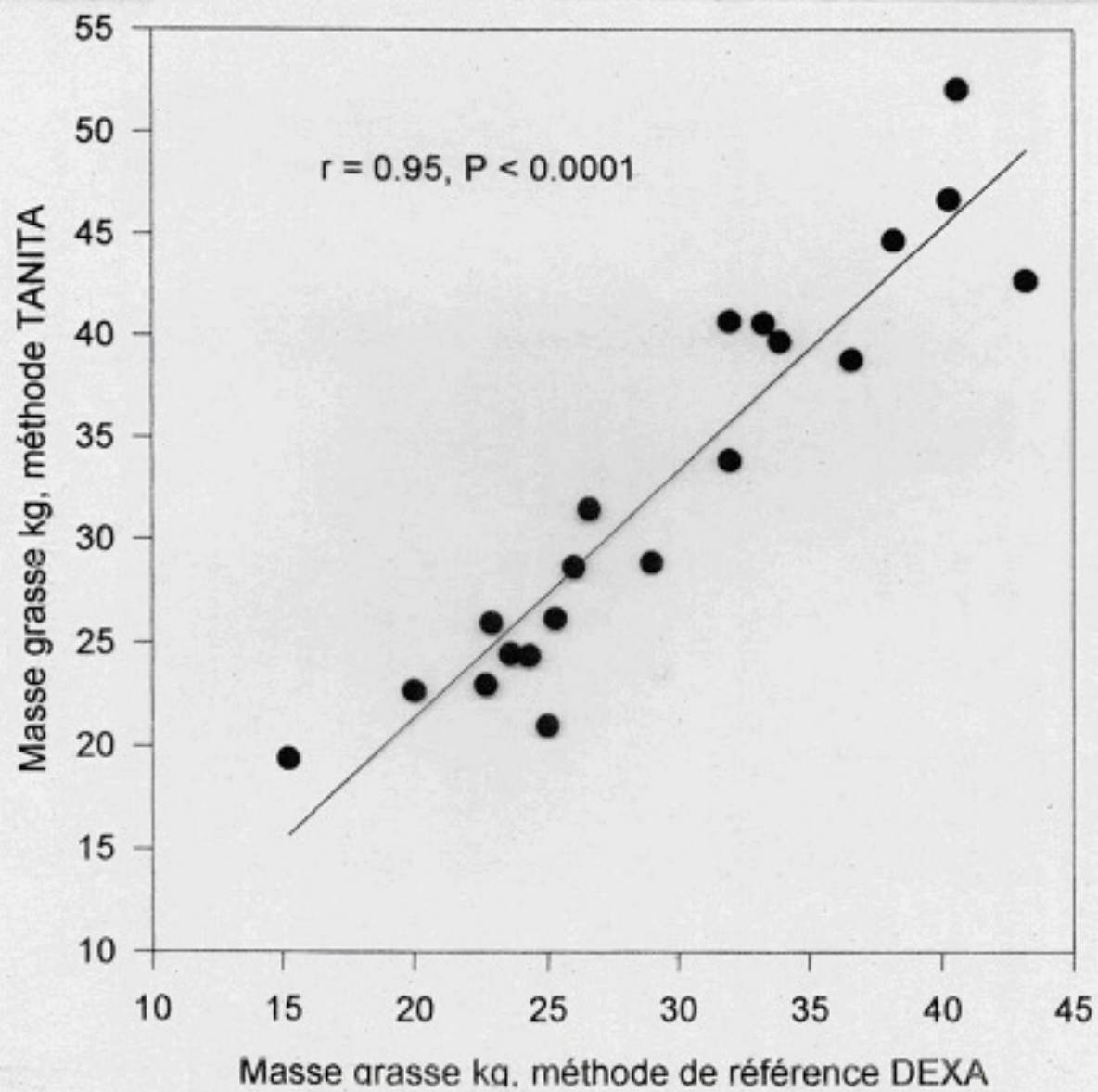
Par comparaison à la DEXA la BIA donnent les résultats suivants : Tanita r²=0.8987 Différence moyenne 4.23 kg intervalle [3,28 à 5.17]; Kyle r²=0.3714; différence 1.72 [-2.21 à 5.64]; Sunr²=0.8950; différence 2.68 [1.65 à 3.72]; Houtkooper r²=0.8722 différence 0.924 [-0.225 à 2.07]. On voit que la balance Tanita surestime la masse maigre de 4.23 ± 0.95kg en moyenne. Avec la BIA multifréquences les formules de Sun et

Message:

- L'impédancemétrie est une mesure physique rigoureuse
- Mais le calcul des compartiments corporels est indirect, dépendant de modèles empiriques qui ont leurs limites de validité.

Balance Tanita





4- L'absorptiométrie biphotonique

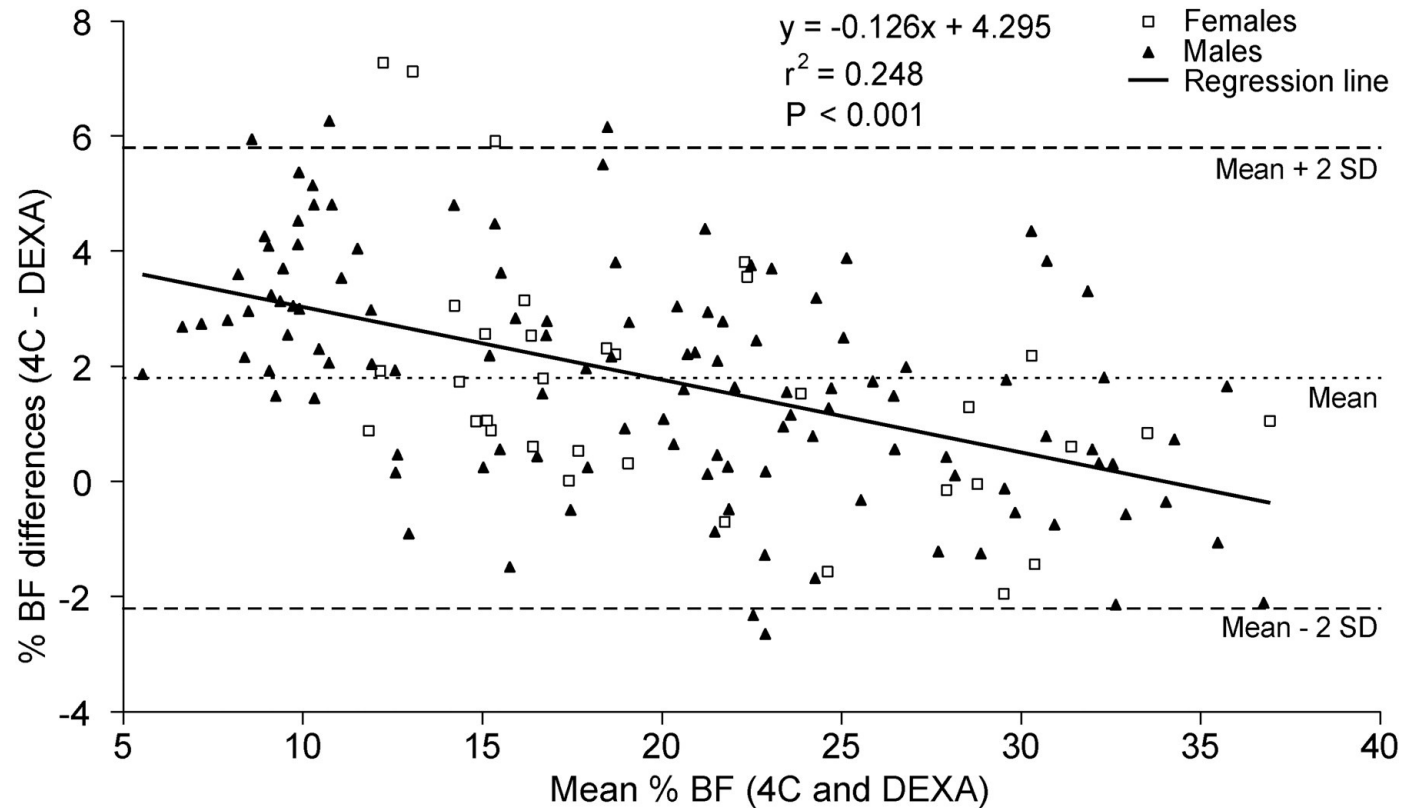
- Techniques décrites concernaient une mesure physique (densité, volumes, impédances...) utilisée pour estimation d'un compartiment.



- DEXA permet de séparer 3 compartiments (masse grasse, masse maigre et contenu minéral osseux) par un traitement informatique des mesures physiques. La précision est excellente.

- Absorptiométrie biphotonique à rayons X (Dual x-ray absorptiometry, DEXA) = **méthode de référence** pour composition corporelle. On balaye l'ensemble du corps avec un faisceau de rayons X à deux niveaux d'énergie. Le rapport des atténuations de ces deux rayonnements est fonction de la composition de la matière traversée. Irradiation similaire à celle d'une radiographie pulmonaire.
- Balayage du corps entier et traitement d'images permettent une approche régionale (bras, tronc, jambes) des trois compartiments mesurés.
- La limite réside dans le coût et la rareté des installations actuelles. Il faut souligner aussi que les appareils actuels ne sont pas adaptés aux sujets présentant une obésité massive, et aux patients qui ne peuvent se déplacer facilement (situation de réanimation...).

Fig. 2. Bland and Altman plot of %BF differences between the 2 body composition methods



Masse grasse sous estimée par DEXA dans les valeurs élevées
=> MM sur estimée

5- Tomodensitométrie



La graisse péri-viscérale intra-abdominale intervient dans complications métaboliques et cardio-vasculaires de l'obésité.

La mesure de la **circonférence à la taille** estime l'**adiposité abdominale**.

La tomodensitométrie permet de réaliser des **coupes anatomiques abdominales** et d'identifier dans un plan horizontal les tissus en fonction de leur densité qui atténue les rayons X.

Elle ne fournit pas une mesure de la masse grasse viscérale (en kg) mais un **calcul des surfaces des tissus adipeux profonds et superficiels**. On peut ainsi décrire un rapport d'adiposité viscérale sur adiposité sous-cutanée.

La méthode est rapide (quelques minutes si on se limite à une seule coupe) et la précision est bonne.

6- Mesures anthropométriques

L'indice de masse corporelle

$$\text{IMC} = \text{poids} / \text{taille}^2$$

valeurs normales du poids : entre 18,5 et 24,9 kg par m²

surpoids : entre 25 et 29,9 kg par m²

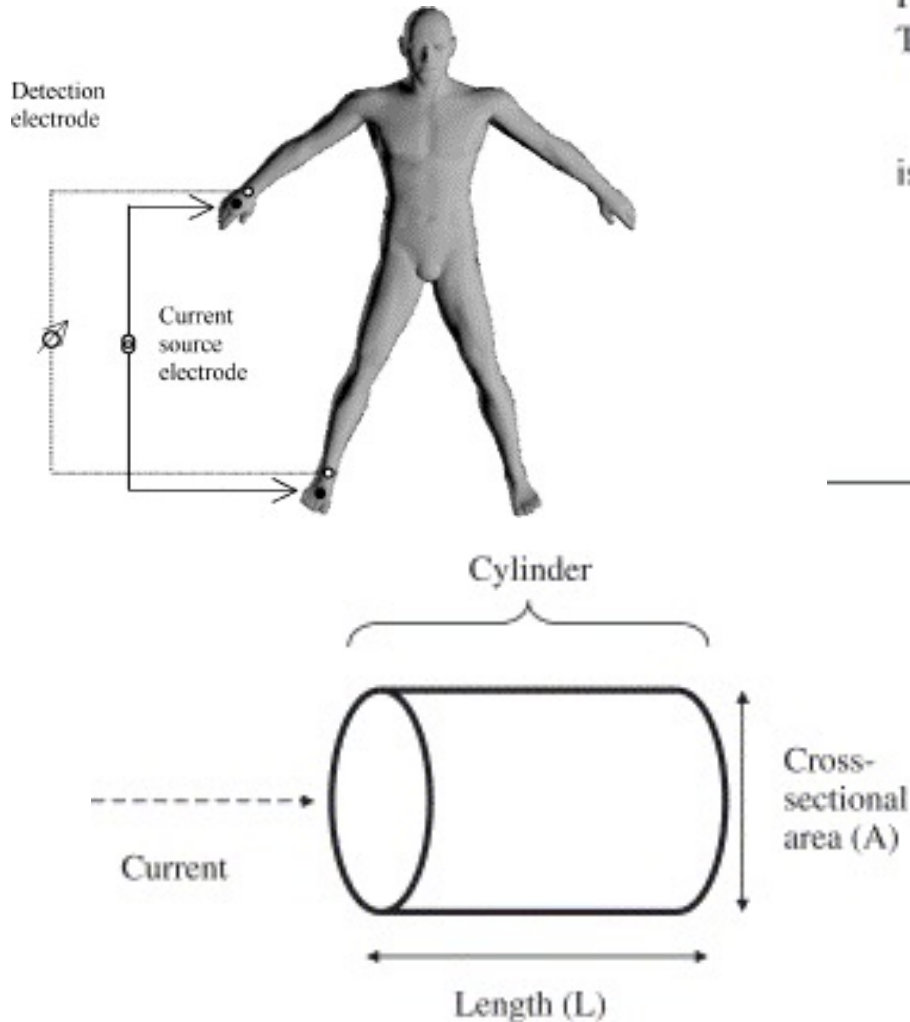
obésité : au-delà de 30 kg par m²

maigreur : en dessous de 18,5 kg par m²

L'impédancemétrie au XXI^e siècle

1. Approche segmentaire plus fine
2. Mesure de la masse musculaire
3. Exploration de l'hydratation

Whole body impedance analysis: a too simplistic model?



