
Evaluation de la masse osseuse

Méthodes d'exploration



Pr Pedro Teixeira

Le problème

- **Ostéoporose**
- **Fractures !!!**
- **Réduction de l'espérance et de la qualité de vie**
- **Problème de santé publique**
- **1/3 des femmes post ménopause**
- **1/5 des hommes après 50 ans**
- **Prévision de coût: 75 milliards d'euros en 2050**

Définition OMS

Ostéoporose :

Maladie chronique progressive

Caractérisée par :

- Une diminution de la masse osseuse**
- des altérations micro-architecturales de l'os**

Menant à une fragilité osseuse et à un risque accru de fracture

L'apport de l'imagerie

- **Diagnostic précoce**
- **Suivi thérapeutique**
- **Évaluation du risque de fracture**

La physiologie de l'os

- **Fonction**
- **Composition (collagène, hydroxyapatite, eau)**
- **Structure: corticale X médullaire**
- **Activité métabolique: corticale X médullaire**
- **Remodelage (influencé par les contraintes mécaniques)**

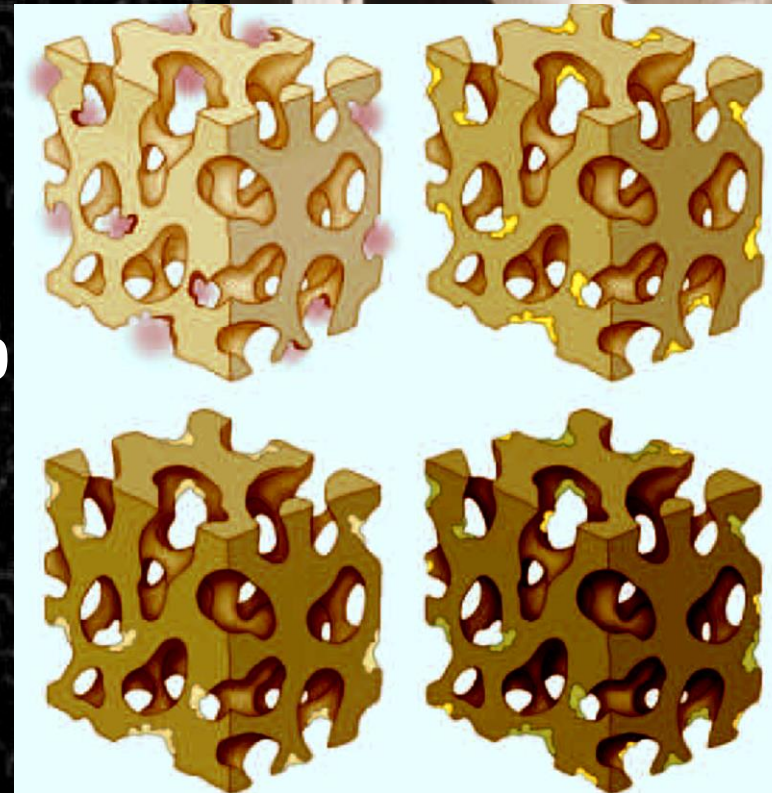
Architecture osseuse

Macro architecture

Micro architecture



Trabécules
Epaisseur: 50-200
 μm
Ecart: 200-1000
 μm



Le diagnostic de l'ostéoporose

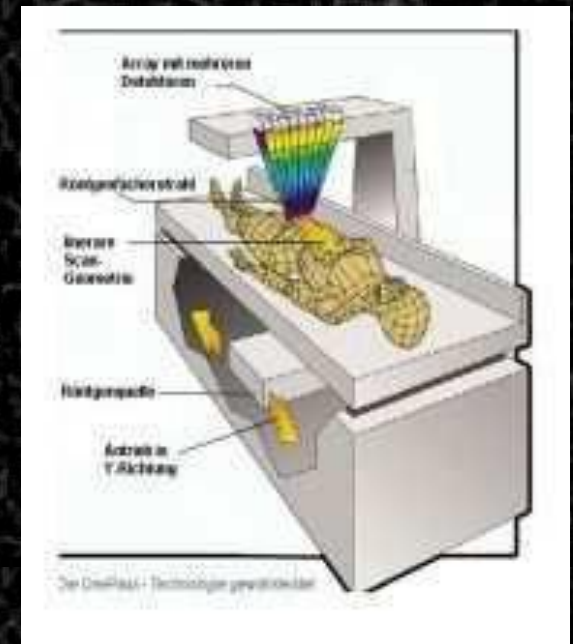
- Phase clinique: Identification d'une fracture ostéoporotique (quelle que soit la méthode!!!)
- Phase pré clinique: Réduction de la masse osseuse



La pratique aujourd'hui...

