



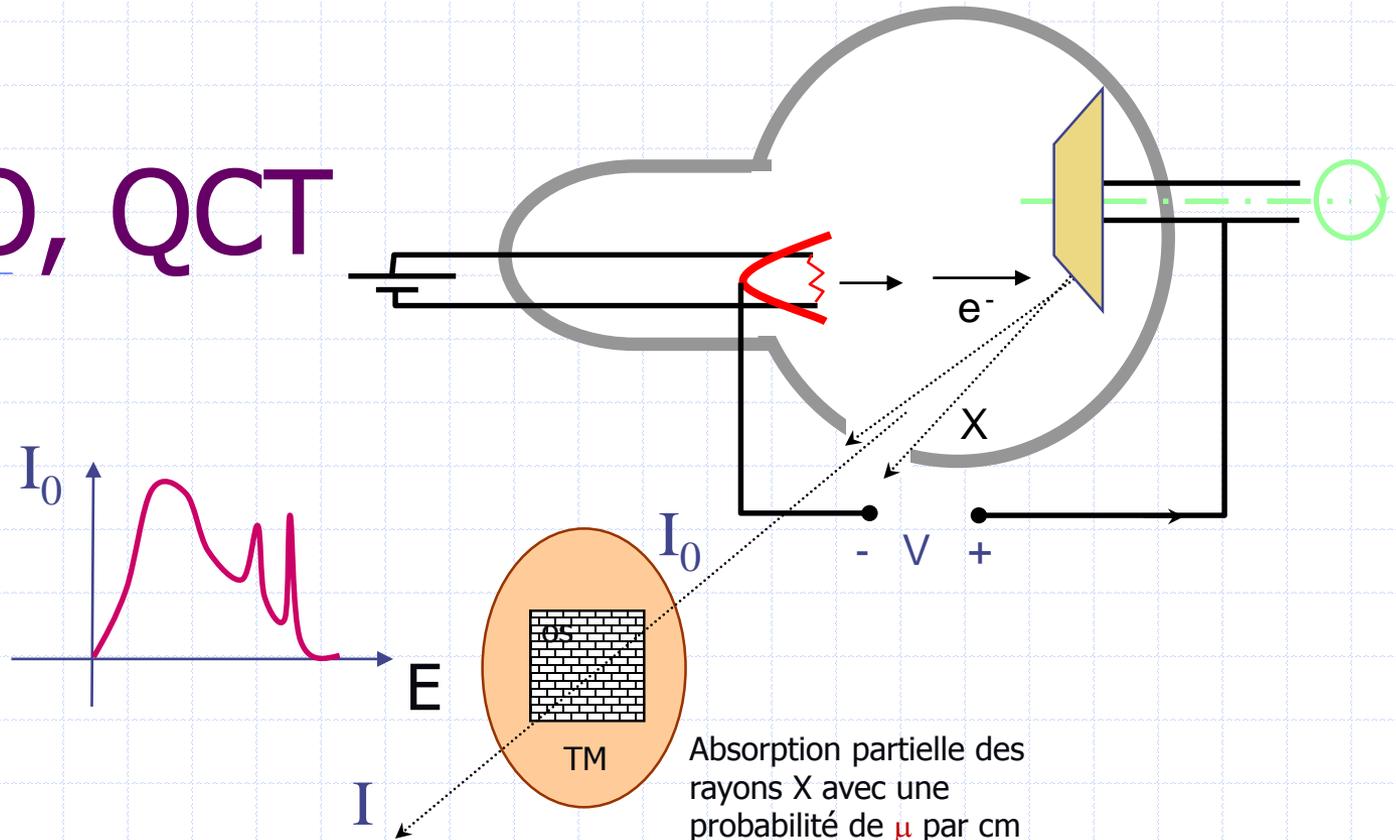
# PRINCIPE ET INTERET DE LA DEXA

Denis Mariano-Goulart  
Département de médecine nucléaire  
Université et CHU de Montpellier

# CONTEXTE

- **IRC : Maladies osseuses spécifiques**
  - Hyperparathyroïdie, ostéite fibrosante,
  - ostéomalacie, ostéodystrophie, exercice...
  - Surajoutées à l'ostéoporose des non IRC
    - Spécificité du lien densité osseuse ↔ # chez IRC ?
- **Fracture ostéoporotique:**
  - 1/3 ♯, 1/5 ♯ > 50
  - Hanche (18%), avant-bras (19%), rachis (16%)
    - Hanche: 20-24% mortalité à un an, +240% ♯, +310% ♯ en 2050
- **Si traitement préventif: dépistage ⇒ DMO**
  - Donc US (peu reproductibles) ou densitométrie par rayons X
- **Suivi métabolique plus global si possible ?**