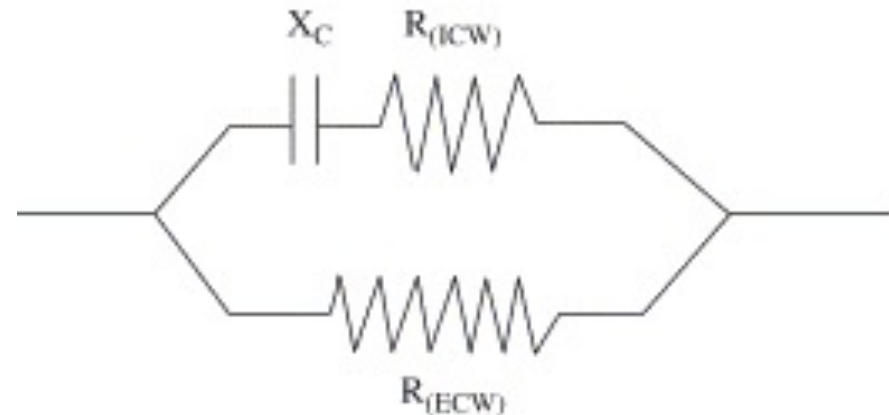
Fricke's circuit

Two parallel electrical conductors:

$R_{(ECW)}$: H_2O-Na

$R_{(ICW)}$: H_2O-K

isolated by a cell membrane (X_c)



Segmentale Messung:

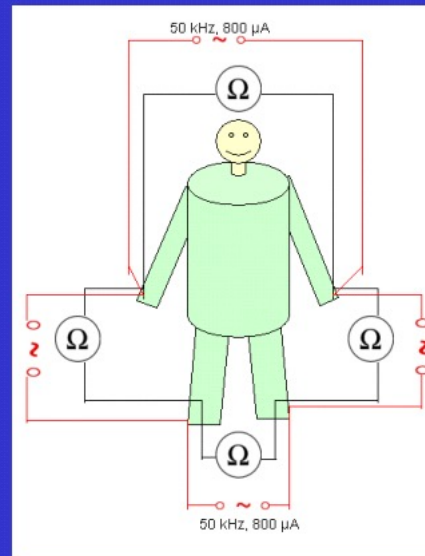
BIA Corpus RX 4000

8 Elektroden werden an Händen und Füßen platziert und folgende Strecken ausgewertet:

RARF = Rechte Körperhälfte
 LALF = Linke Körperhälfte
 RFLF = Unterkörper / Beine
 RALA = Oberkörper / Arme

Grund:

Rumpf = 10-20 % des Ganzkörper-
 Arme = 20-30 % widerstandes !
 Beine = 60-80 %



Rechter Arm:
 Fett: 14,2 %
 Fett: 0,4 kg
 FFM: 2,4 kg

Linker Arm:
 Fett: 10,8 %
 Fett: 0,3 kg
 FFM: 2,3 kg

Rumpf: Normal: 18% - 28%
 Fett: 20,5 %
 Fett: 5,7 kg
 FFM: 22,0 kg

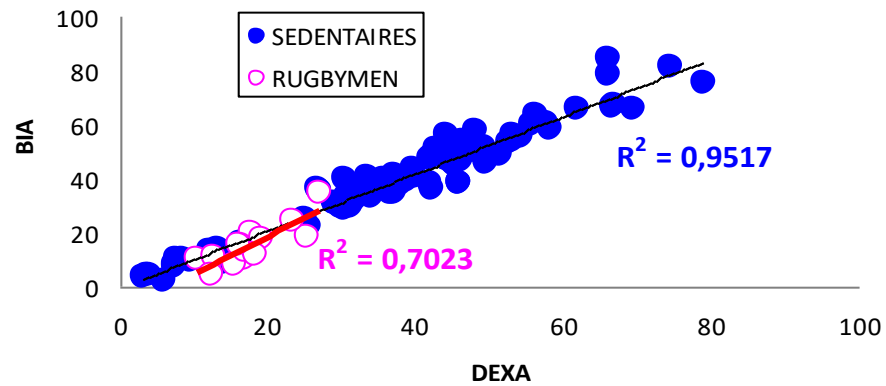
	RARF	RALA	RFLF	LALF
Rz	693	747	590	703
Xc	65	57	60	62
Pa	5,4	4,4	5,8	5,0

Rechtes Bein:
 Fett: 23,0 %
 Fett: 2,2 kg
 FFM: 7,3 kg

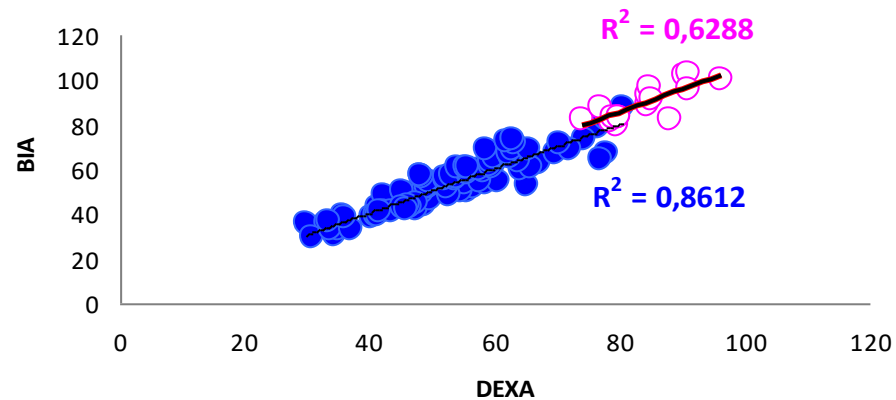
Linkes Bein:
 Fett: 22,9 %
 Fett: 2,1 kg
 FFM: 7,0 kg