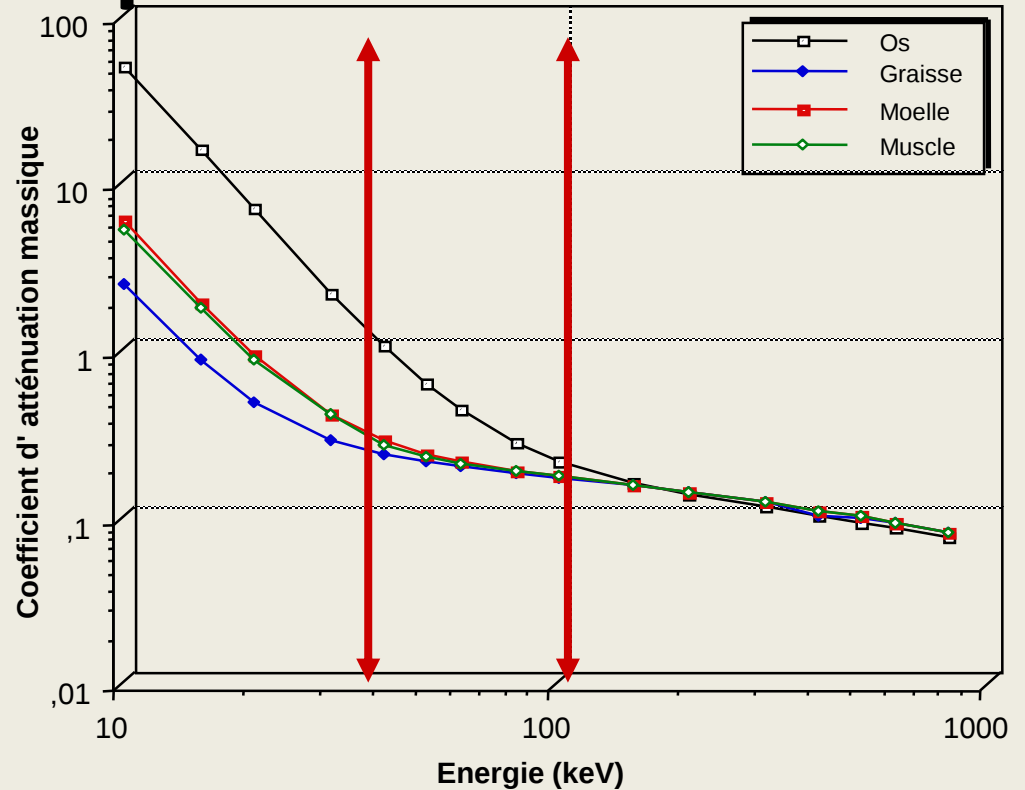
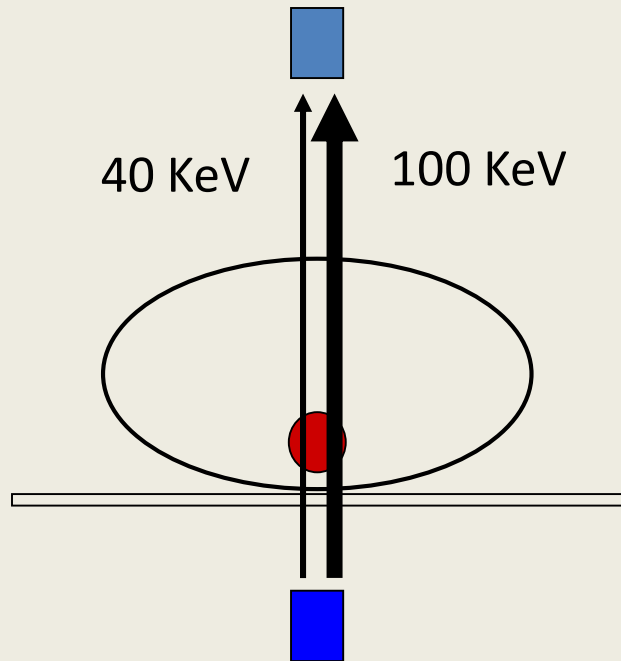
La densitométrie osseuse