# RADIO, QCT

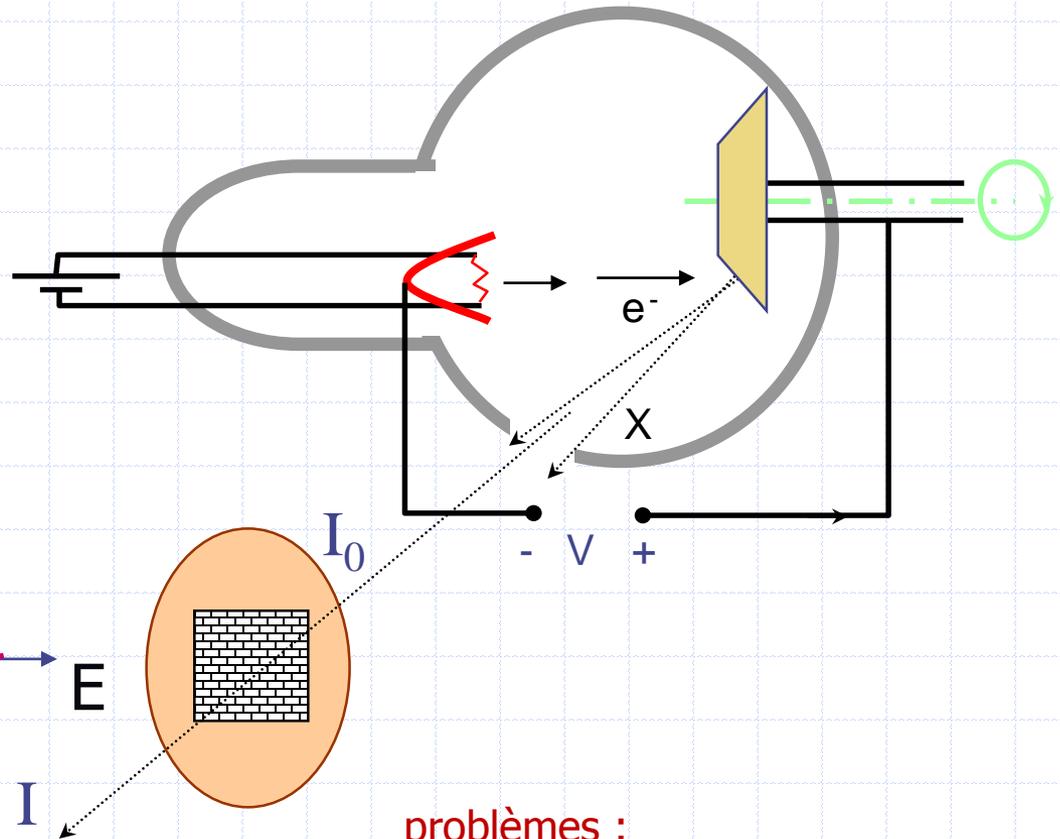
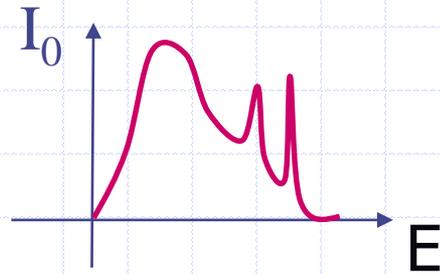


$$M = -\ln\left(\frac{I}{I_0}\right) = \mu_O \cdot X_O + \mu_{TM} \cdot X_{TM}$$

$$M = \frac{\mu_O}{\rho_O} \cdot d_O + \frac{\mu_{TM}}{\rho_{TM}} \cdot d_{TM} \quad \text{où } d = \rho \cdot x \text{ en } g/cm^2$$

$$d_O = \text{aBMD en } g/cm^2$$

# RADIO, QCT



$$M = -\ln\left(\frac{I}{I_0}\right) = \mu_O \cdot X_O + \mu_{TM} \cdot X_{TM}$$

$$M = \frac{\mu_O}{\rho_O} \cdot d_O + \frac{\mu_{TM}}{\rho_{TM}} \cdot d_{TM} \quad \text{où } d = \rho \cdot x \text{ en } g / cm^2$$

$$\frac{\mu}{\rho} = k \frac{Z^3}{E^3}$$

$$d_O = \text{aBMD en } g/cm^2$$

problèmes :

- 1 équation, 2 inconnues ( $d_O$ ,  $d_{TM}$ )
- Les coef.  $\mu/\rho$  dépendent de E

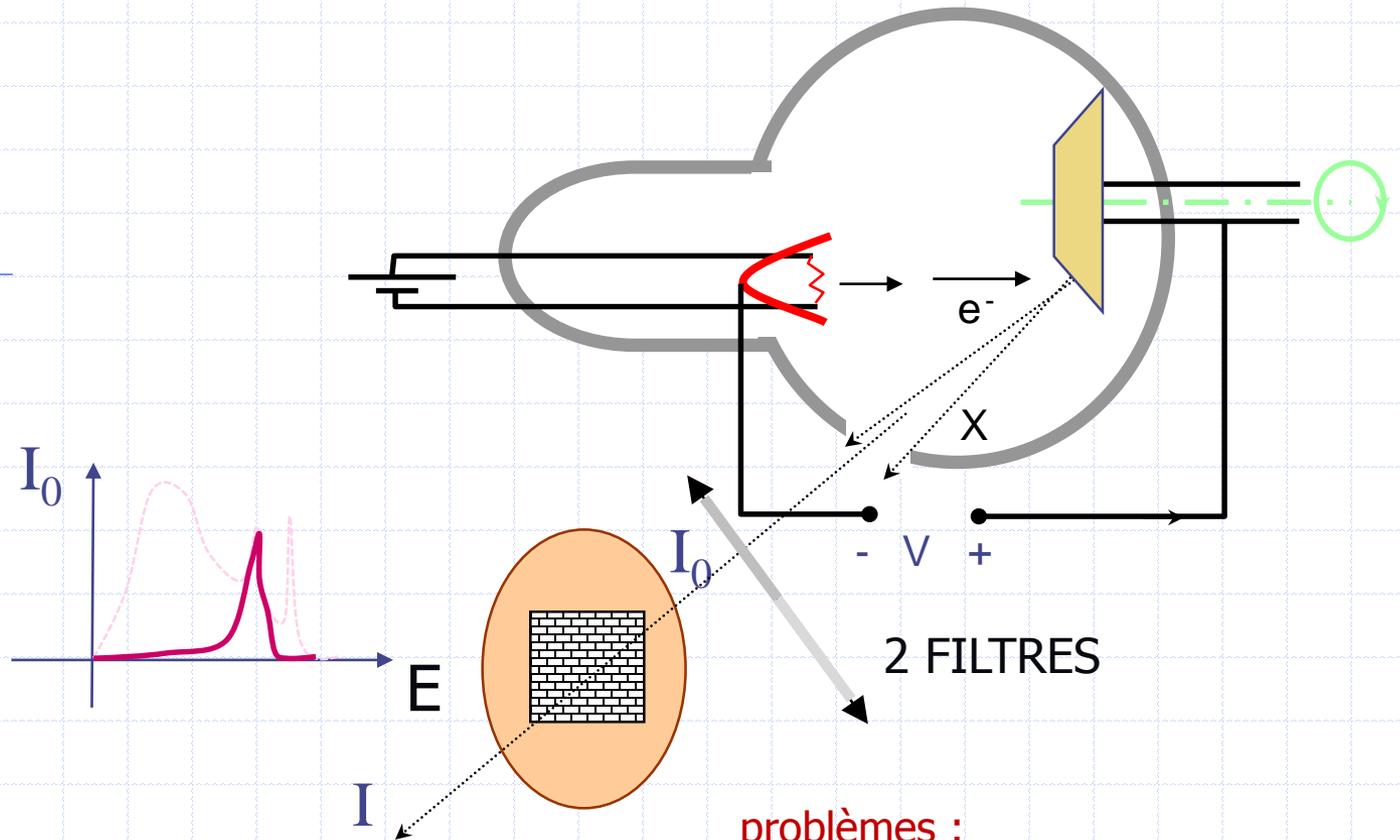
Solutions adoptées en QCT:

- Acquisition tomographique
- Fantôme de calibration  $\mu \rightarrow \rho$

inconvenients: coût, disponibilité,

- irradiation (10 mSv = 4 ans),
- résolution (os cortical), calibration

# DEXA



$$M = -\ln\left(\frac{I}{I_0}\right) = \mu_O \cdot X_O + \mu_{TM} \cdot X_{TM}$$

$$M = \left(\frac{\mu_O}{\rho_O}\right) \cdot d_O + \frac{\mu_{TM}}{\rho_{TM}} \cdot d_{TM} \quad \text{où } d = \rho \cdot x \text{ en } g / cm^2$$

Constante tabulée  $d_O = aBMD$  en  $g/cm^2$

problèmes :

- 1 équation, 2 inconnues ( $d_O$ ,  $d_{TM}$ )
- Les coef.  $\mu/\rho$  dépendent de E

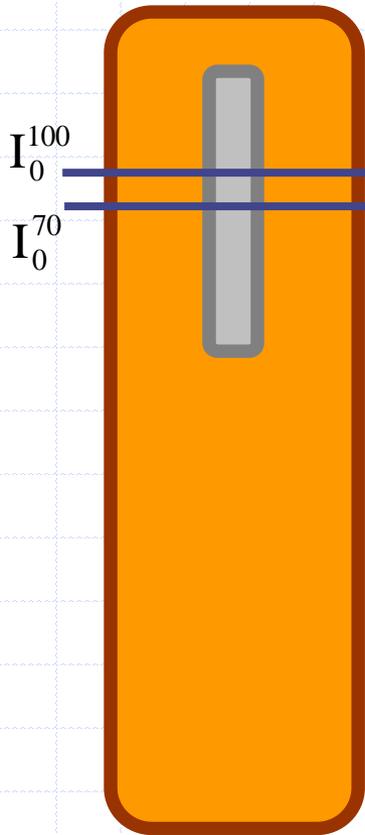
Solutions adoptées en DEXA:

- Acquérir 2 radios 2D avec 2 filtres
- Filtrer des X d'une seule énergie

Avantages: coût, disponibilité,

- Très faible irradiation ( $1-5 \mu Sv < 1j$ )
- Précision, Reproductibilité  $< 3\%$

# Masses osseuse et tissus mous



$$-\ln \frac{I^{100}}{I_0^{100}} = \frac{\mu_{TM}^{100}}{\rho_{TM}} \cdot d_{TM} + \frac{\mu_O^{100}}{\rho_O} \cdot d_O$$

$$-\ln \frac{I^{70}}{I_0^{70}} = \frac{\mu_{TM}^{70}}{\rho_{TM}} \cdot d_{TM} + \frac{\mu_O^{70}}{\rho_O} \cdot d_O$$



aBMD :  
 $d_O = \rho \cdot x_O$   
en g/cm<sup>2</sup>

# DEXA

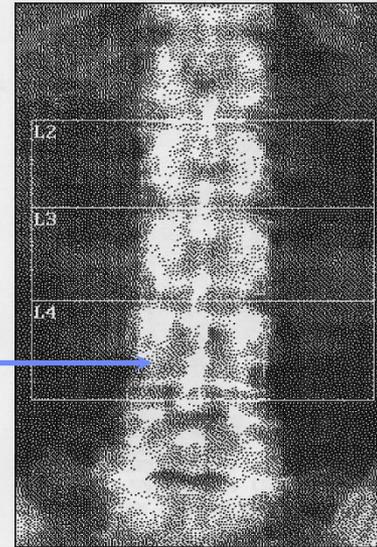
$$-\ln \frac{I^{100}}{I_0^{100}} = \frac{\mu_{TM}^{100}}{\rho_{TM}} \cdot d_{TM} + \frac{\mu_O^{100}}{\rho_O} \cdot d_O$$

$$-\ln \frac{I^{70}}{I_0^{17}} = \frac{\mu_{TM}^{70}}{\rho_{TM}} \cdot d_{TM} + \frac{\mu_O^{70}}{\rho_O} \cdot d_O$$