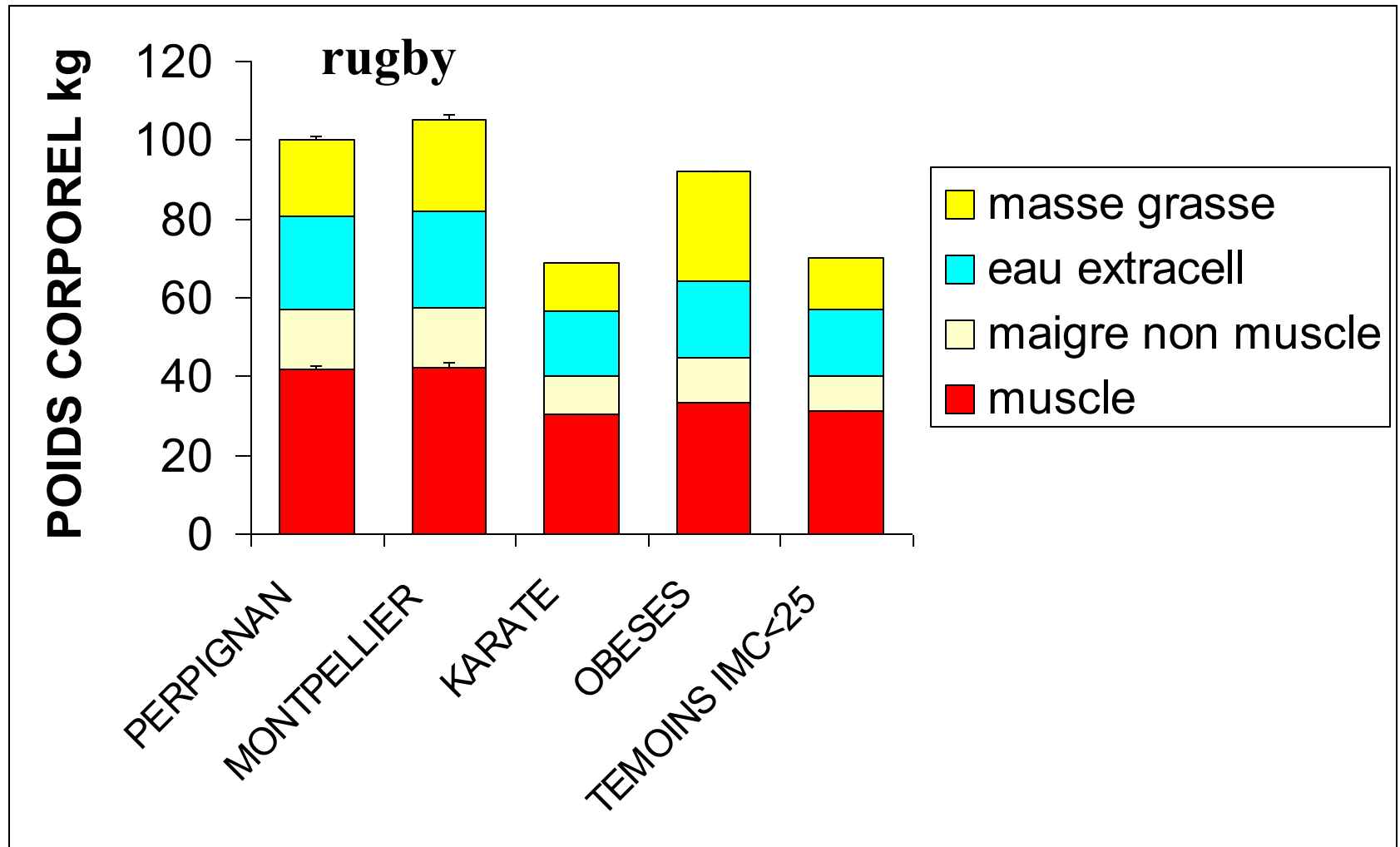


MG Corps entier

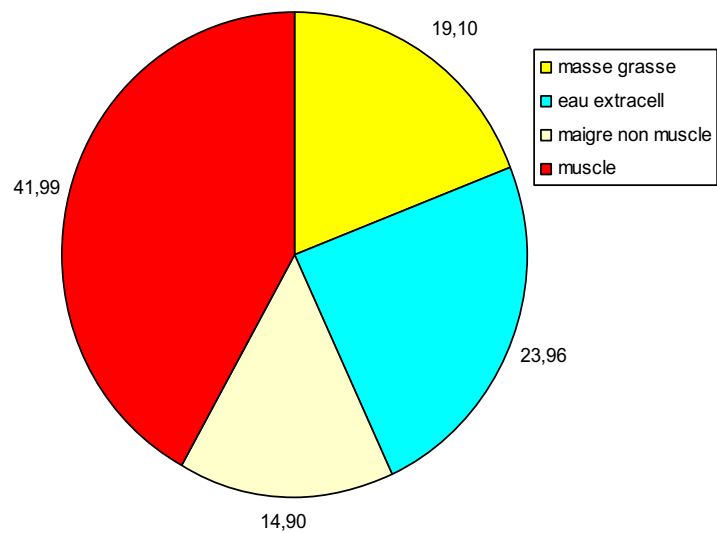


MM Corps entier

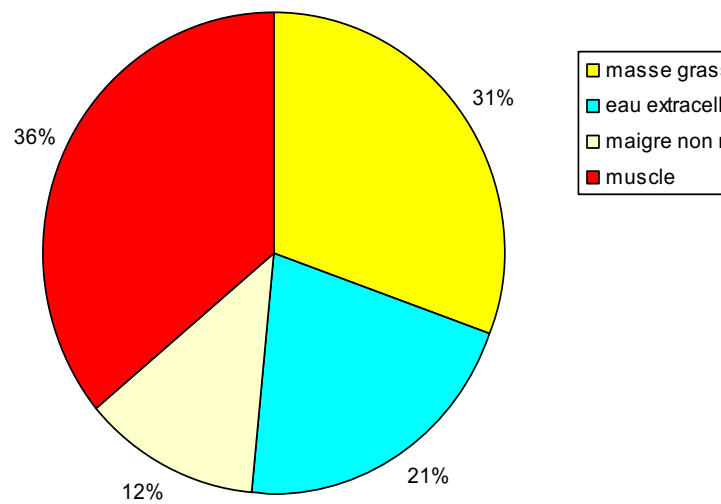




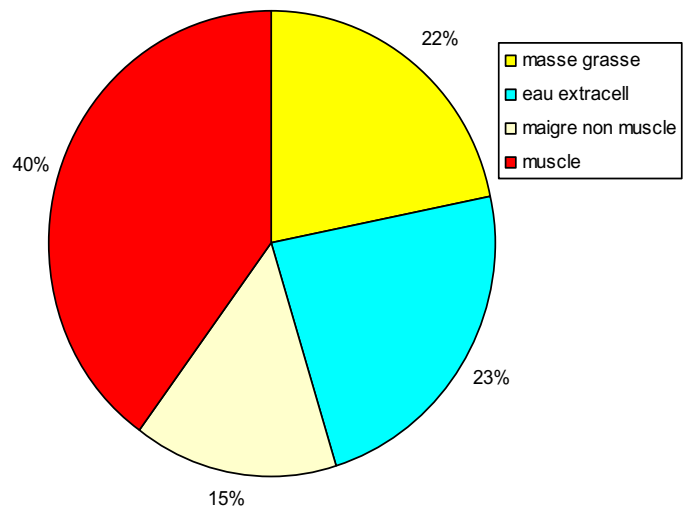
PERPIGNAN



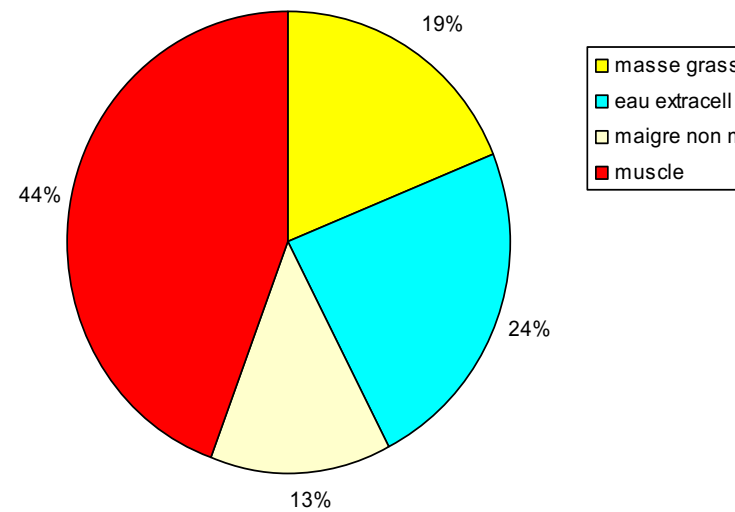
OBESES



MONTPELLIER



TEMOINS



L'impédancemétrie au XXI^e siècle

1. Approche segmentaire plus fine
2. Mesure de la masse musculaire
3. Exploration de l'hydratation

MASSE MUSCULAIRE

Équation de Forbes:

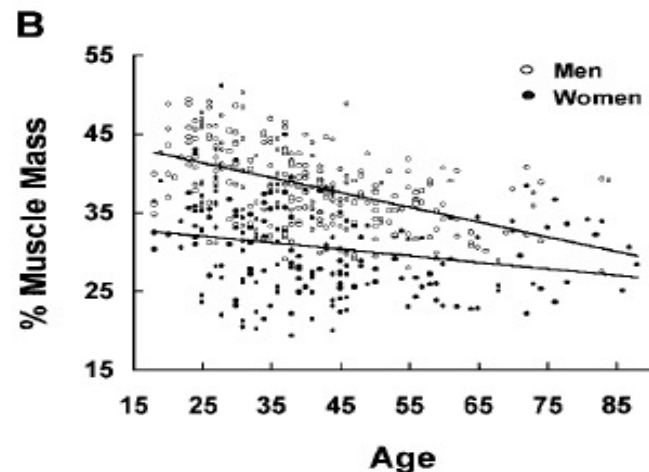
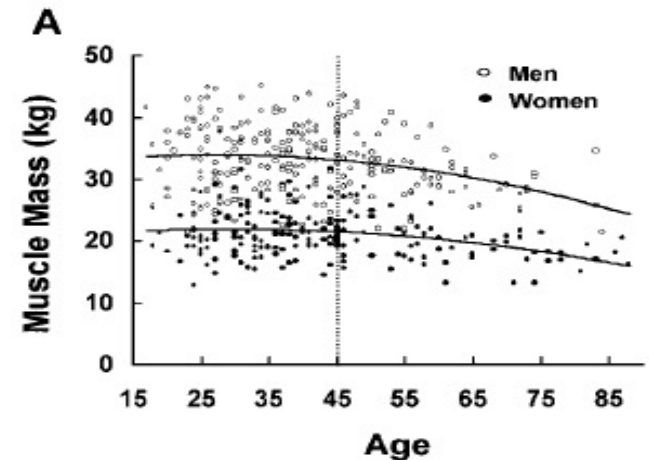
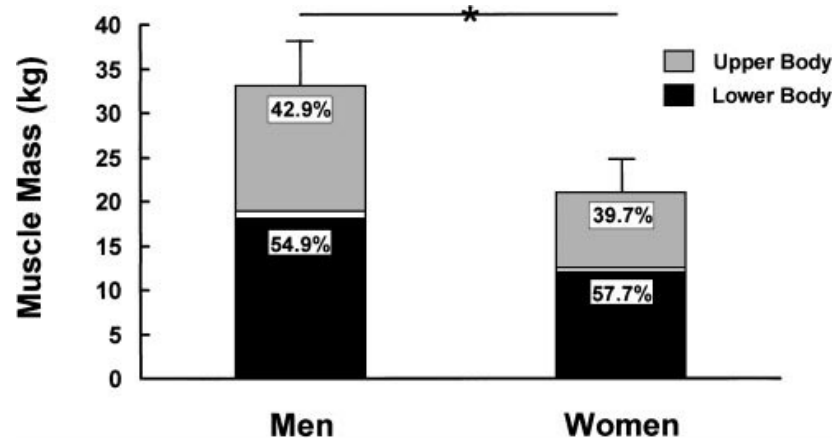
masse musculaire (kg)
= 21.8 x créatininurie (g/j)

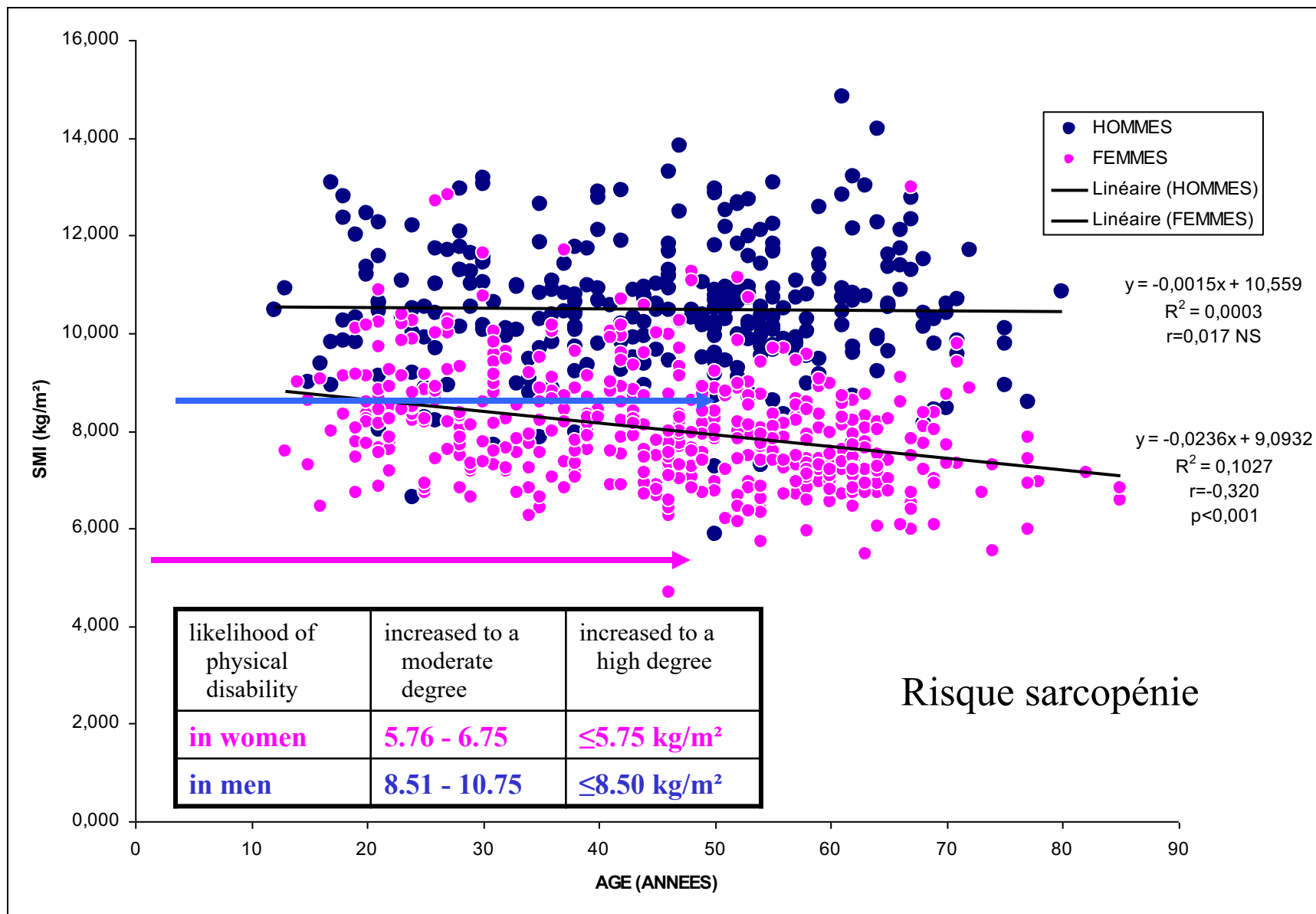
$$\begin{aligned} \text{MM} &= 0.401 \text{ H}^2/\text{R} \\ &+ 3.825 \text{ gender [M=1; F=0]} \\ &- 0.071 \text{ age} + 5.102 \end{aligned}$$

Janssen J Appl Physiol 2000, 89, 465



Masse musculaire et sa répartition chez 468 hommes et femmes âgés de 18 à 88 ans





FEMMES	Age	Poids	Taille	IMC	Masse musculaire	Masse musculaire/Taille ²
Moyenne	45,55	80,71	162,01	30,72	21,10	8,02
Ecart type	15,44	19,13	6,67	6,92	3,52	1,14
Maximum	85	146	184	53	34	13
Minimum	13	41	141	15	12	5
M-1SD						6,88
M-2SD	14,67	42,46	148,68	16,89	14,06	5,74

HOMMES	Age	Poids	Taille	IMC	Masse musculaire	Masse musculaire/Taille ²
Moyenne	45,84	90,89	174,19	29,91	31,87	10,49
Ecart type	15,11	19,40	7,94	5,94	4,67	1,31
Maximum	80	155	203	49	46	15
Minimum	12	44	141	18	18	6
M-1SD						9,18
M-2SD	15,61	52,09	158,30	18,03	22,53	7,87