Absorptiomètre bi photonique



DXA = dual X-Ray absorptiometry = densitométrie osseuse

Technique



Mesure l'atténuation relative à 2 énergies pour corriger l'atténuation par les tissus mous

Définitions

Masse osseuse :

Bone mineral content (BMC)

Bone mineral density (BMD)

Densité minérale osseuse apparente = DMO

Score

On donne un score de DMO

- Z-score nombre d'écart type avec la moyenne selon l'âge
- T-score : nombre d'écart type avec la moyenne à 20 ans (peak bone mass)

Définitions

DMO normale T score est situé entre -1 et +1 écarts-types.

Ostéopénie: entre -1 et -2,5 écarts-types.

Ostéoporose: inférieur à -2,5 écarts-types.

Ostéoporose sévère: $< -2,5$ écarts-types avec en outre antécédent d'au moins une fracture par fragilité

Intervention Thérapeutique

- Antécédent de fracture ostéoporotique
- T-score
- Calcul du FRAX (Fracture risk assessment tool)

FRAX[®] Outil d'Evaluation des Risques de Fractures

Accueil Outil de Calcul Tableau sur papier FAQ Référence

Outil de Calcul

Veuillez répondre aux questions ci-dessous pour calculer la probabilité de fracture sur 10 ans sans ou avec DMO

Pays: Royaume-Uni Nom/Identité: A propos des facteurs de risques

Questionnaire:

1. Âge (entre 40 et 90 ans) ou Date de Naissance:
Âge: 40 Date de Naissance: A: 1973 M: 01 J: 07