Ostéoporose :  
T-score < - 2.5

Z-score : Risque  
relatif de fracture  
pour l'âge

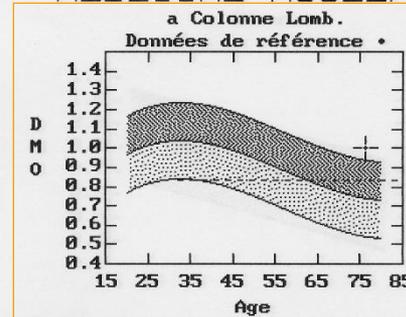
k = 1.147 d0 = 46.8(1.000H) 6.714



[116 x 100]  
(S/N 45533)

Colonne Lombaire V8.26a:3

MEDECINE NUCLEAIRE - CHU MONTPELLIER



DMO(L2-L4) = 0.995 g/cm<sup>2</sup>

Région	DMO	T(32.5)	Z
N/A			
L2	1.020	+0.33 103%	+3.23 146%
L3	0.954	-0.83 92%	+2.16 129%
L4	1.011	-0.66 94%	+2.29 129%
L2-L4	0.995	-0.42 96%	+2.57 135%

\* Correspondance âge et sexe  
Valeurs Normales Hop.Ed.Herriot LYON  
UNF PB 12 Jan 99

N01180104

Nom:

Comment.:

ID:

Sexe: F

S.S.:

Race: W

C. P.:

Taille: 158.00 cm

Opérateur:

Poids: 60.00 kg

Né(e) le:

Age: 76

Médecin:

CV DMO TOTALE POUR L1 - L4 1.0%

F. C. 1.035 1.006 1.000

Région Zone est. CMO est. DMO  
(cm<sup>2</sup>) (g) (g/cm<sup>2</sup>)

L2	12.91	13.18	1.020
L3	14.10	13.45	0.954
L4	16.54	16.72	1.011
TOTAL	43.55	43.35	0.995

N01180104

Nom:

Comment.:

ID:

Sexe: F

S.S.:

Race: W

C. P.:

Taille: 158.00 cm

Opérateur:

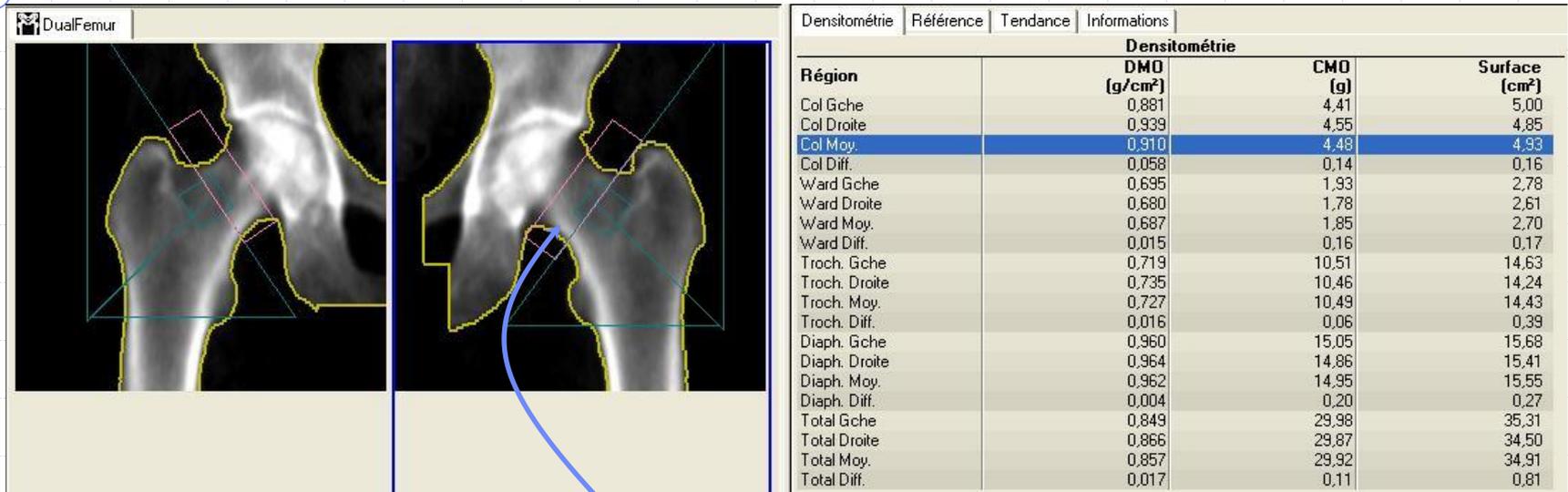
Poids: 60.00 kg

Né(e) le:

Age: 76

Médecin:

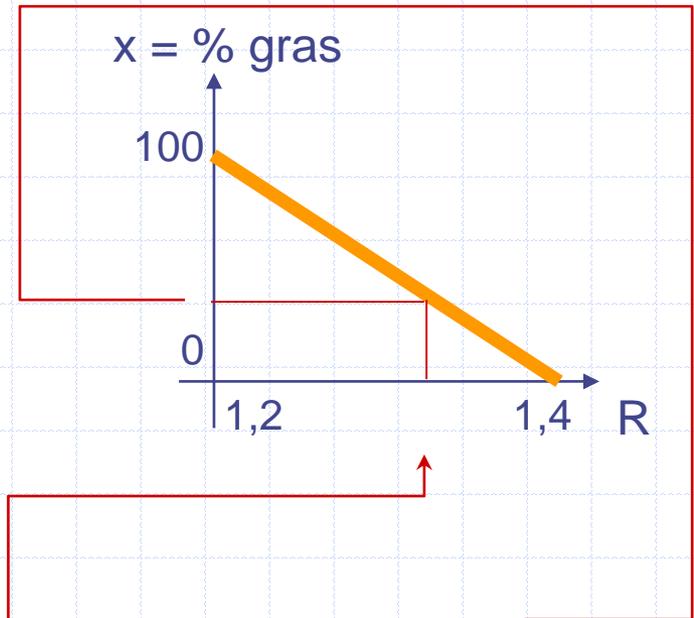
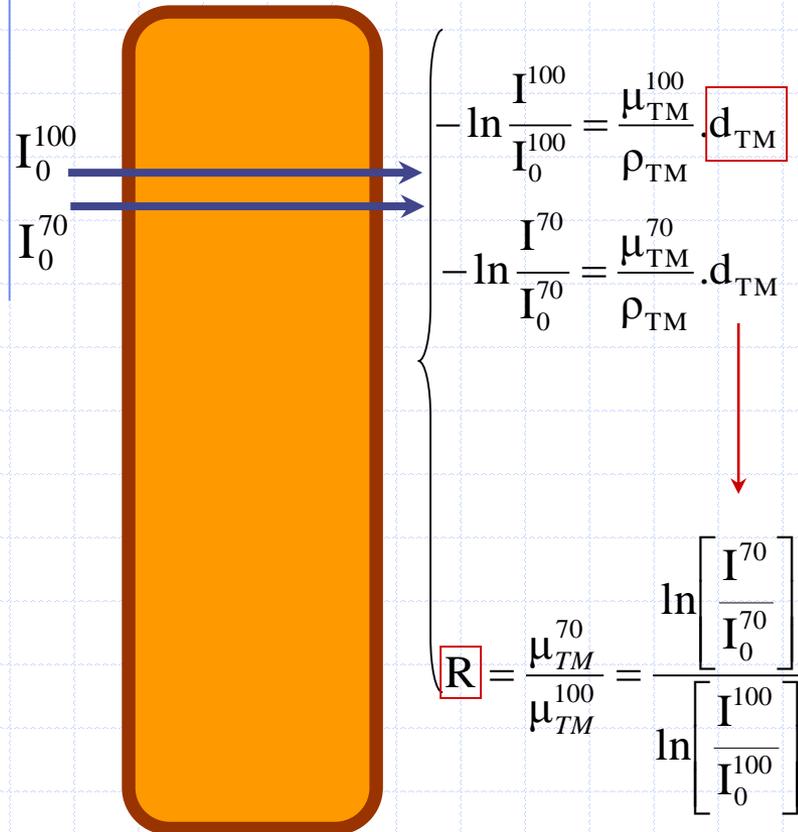
# DEXA



$$-\ln \frac{I^{100}}{I_0^{100}} = \frac{\mu_{TM}^{100}}{\rho_{TM}} \cdot d_{TM} + \frac{\mu_O^{100}}{\rho_O} \cdot d_O$$

$$-\ln \frac{I^{70}}{I_0^{70}} = \frac{\mu_{TM}^{70}}{\rho_{TM}} \cdot d_{TM} + \frac{\mu_O^{70}}{\rho_O} \cdot d_O$$

# DISTINCTION MASSES MAIGRE/GRASSE

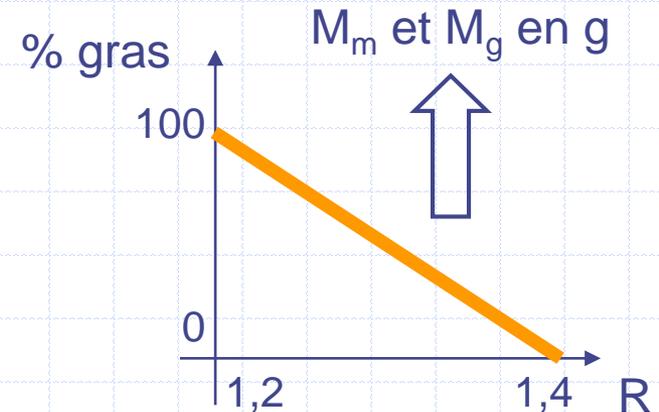


$d_{TM} \rightarrow d_m \text{ et } d_G$   
 en  $g/cm^2$   
 masses TM, m et g  
 en kg

# Ostéodensitométrie « corps entier »

$$\left\{ \begin{array}{l} -\ln \frac{I_0^{100}}{I_0^{100}} = \frac{\mu_{TM}^{100}}{\rho_{TM}} \cdot d_{TM} + \frac{\mu_O^{100}}{\rho_O} \cdot d_O \\ -\ln \frac{I_0^{70}}{I_0^{70}} = \frac{\mu_{TM}^{70}}{\rho_{TM}} \cdot d_{TM} + \frac{\mu_O^{70}}{\rho_O} \cdot d_O \end{array} \right. \Rightarrow d_O \text{ en g/cm}^2$$

$$R = \frac{\mu_{TM}^{70}}{\mu_{TM}^{100}} = \frac{\ln \left[ \frac{I_0^{70}}{I_0^{70}} \right]}{\ln \left[ \frac{I_0^{100}}{I_0^{100}} \right]}$$