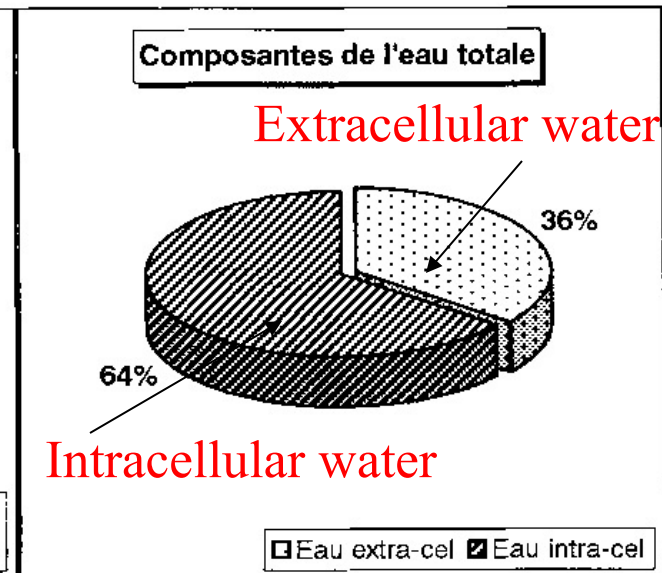
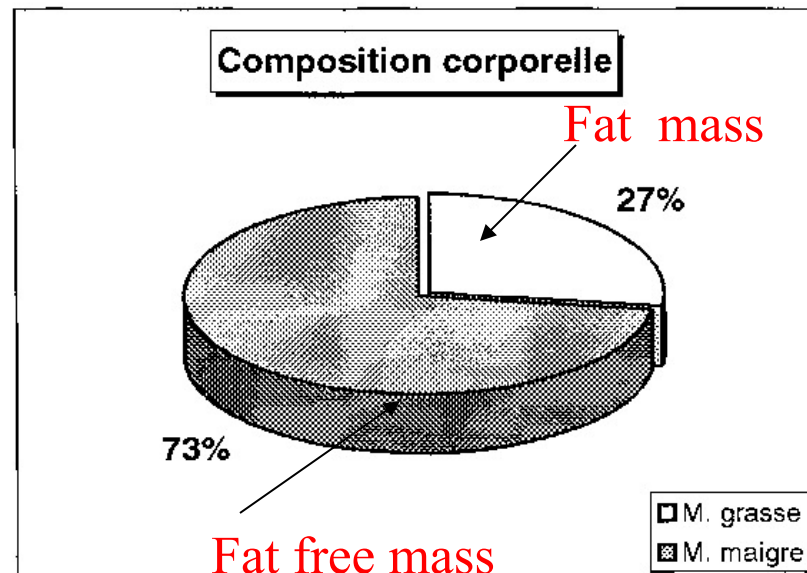
L'impédancemétrie au XXI^e siècle

1. Approche segmentaire plus fine
2. Mesure de la masse musculaire
3. Exploration de l'hydratation

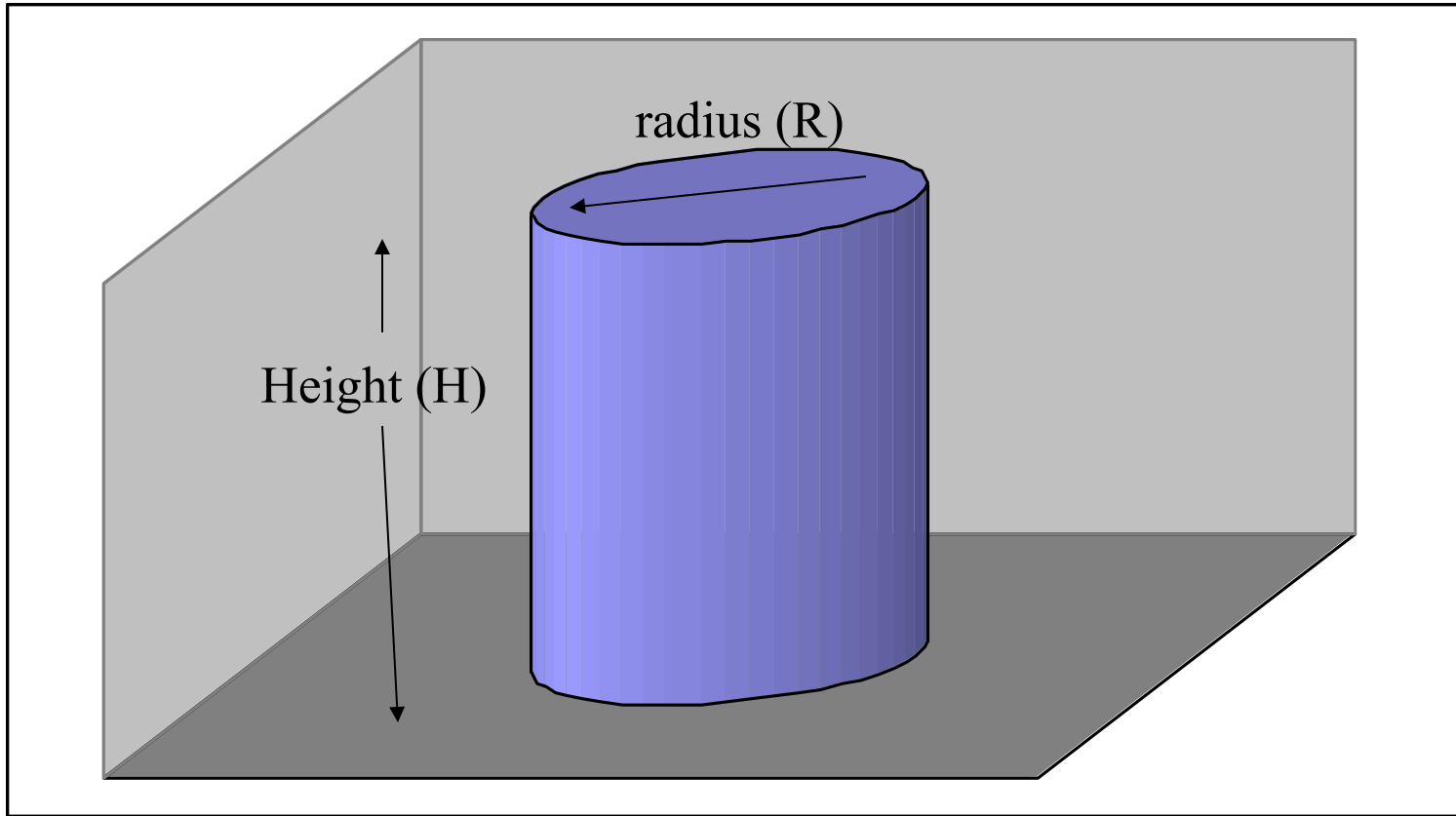
L'impédancemétrie pour mesurer l'hydratation

DATE D'EXAMEN : 02/sep/02					
Poids (kg) =	72	Taille (cm) =	172	T. de taille =	78,5
				T. de hanche =	95,5
I.M.C. = 24,3			R = T./H. = 0,82		
Valeurs usuelles : femmes < 26			Valeurs usuelles : femmes < 0,85		
hommes < 26			hommes < 0,95		

M. grasse =	19,64	Kg	Eau totale =	39,29	Litres
M. maigre =	52,36	Kg	Soit	75,0	% de la Masse maigre



Toujours le modèle cylindrique...



Since Resistance $R = \rho L/s$ then the conducting volume V is proportional to H^2/R

Mesures de l'eau totale avec le modèle cylindrique

Kushner 1986

$$TBW = 0,5561 \times (\text{taille}^2 / \text{résistance}) + 0,0955 \times \text{poids} + 1,726$$

Hannan 1994

$$TBW = 0,446 \times (\text{taille}^2 / \text{résistance}) + 0,126 \times \text{poids} + 5,82$$

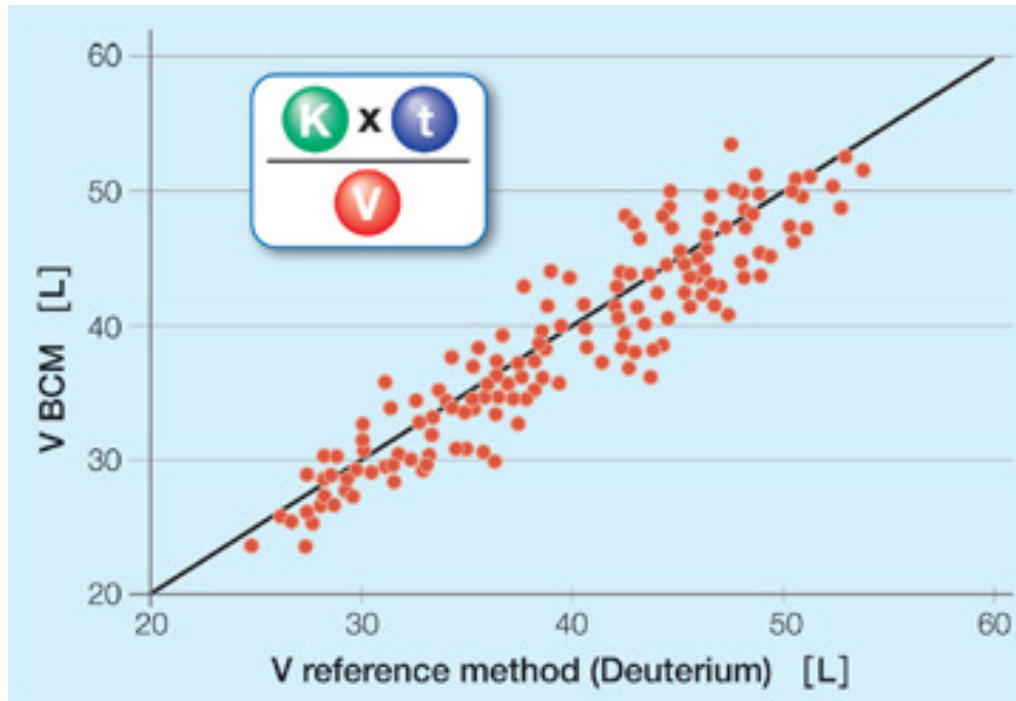
Deurenberg 1991

$$TBW = 6,53 + 0,3674 \times (\text{taille}^2 / \text{résistance}) + 0,1753 \times \text{poids} - 0,11 \times \text{âge} + 2,83 \times (1 - \text{sexe})$$

Lukaski

$$TBW = 4,65 + 0,377 \times (H^2 / R50) + 0,14 \times \text{poids} - 0,08 \times \text{âge} + 2,9 \times (1 - \text{sexe})$$

Ces mesures de l'eau totale avec le modèle cylindrique sont corrélées avec les mesures de dilution...



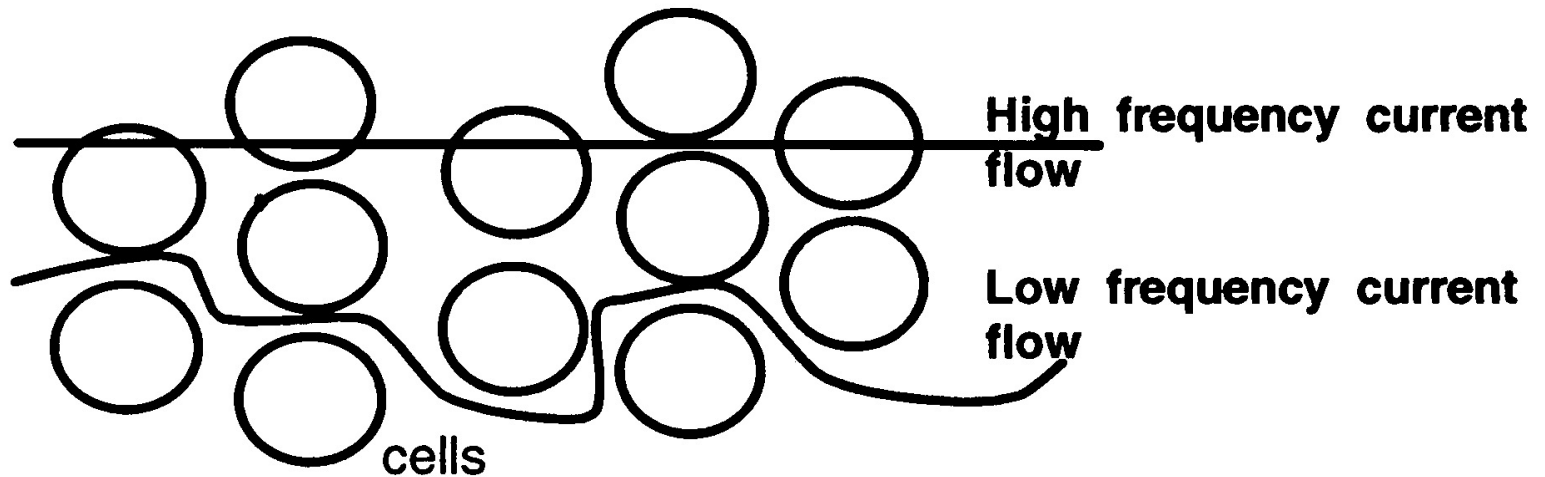
.. mais prises en défaut en cas de trouble hydro-électrolytique



En fait on mesure la même chose que la masse maigre ou le muscle à un coefficient près

Comment calculer le % d'eau dans la masse maigre ($TBW/FFM\%$) de cette façon ???