2. Sexe ☒ Masculin ☐ Féminin

3. Poids (kg): 77

4. Taille (cm): 188

5. Fracture antérieure ☒ Non ☐ Oui

6. Parents ayant eu une fracture de la hanche ☒ Non ☐ Oui

7. Actuellement Fumeur ☒ Non ☐ Oui

8. Glucocorticoïdes ☒ Non ☐ Oui

9. Polyarthrite rhumatoïde ☒ Non ☐ Oui

10. Ostéoporose secondaire ☒ Non ☐ Oui

11. Alcool trois unités par jour ou plus ☒ Non ☐ Oui

12. DMO du Col Fémoral (g/cm²):

T-Score: 1

Effacer Calculer

BMI: 21.8
The ten year probability of fracture (%)
avec DMO

Major osteoporotic	2.3
Hip fracture	0.0

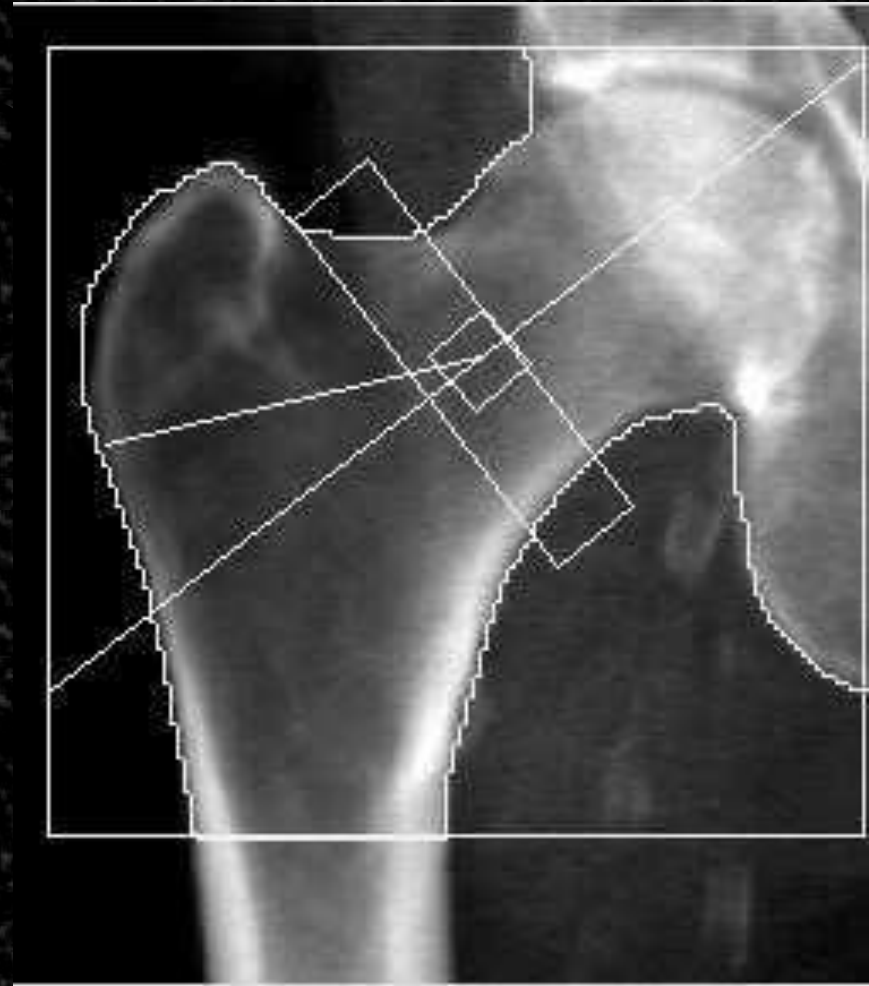
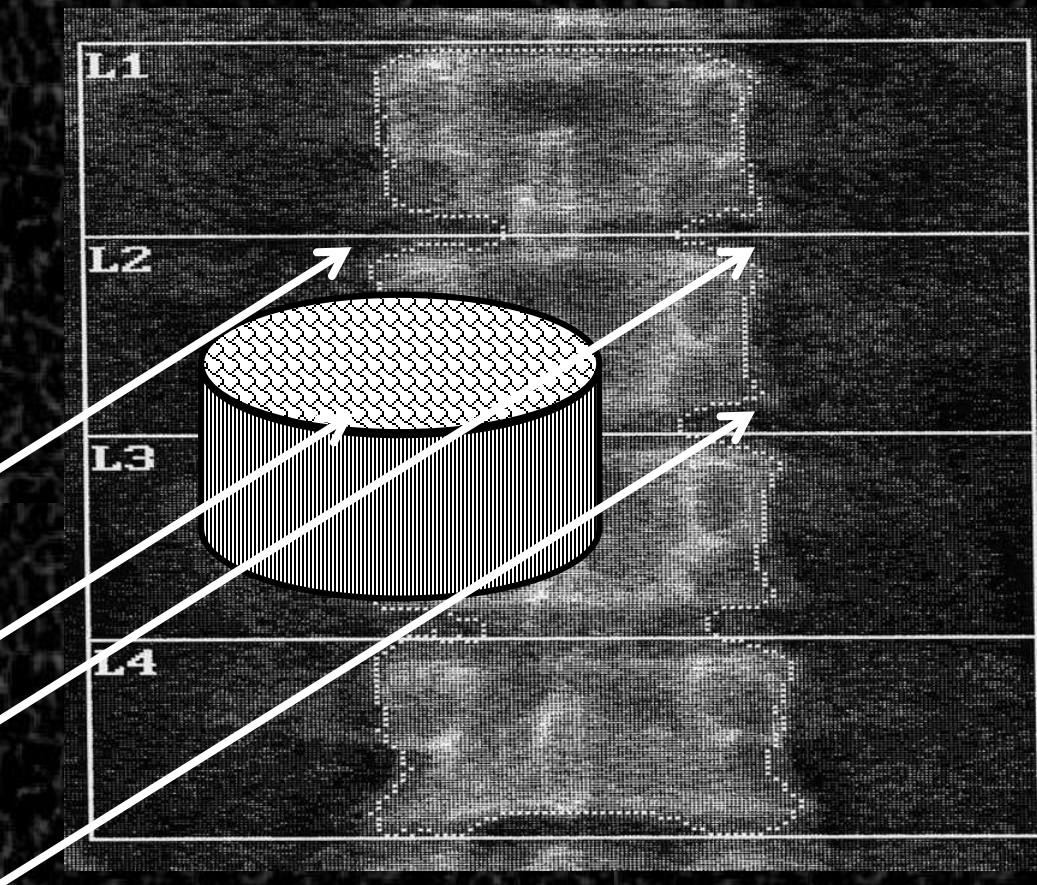
Risque statistique relié