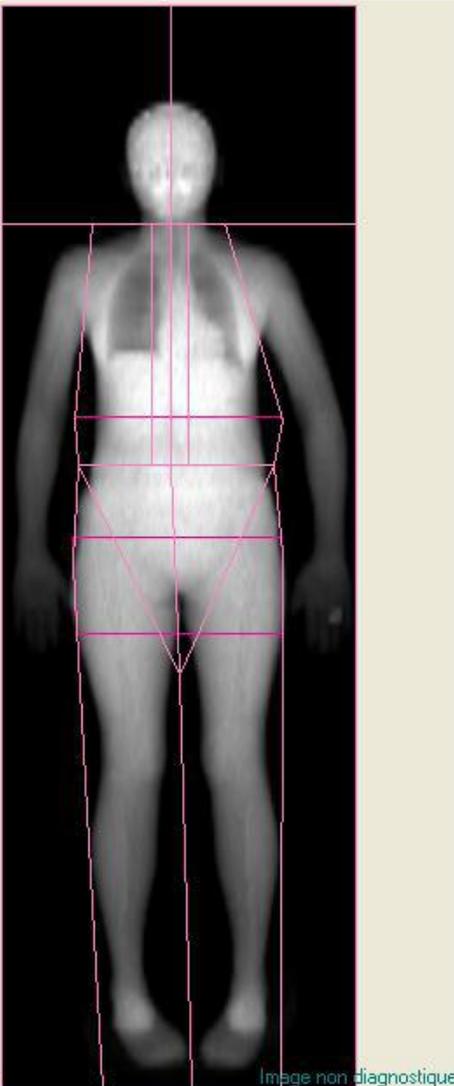
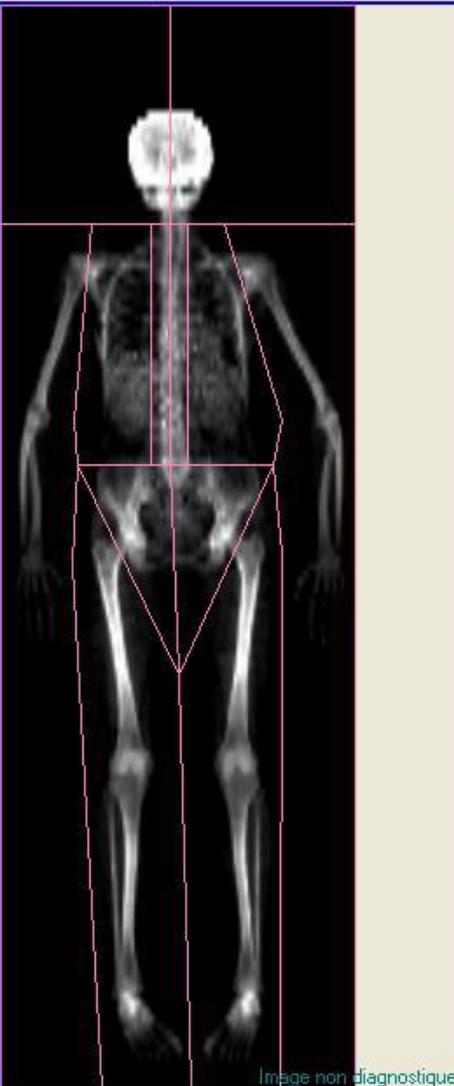
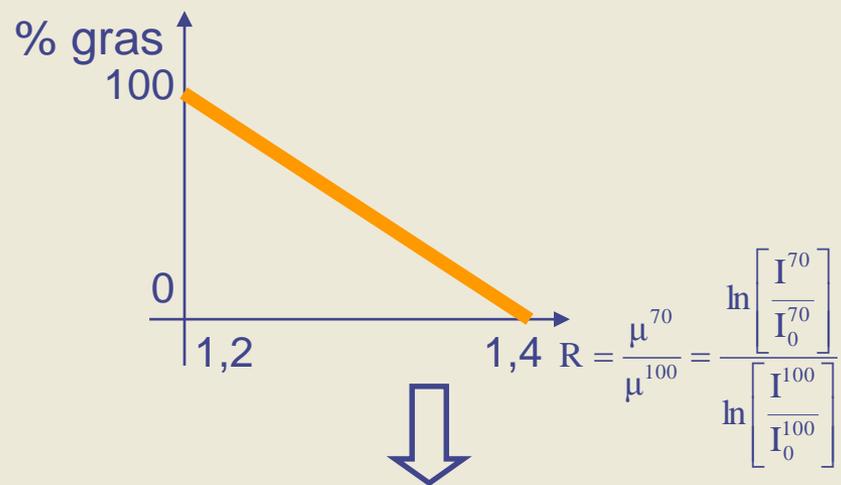


Tableau de référence : aucune donnée de référence pour la région Corps Entier [Total].  
France Reference Population did not support Composition for Corps Entier.



**Classification IMC de l'Organisation Mondiale de la Santé**

Indice de masse corporelle (IMC) = 20,7



**Composition**

Région	Tissus (%Gras)	Z-Score	Mas Tot (kg)	Région (%Gras)	Tissus (g)	Gras (g)	Maigre (g)	CMO (g)	S ▲
Tronc Droit	27,1	-	-	26,7	11 652	3 161	8 491	178	
Droit Entier	29,7	-	-	28,7	24 590	7 298	17 292	799	
Bras	33,7	-	-	32,3	5 365	1 807	3 559	233	
Jambes	34,7	-	-	33,4	17 202	5 962	11 240	668	
Tronc	27,1	-	-	26,7	25 004	6 779	18 225	355	
Androïde	31,9	-	-	31,6	3 751	1 196	2 555	30	
Gynoïde	39,7	-	-	38,8	7 785	3 087	4 697	171	
<b>Total</b>	<b>29,6</b>	-	<b>53,0</b>	<b>28,7</b>	<b>51 417</b>	<b>15 214</b>	<b>36 202</b>	<b>1 618</b>	

**Résultats standards**  
Sélectionner la région :  
Onglet Résultats : flèches gauche/droite  
Onglet Image : onglet/shift+onglet