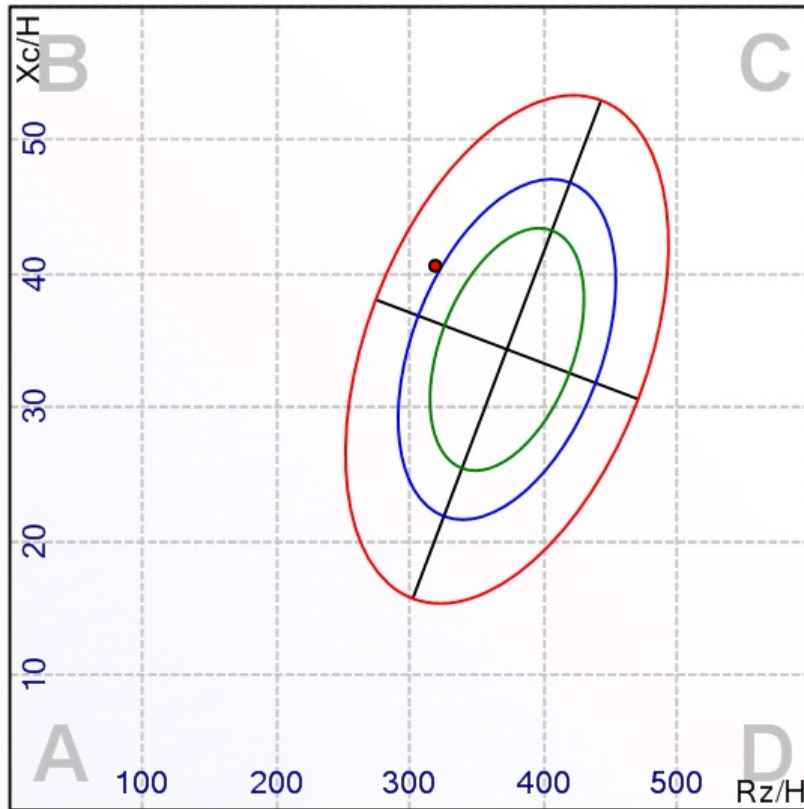
Eau extra et intra cellulaire



.. Que faire en cas de trouble hydro-électrolytique?

Les équations usuelles ne sont plus valides!

Diagrammes de Piccoli



Retour à la mesure
physique pure =
répartition normale
entra X_c et R_z
divisées par H et à
sa signification
physiologique

Einzelne Messung

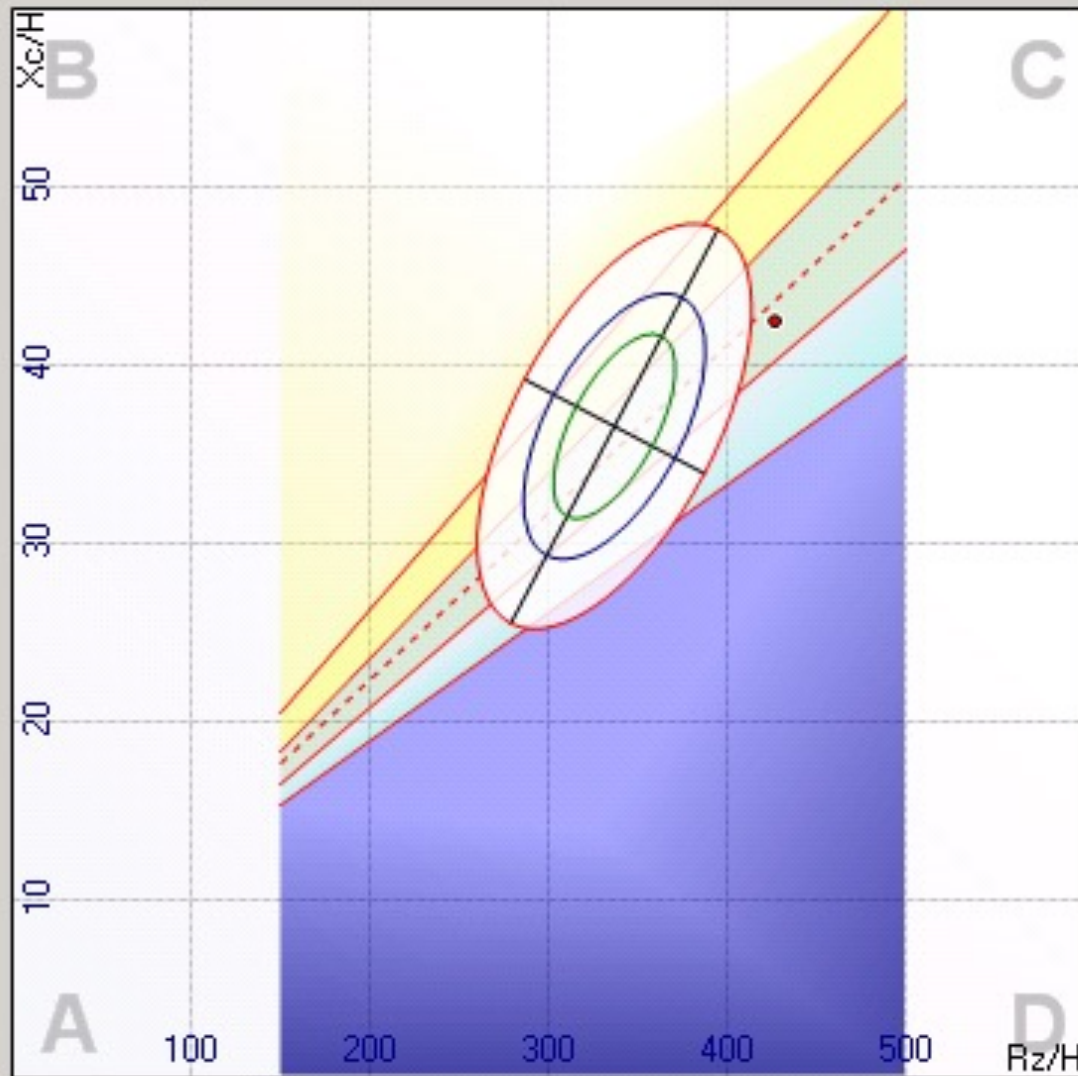
Nomogramm

Drei-Kompartiment-Modell

Segmentale BIA Auswertung

Kinder BMI-Perzentilen

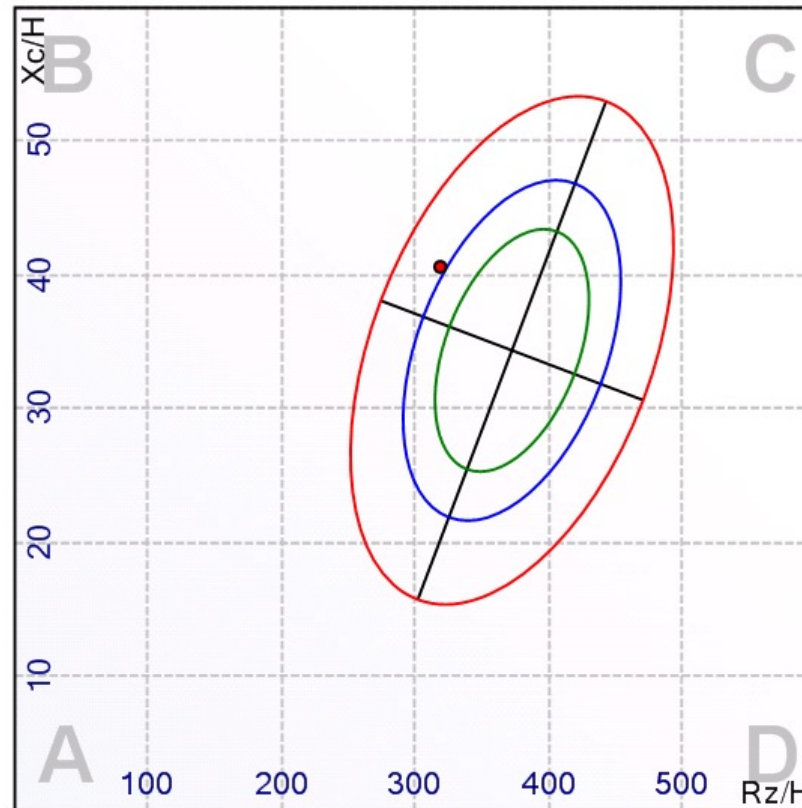
PRD-Ellipsen



N: 3.129
Mittelpunkt: 336,9 R_z/H ; 36,6 X_c/H
Std.-Dev.: 30,3; 4,7
Geschlecht: weiblich
Alter: 20 - 29
Größe: 160 - 170 cm
mittlere BCM: 23,2
FM: 18,0 - 30,0 %

Direction: niveau
d'hydratation
corporelle faible:
éventuellement une
déshydratation ?

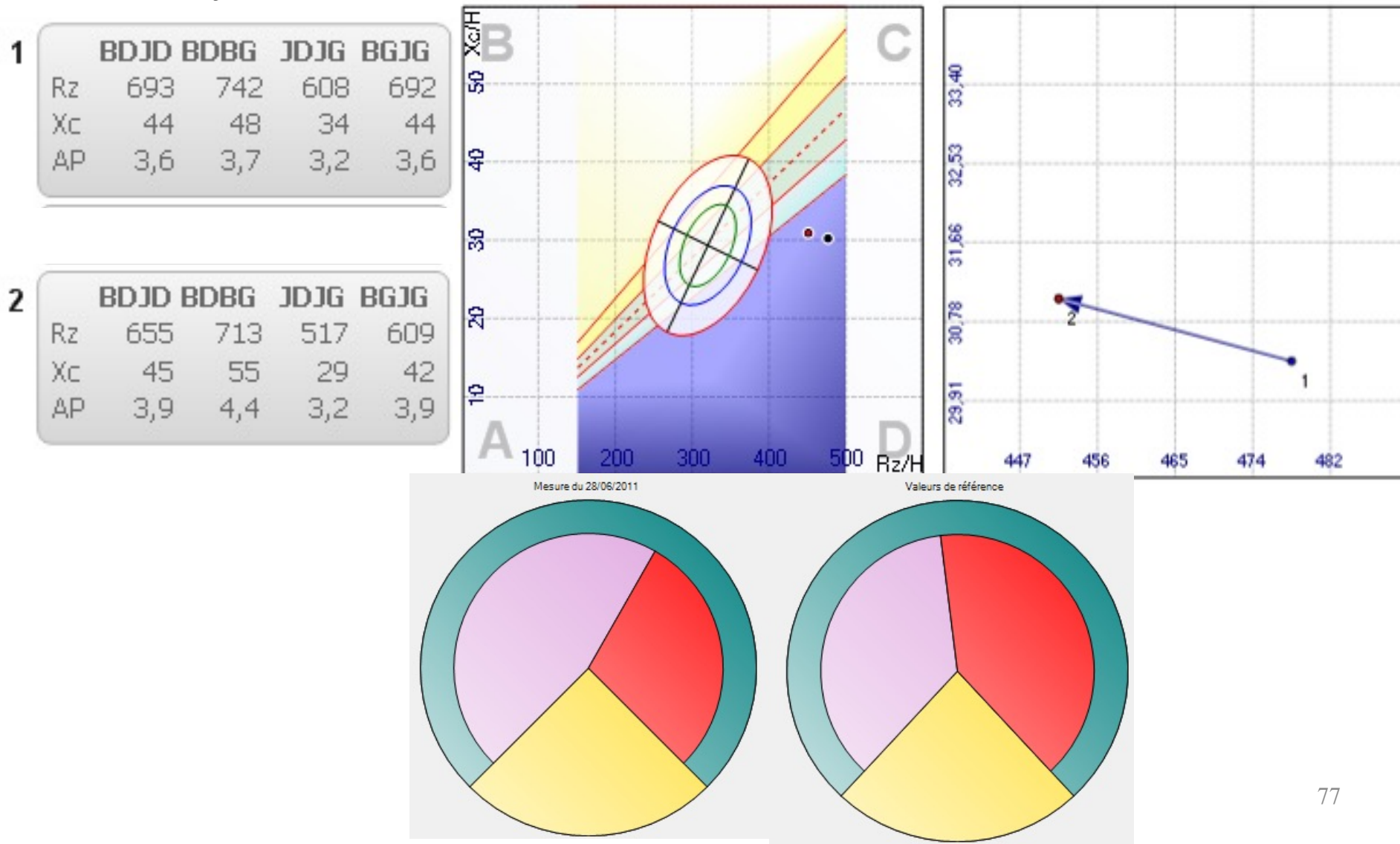
Points de mesure:
Plus le point s'éloigne
de l'axe central vers la
g = plus il y a de
muscles (BCM)



Points de mesure:
Plus le point s'éloigne
de l'axe central vers la
droite = moins il y a
de muscles (BCM)

Direction de
l'accumulation d'eau:
éventuellement Eau
Extracell. en hausse ?
Oedème ?