**Risque de fracture post-ménopausique sur 10 ans
avec un T-score < -2.5 DS :**

5% à 50 ans

20% à 65 ans

Sans autre facteur de risque



Rachis meilleure analyse de la réponse au traitement.

Col du fémur meilleure évaluation du risque fracturaire

Majoration Artéfactuelle de la DMO

- Dégénérescence rachidienne
- Scoliose
- Fractures compressives
- Athéromatose calcifiée de l'aorte
- Taille de l'os
- Position du patient

Pourquoi doit-on aller plus loin?

- La moitié des femmes ménopausées avec une fracture ostéoporotique ont une DMO $\geq$ à -2.5
- La BMD ne peut pas prédire la réponse thérapeutique
- La qualité de l'os n'est pas uniquement un reflet de la BMD
- L'évaluation de la morphologie de la corticale et des trabécules: informations additionnelles sur le risque fracturaire.

Et l'architecture osseuse...



Valeur de l'analyse trabéculaire

- Fraction du volume osseux
- Le nombre de trabécules
- La forme (rod like vs plate like)
- Les ramifications
- Écart entre les trabécules

Méthodes d'évaluation:

- Paramètres de texture – score trabéculaire osseux (TBS)
- Analyse directe

Méthodes alternatives

TDM quantitative (500 μm)

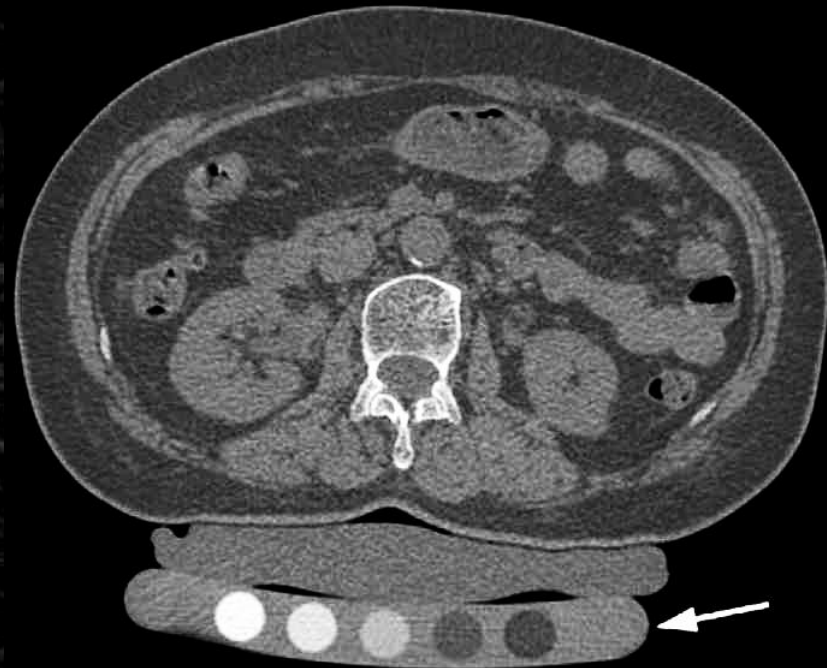
Distingue l'os cortical et l'os spongieux

Mesure de densité (UH) au niveau de l'os spongieux

Analyse de la morphologie de l'os

Bonne évaluation de la
réponse thérapeutique

Analyse de la micro architecture (FEA)