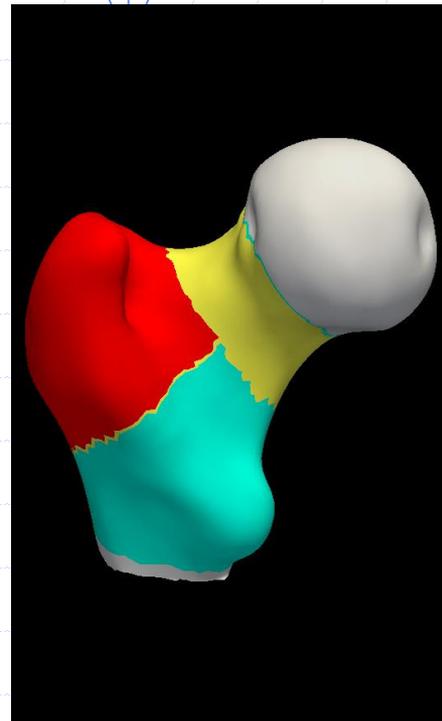
flèches haut/bas

160,0 cm 53,0 kg Blanc Femme

# ET EN 3D ?

- QCT non optimal
- 3D-DXA
  - Solution algorithmique fondée sur une BDD de 111 DEXA + QCT  $\Rightarrow$  modèle stat de fémur (g)
  - « transfert » des aBMD du DEXA sur un modèle de fémur 3D optimum
  - En développement sur le rachis
  - Image 3D de la DMO et de l'épaisseur corticale

# 3D-DXA: DMO volumique en g/cm<sup>3</sup>



Visualisation

- 2D Dexa + Projection
- Densité 3D
- Régions
- Epaisseur

Réinitialiser la vue

Longueur de l'axe du fémur : 9.047 cm  
Angle fémur (FNSA) : 123.183°

Résultats CMO

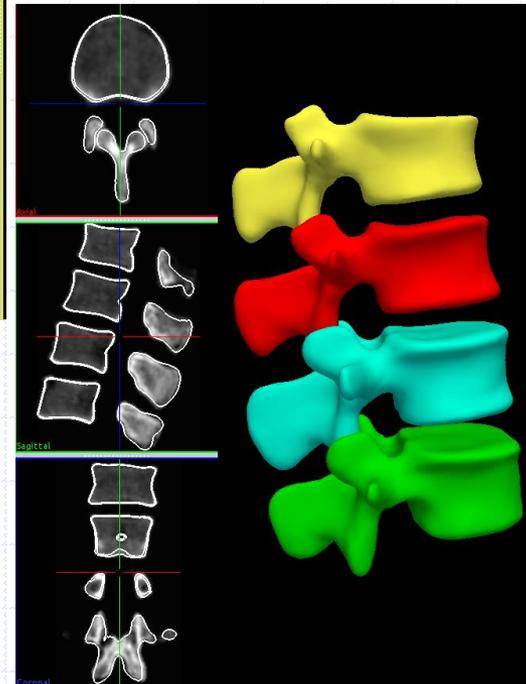
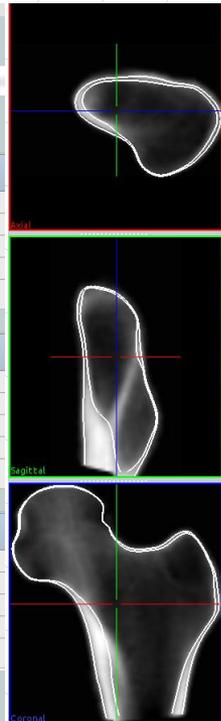
Région	Trabéculaire (g)	Cortical (g)	Total (g)
Col	3.85	1.22	5.07
Trochanter	6.11	1.67	7.78
InterTro	7.41	7.22	14.63
Total	17.37	10.10	27.48

Résultats volume

Région	Trabéculaire (cm <sup>2</sup> )	Cortical (cm <sup>2</sup> )	Total (cm <sup>2</sup> )
Col	12.07	1.93	14.01
Trochanter	30.66	3.47	34.13
InterTro	26.63	8.46	35.10
Total	69.37	13.87	83.24

Résultats vDMO

Région	Trabéculaire (g/cm <sup>3</sup> )	Cortical (g/cm <sup>3</sup> )	Total (g/cm <sup>3</sup> )
Col	0.319	0.631	0.362
Trochanter	0.199	0.481	0.228
InterTro	0.278	0.853	0.417
Total	0.250	0.728	0.330



Visualisation

- 2D Dexa + Projection
- Densité 3D
- Régions
- Epaisseur

Réinitialiser la vue

Résultats : Corps

Résultats CMO

Région	Trabéculaire (g)	Cortical (g)	Total (g)
L1	6.51	1.84	8.34
L2	6.41	1.87	8.28
L3	7.14	2.42	9.56
L4	7.09	2.77	9.86
Total	27.14	8.89	36.04