Suivi de l'angle de phase et de l'hydratation: une légère amélioration



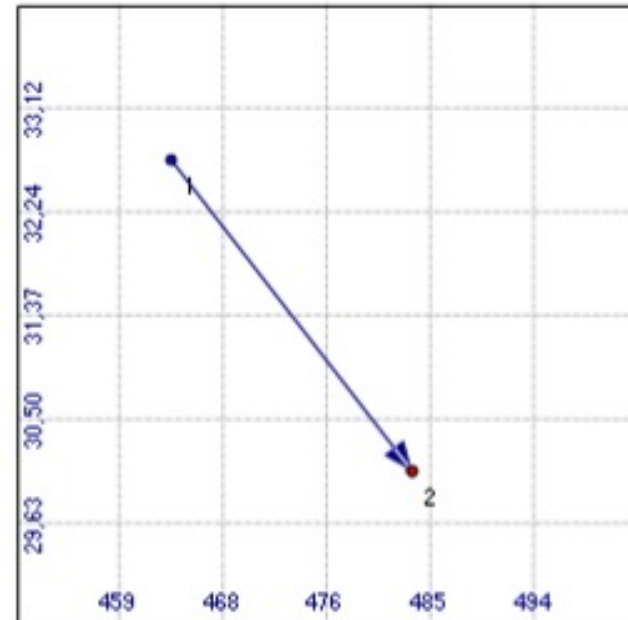
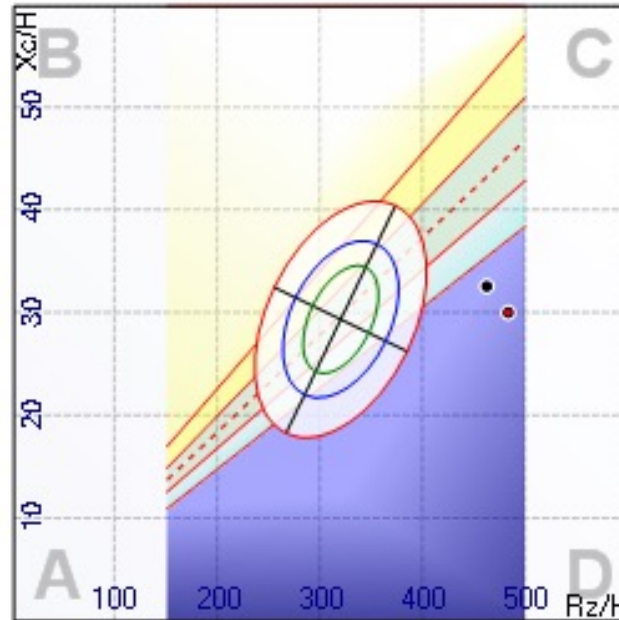
Suivi de l'angle de phase et de l'hydratation: une dégradation

1

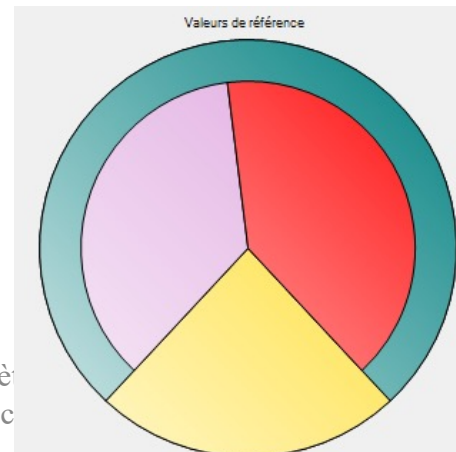
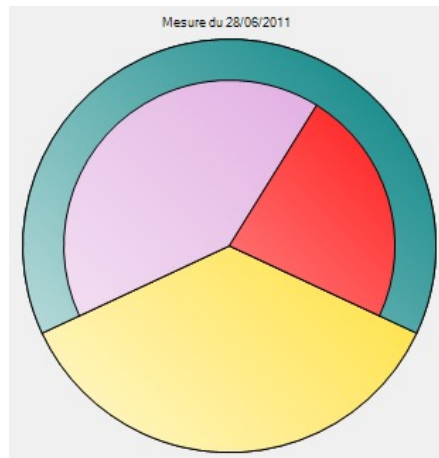
	BDJD	BDBG	JDJG	BGJG
Rz	709	852	567	737
Xc	50	60	32	48
AP	4,0	4,0	3,2	3,7

2

	BDJD	BDBG	JDJG	BGJG
Rz	740	829	619	735
Xc	46	53	30	44
AP	3,6	3,7	2,8	3,4

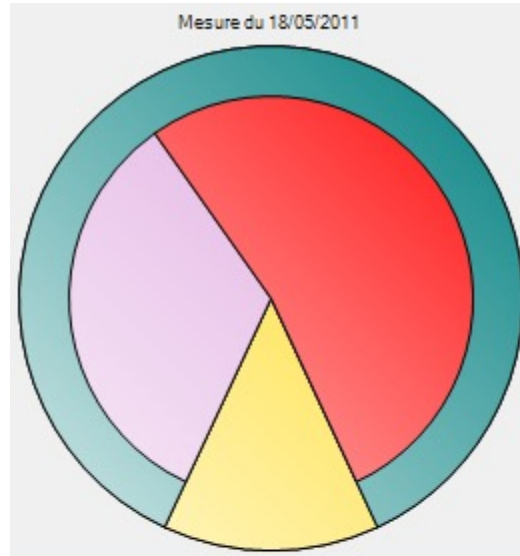
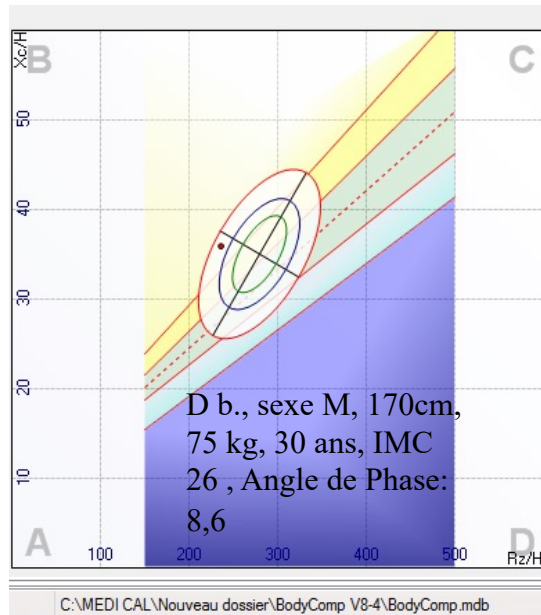


N: 238 - Mean: 319,4; 29,5 - StdDev: 32,6; 4,7



impédancemè
ORPUS avec

JUDO



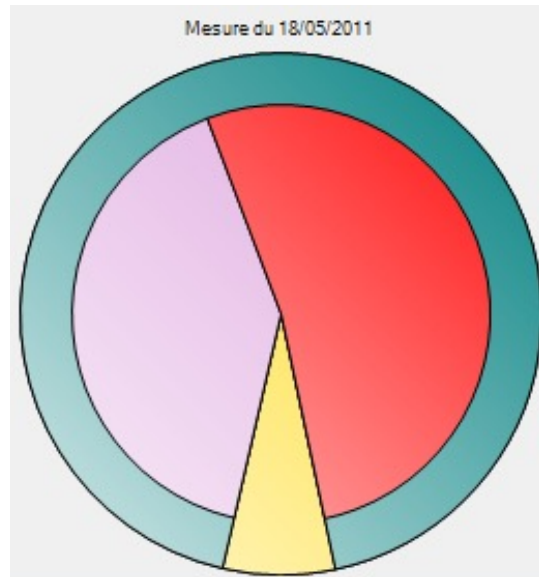
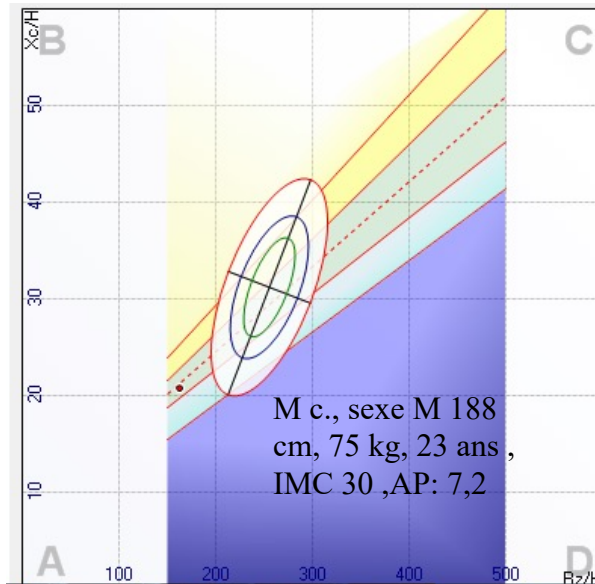
Rapport ECM/BCM = 0,63

- Masse maigre 86,1%
- Masse extracellulaire ECM 38,7 FFM%
- Masse cellul. active (BCM) BCM 61,3 FFM%
- Masse grasse 13,9%

Valeurs de référence:

Rapport ECM/BCM = 0,90

- Masse maigre 82,0%
- Masse extracellulaire ECM 47,4 FFM%
- Masse cellul. active (BCM) BCM 52,6 FFM%
- Masse grasse 18,0%



Rapport ECM/BCM = 0,78

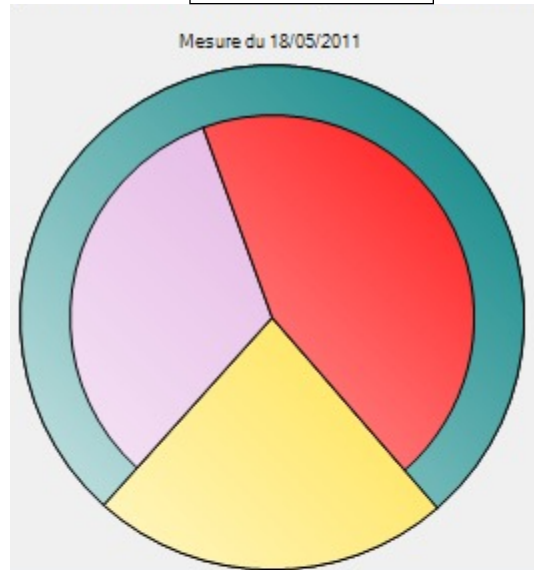
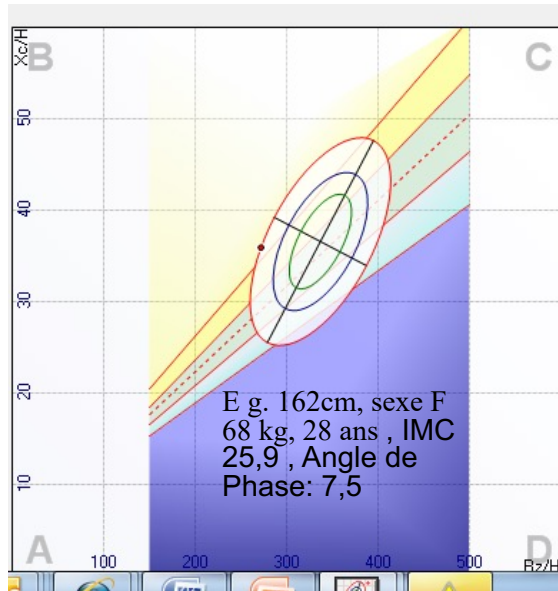
- Masse maigre 92,9%
- Masse extracellulaire ECM 43,7 FFM%
- Masse cellul. active (BCM) BCM 56,3 FFM%
- Masse grasse 7,1%

Valeurs de référence:

Rapport ECM/BCM = 0,90

- Masse maigre 83,0%
- Masse extracellulaire ECM 47,4 FFM%
- Masse cellul. active (BCM) BCM 52,6 FFM%
- Masse grasse 17,0%

JUDO (suite)