Limites

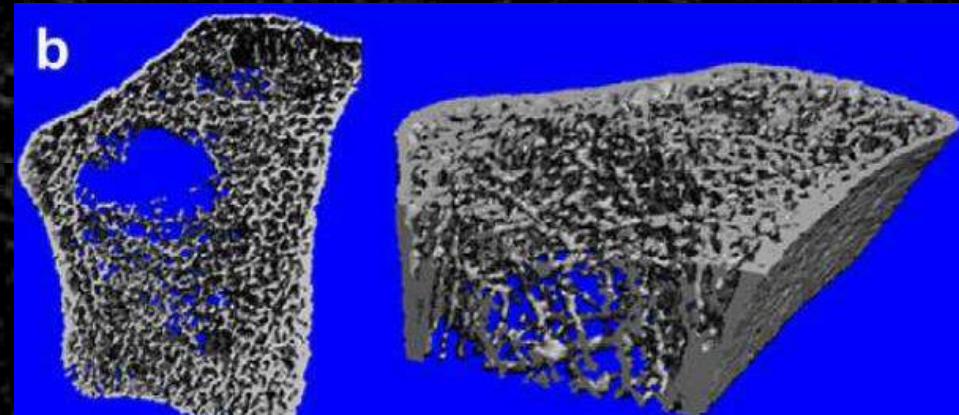
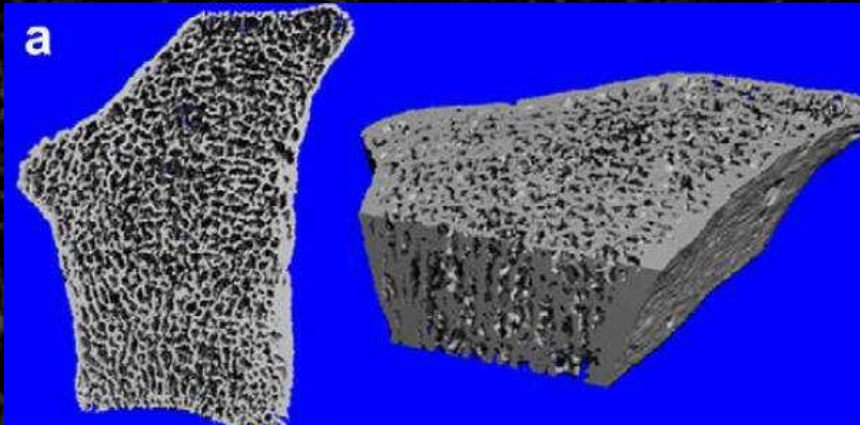
Protocole et calibration

Irradiant

Coût

TDM périphérique quantitative (85 μm)

- Calcul de la densité volumétrique
- Peut estimer le risque fracturaire (FEA)
- Analyse indirecte de la morphologie trabéculaire