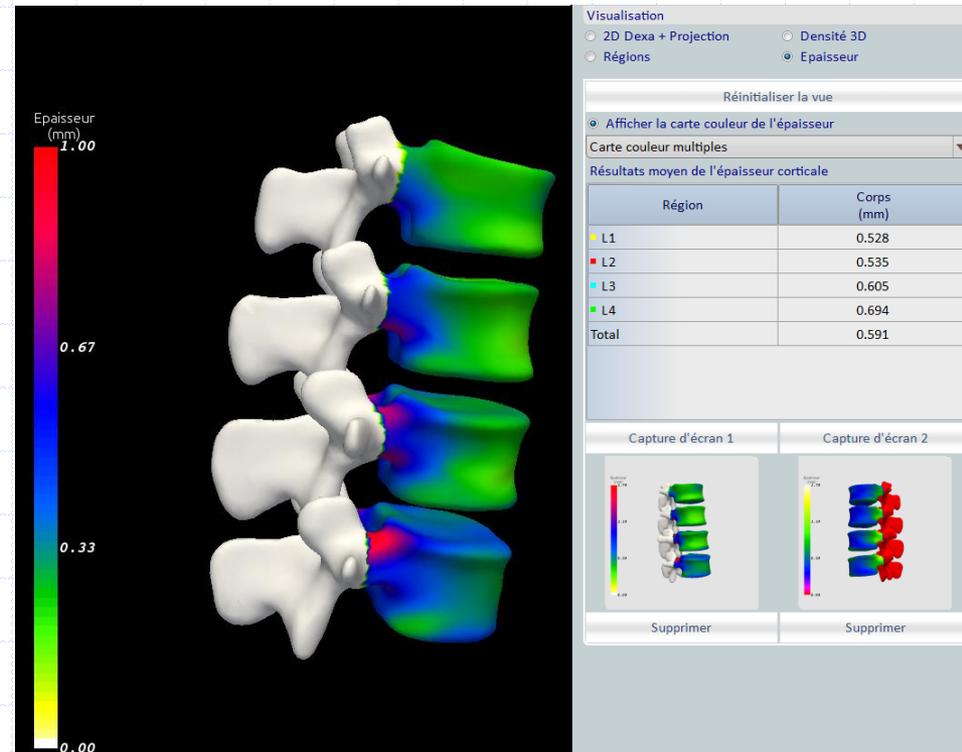
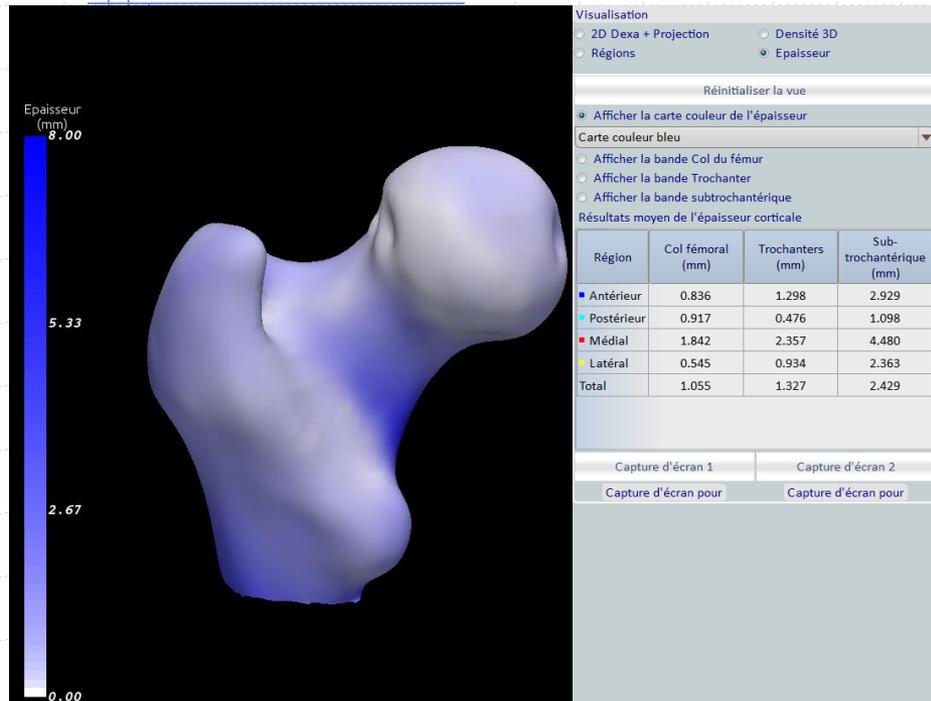
Résultats volume

Région	Trabéculaire (cm <sup>2</sup> )	Cortical (cm <sup>2</sup> )	Total (cm <sup>2</sup> )
L1	31.50	3.12	34.62
L2	34.46	3.25	37.71
L3	35.54	4.00	39.54
L4	35.94	4.56	40.51
Total	137.44	14.94	152.38

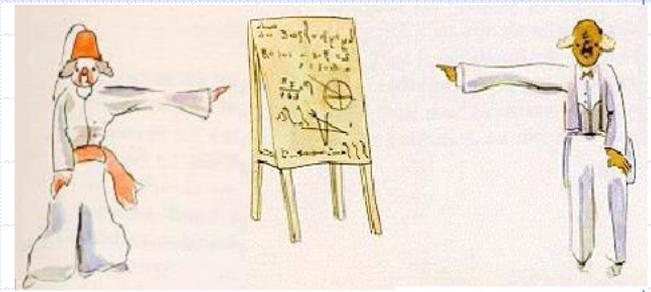
Résultats vDMO

Région	Trabéculaire (mg/cm <sup>3</sup> )	Cortical (mg/cm <sup>3</sup> )	Total (mg/cm <sup>3</sup> )
L1	206.61	588.15	241.02
L2	185.95	575.76	219.57
L3	200.87	604.27	241.69
L4	197.29	606.22	243.36
Total	197.51	595.29	236.51

# 3D-DXA: Epaisseur corticale



# CONCLUSION



- Technique très peu irradiante, peu coûteuse, disponible
- Précise et reproductible,
- Densité surfacique minérale osseuse localement
  - T et Z-scores sur BDD de sujets normaux  $\leftrightarrow$  #
- Masses maigre, grasse et osseuse par segments
  - Intérêt en maladies métaboliques
- Densité osseuse en  $\text{g}/\text{cm}^3$  et épaisseur corticale en 3D
- Mais n'informe pas sur la microarchitecture osseuse...

Merci pour votre attention...