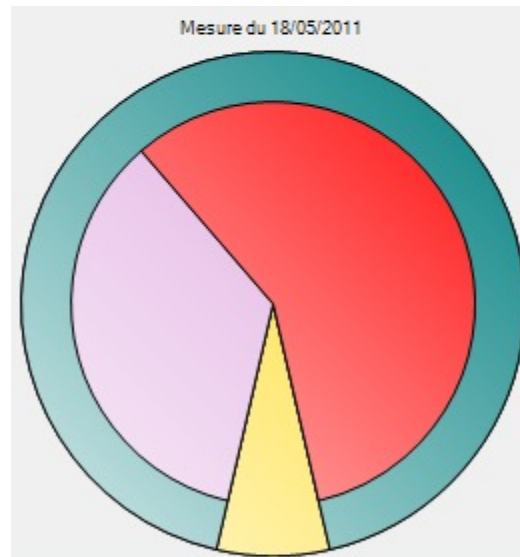
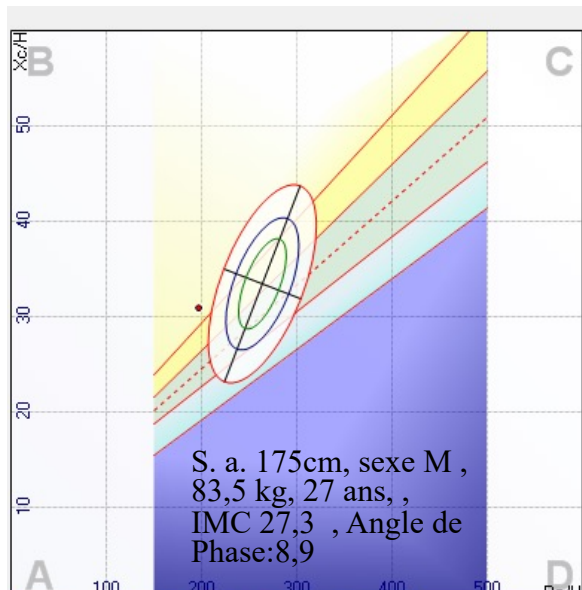
Rapport ECM/BCM = 0,74

- Masse maigre 77,1%
- Masse extracellulaire ECM 42,6 FFM%
- Masse cellul. active (BCM) BCM 57,4 FFM%
- Masse grasse 22,9%

Valeurs de référence:

Rapport ECM/BCM = 0,90

- Masse maigre 78,0%
- Masse extracellulaire ECM 47,4 FFM%
- Masse cellul. active (BCM) BCM 52,6 FFM%
- Masse grasse 22,0%



Rapport ECM/BCM = 0,61

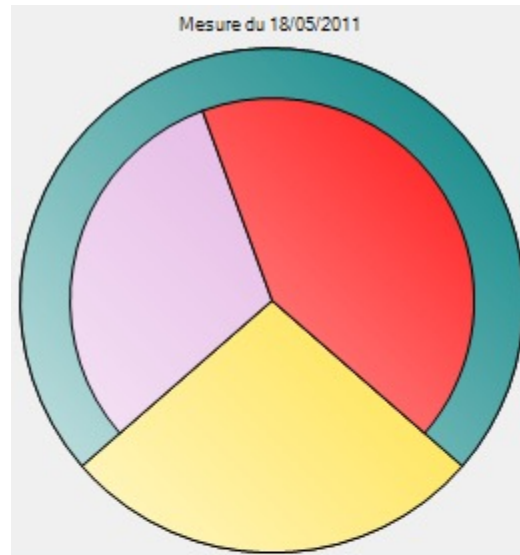
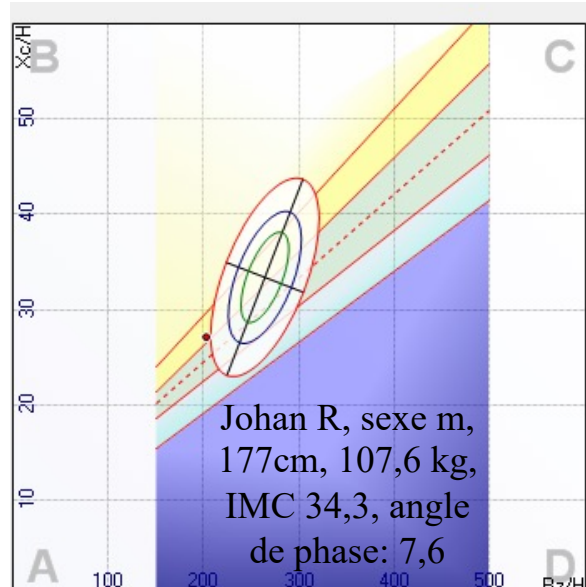
- Masse maigre 92,8%
- Masse extracellulaire ECM 37,8 FFM%
- Masse cellul. active (BCM) BCM 62,2 FFM%
- Masse grasse 7,2%

Valeurs de référence:

Rapport ECM/BCM = 0,90

- Masse maigre 83,0%
- Masse extracellulaire ECM 47,4 FFM%
- Masse cellul. active (BCM) BCM 52,6 FFM%
- Masse grasse 17,0%

RUGBY



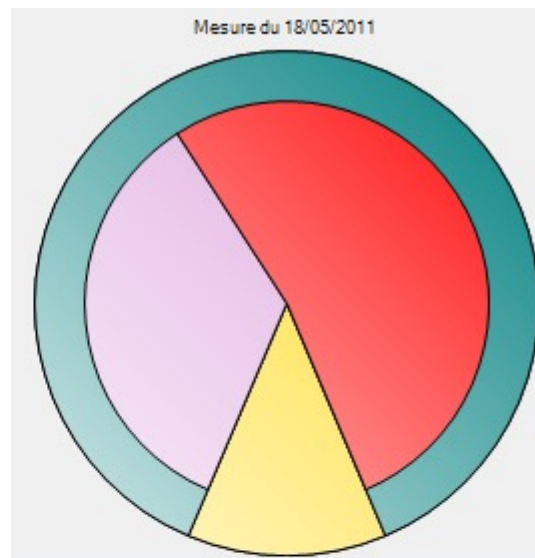
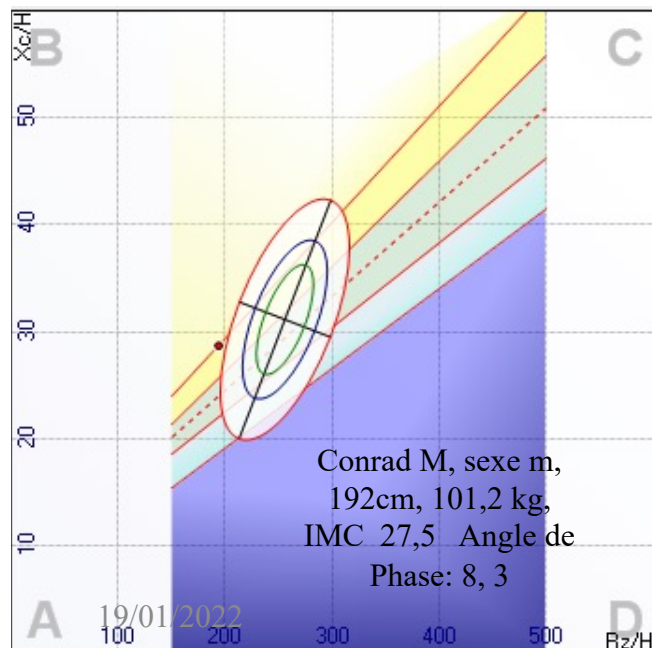
Rapport ECM/BCM = 0,73

- Masse maigre 72,8%
- Masse extracellulaire ECM 42,3 FFM%
- Masse cellul. active (BCM) BCM 57,7 FFM%
- Masse grasse 27,2%

Valeurs de référence:

Rapport ECM/BCM = 0,90

- Masse maigre 83,0%
- Masse extracellulaire ECM 47,4 FFM%
- Masse cellul. active (BCM) BCM 52,6 FFM%
- Masse grasse 17,0%



Rapport ECM/BCM = 0,65

- Masse maigre 87,3%
- Masse extracellulaire ECM 39,5 FFM%
- Masse cellul. active (BCM) BCM 60,5 FFM%
- Masse grasse 12,7%

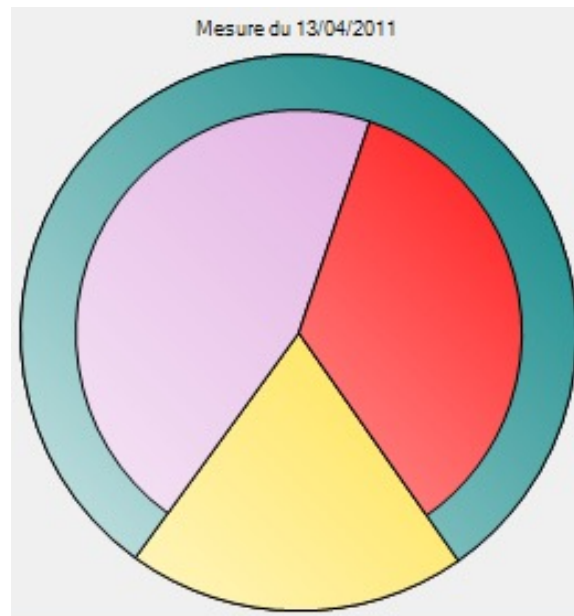
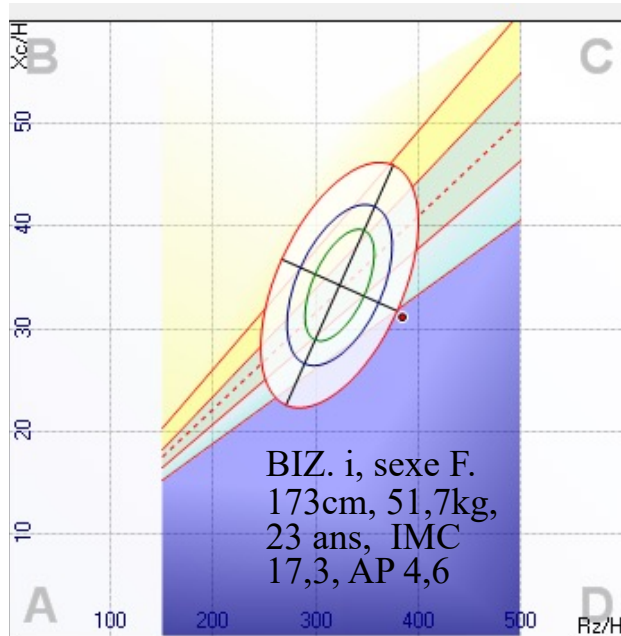
Valeurs de référence:

Rapport ECM/BCM = 0,90

- Masse maigre 83,0%
- Masse extracellulaire ECM 47,4 FFM%
- Masse cellul. active (BCM) BCM 52,6 FFM%
- Masse grasse 17,0%

Mesure impédancemètre segmentaire
BIACORPUS avec hydratation

TCA - Anorexie



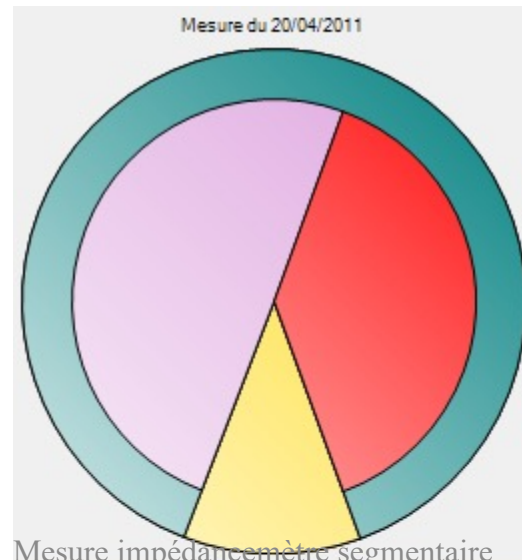
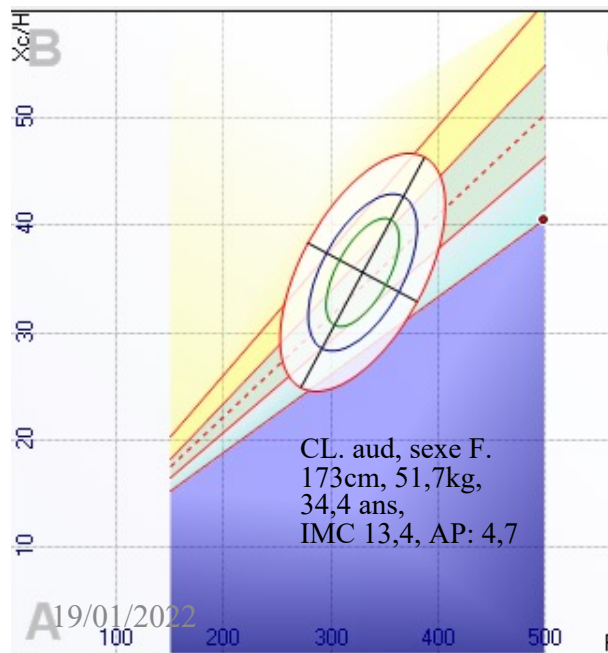
Rapport ECM/BCM = 1,29

- Masse maigre 80,2%
- Masse extracellulaire ECM 56,2 FFM%
- Masse cellul. active (BCM) BCM 43,8 FFM%
- Masse grasse 19,8%

Valeurs de référence:

Rapport ECM/BCM = 0,90

- Masse maigre 78,0%
- Masse extracellulaire ECM 47,4 FFM%
- Masse cellul. active (BCM) BCM 52,6 FFM%
- Masse grasse 22,0%



Rapport ECM/BCM = 1,28

- Masse maigre 88,6%
- Masse extracellulaire ECM 56,1 FFM%
- Masse cellul. active (BCM) BCM 43,9 FFM%
- Masse grasse 11,4%

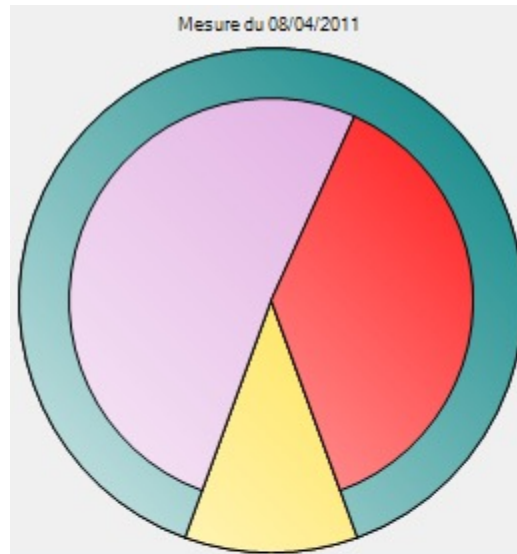
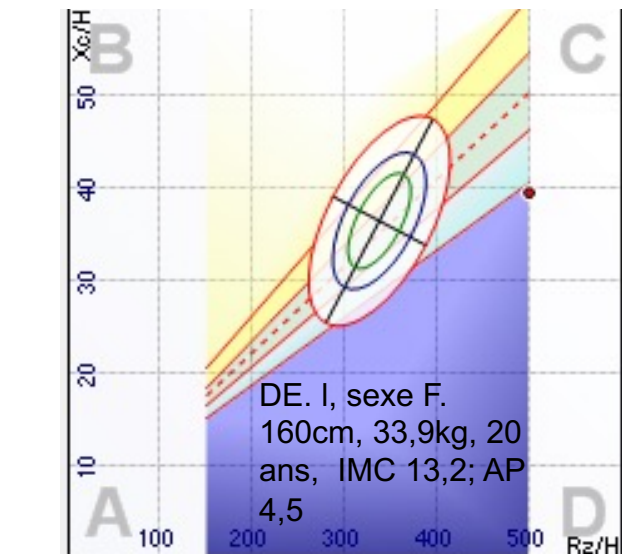
Valeurs de référence:

Rapport ECM/BCM = 0,90

- Masse maigre 77,0%
- Masse extracellulaire ECM 47,4 FFM%
- Masse cellul. active (BCM) BCM 52,6 FFM%
- Masse grasse 23,0%

Mesure impédancemètre segmentaire
BIACORPUS avec hydratation

TCA - Anorexie (suite)



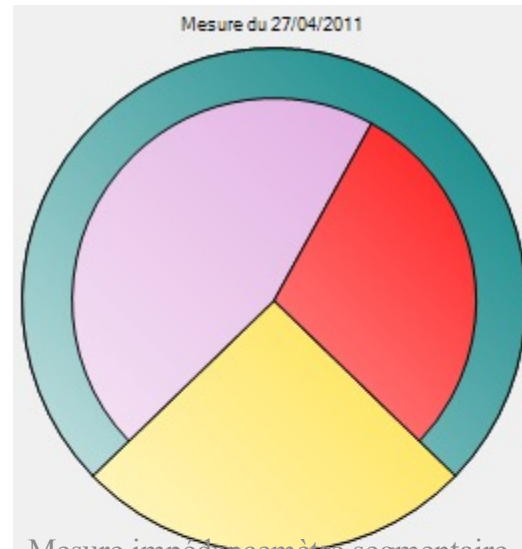
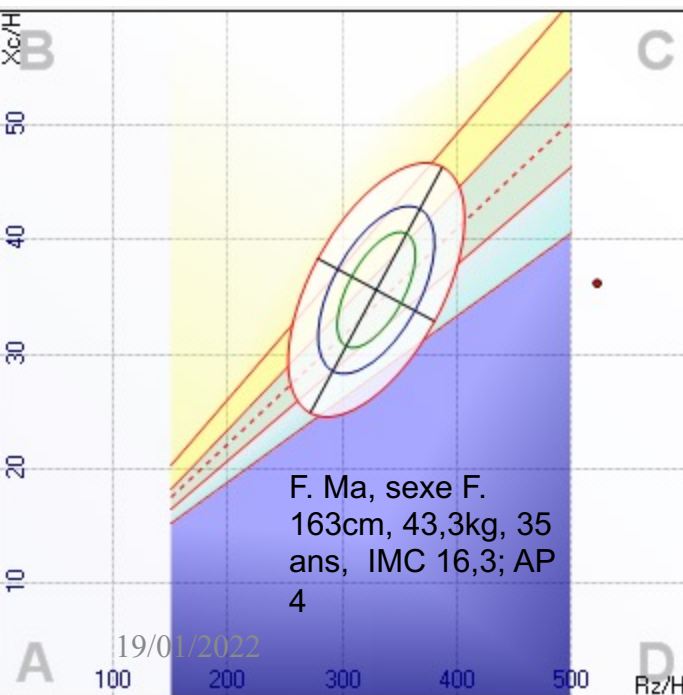
Rapport ECM/BCM = 1,36

- Masse maigre 88,8%
- Masse extracellulaire ECM 57,6 FFM%
- Masse cellul. active (BCM) BCM 42,4 FFM%
- Masse grasse 11,2%

Valeurs de référence:

Rapport ECM/BCM = 0,90

- Masse maigre 78,0%
- Masse extracellulaire ECM 47,4 FFM%
- Masse cellul. active (BCM) BCM 52,6 FFM%
- Masse grasse 22,0%



Rapport ECM/BCM = 1,55

- Masse maigre 74,4%
- Masse extracellulaire ECM 60,8 FFM%
- Masse cellul. active (BCM) BCM 39,2 FFM%
- Masse grasse 25,6%

Valeurs de référence:

Rapport ECM/BCM = 0,90

- Masse maigre 77,0%
- Masse extracellulaire ECM 47,4 FFM%
- Masse cellul. active (BCM) BCM 52,6 FFM%
- Masse grasse 23,0%

Mesure impédancemètre segmentaire
BIACORPUS avec hydratation

Rapport ECM/BCM = 1,51

- Masse maigre 90,2%
- Masse extracellulaire ECM 60,2 FFM%
- Masse cellul. active (BCM) BCM 39,8 FFM%
- Masse grasse 9,8%

1^e mesure le 8 av 2011

DE. M, sexe F.
169cm, 37,5 kg,
18 ans, IMC 17,2;
AP 4,3

Valeurs de référence:

Rapport ECM/BCM = 0,95

- Masse maigre 78,0%
- Masse extracellulaire ECM 48,8 FFM%
- Masse cellul. active (BCM) BCM 51,3 FFM%
- Masse grasse 22,0%

TCA - Anorexie (suite)

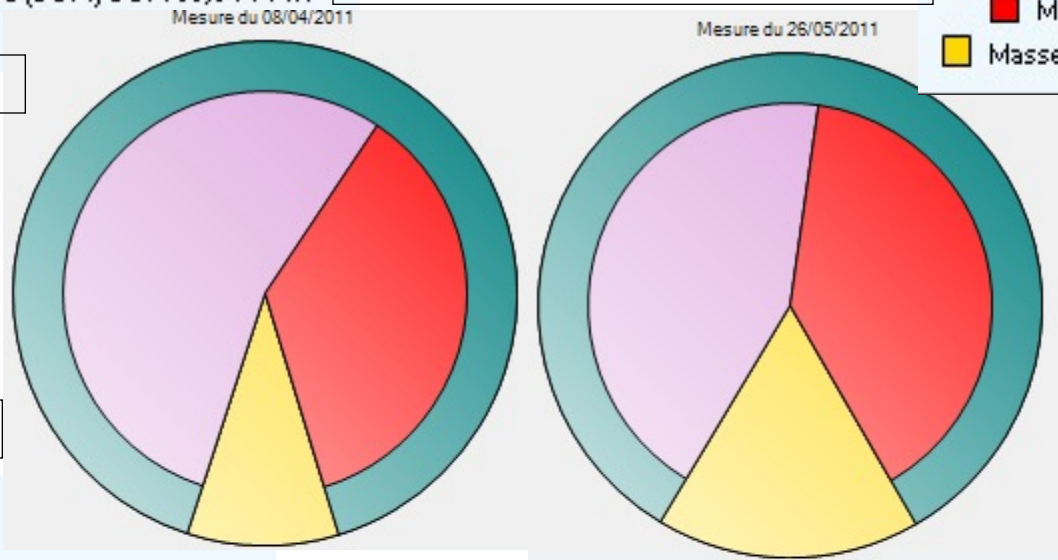
2 mesures d'une même personne avec
âge réel de 18 ans

Rapport ECM/BCM = 1,11

- Masse maigre 83,0%
- Masse extracellulaire ECM 52,5 FFM%
- Masse cellul. active (BCM) BCM 47,5 FFM%
- Masse grasse 17,0%

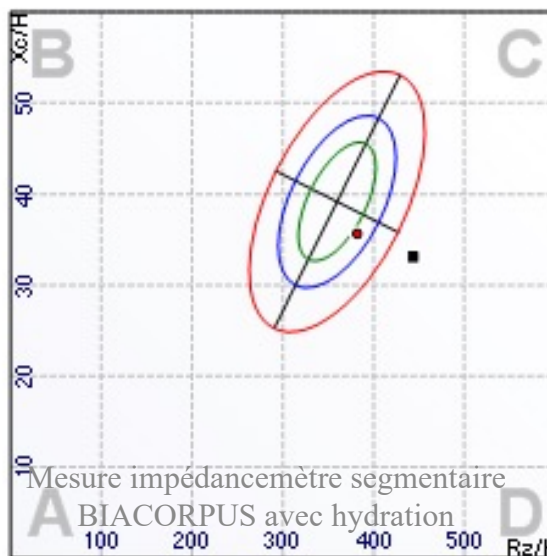
2^e mesure le 26 mai 2011

49,1 kg



1^e mesure le 8 av 2011

2^e mesure le 26 mai 2011



■ dernière mesure



	BDJD	BDBG	JDJG	BGJG
Rz	753	850	599	761
Xc	55	53	47	51
AP	4,2	3,6	4,5	3,8

19/01/2022

● Mesure actuelle

	BDJD	BDBG	JDJG	BGJG
Rz	648	705	540	645
Xc	60	55	54	58
AP	5,3	4,5	5,7	5,1



84

Composition corporelle = élément indispensable / évaluation du **statut nutritionnel**.

DEXA représente la **méthode de choix** (précision et qualité des renseignements).

À défaut, **l'impédance bioélectrique** très utile car **économique** et **réaliste**

- Très valable si on garde à l'esprit ce quelle mesure réellement ... et donc les limites de validité!

Intérêt de MG et MM, eau extracellulaire et toute la composition corporelle

Validité des balances actuelles pour la routine

Méthodes d'évaluation de la composition corporelle permettent de proposer **thérapeutiques** les mieux **adaptées** (interprétation des variations pondérales, choix d'un programme d'amaigrissement ou de renutrition)

Intérêts et limites des méthodes d'évaluation de la composition corporelle.

Méthodes	Intérêts	Limites
Hydrodensitométrie	mesure simultanée masse grasse et masse non grasse	Modèle coopération des sujets coût appareillage
Eau Corporelle	mesure de volume	Modèle coût appareillage
Absorptiométrie Biphotonique (DEXA)	mesures simultanées masse grasse, masse maigre contenu minéral osseux pas de coopération	coût appareillage disponibilité corpulence
Tomodensitométrie	graisse viscérale/souscutanée	coût appareillage disponibilité qualitatif
Anthropométrie (plis cutanés)	coût rapidité répétition	modèle imprécision observateur obésité
Impédance bioélectrique (BIA)	coût rapidité observateur	modèle géométrie équations imprécision

That's all folks