Limites

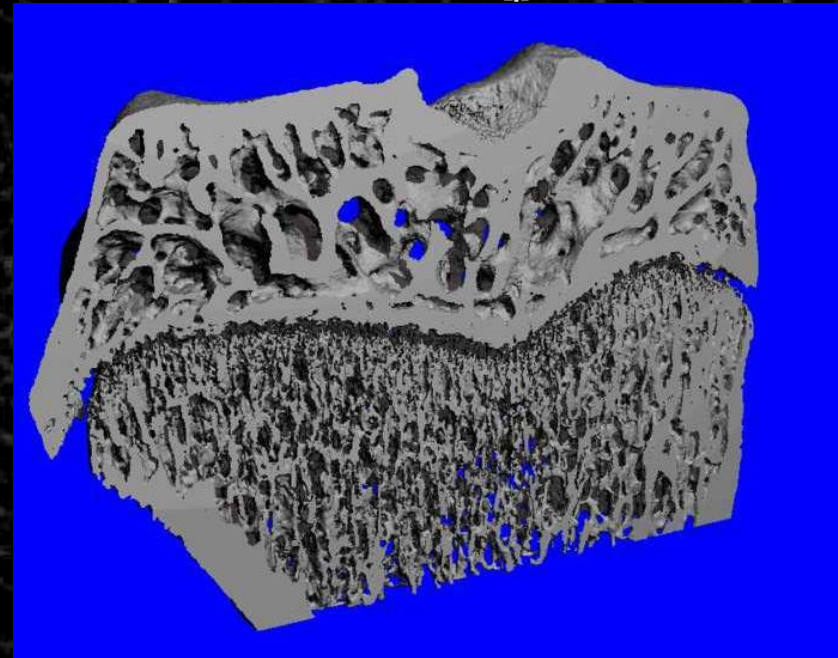
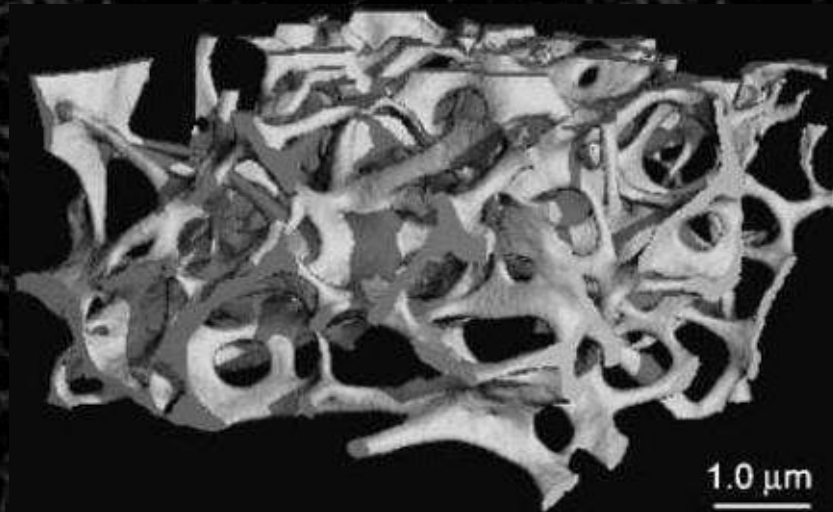
Etudes de corrélation clinique sont en cours

Pas d'évaluation du squelette axial (peut-elle estimer le risque fracturaire?)

Irradiant

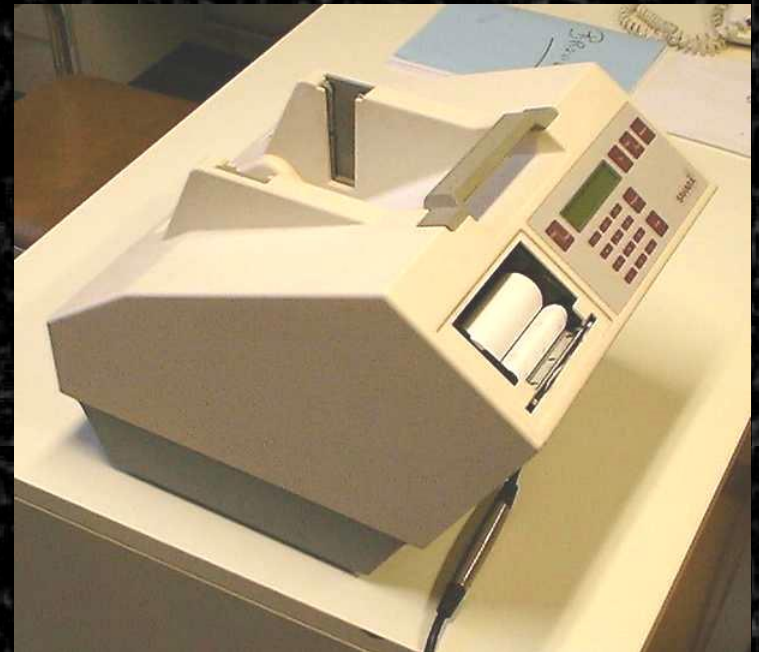
Micro-CT

- Résolution de 6 μm
- Visualisation directe de l'architecture osseuse
- Gold standard
- Recherche



Ultra-sonographie quantitative

Mesure la vitesse et l'atténuation du faisceau
sonore



Lentle Radiology 2003;228:620-8

Résultats de l'ultra-sonographie

Identifie l'augmentation du risque
fracturaire lié à l'âge et à la ménopause.

Inférieur à la DMO pour estimer le risque
de fracture du col du fémur

Résultats de l'ultra-sonographie

Avantages : coût, innocuité

Limites : mesures périphériques

Analyse non standardisée

Peu d'études



IRM

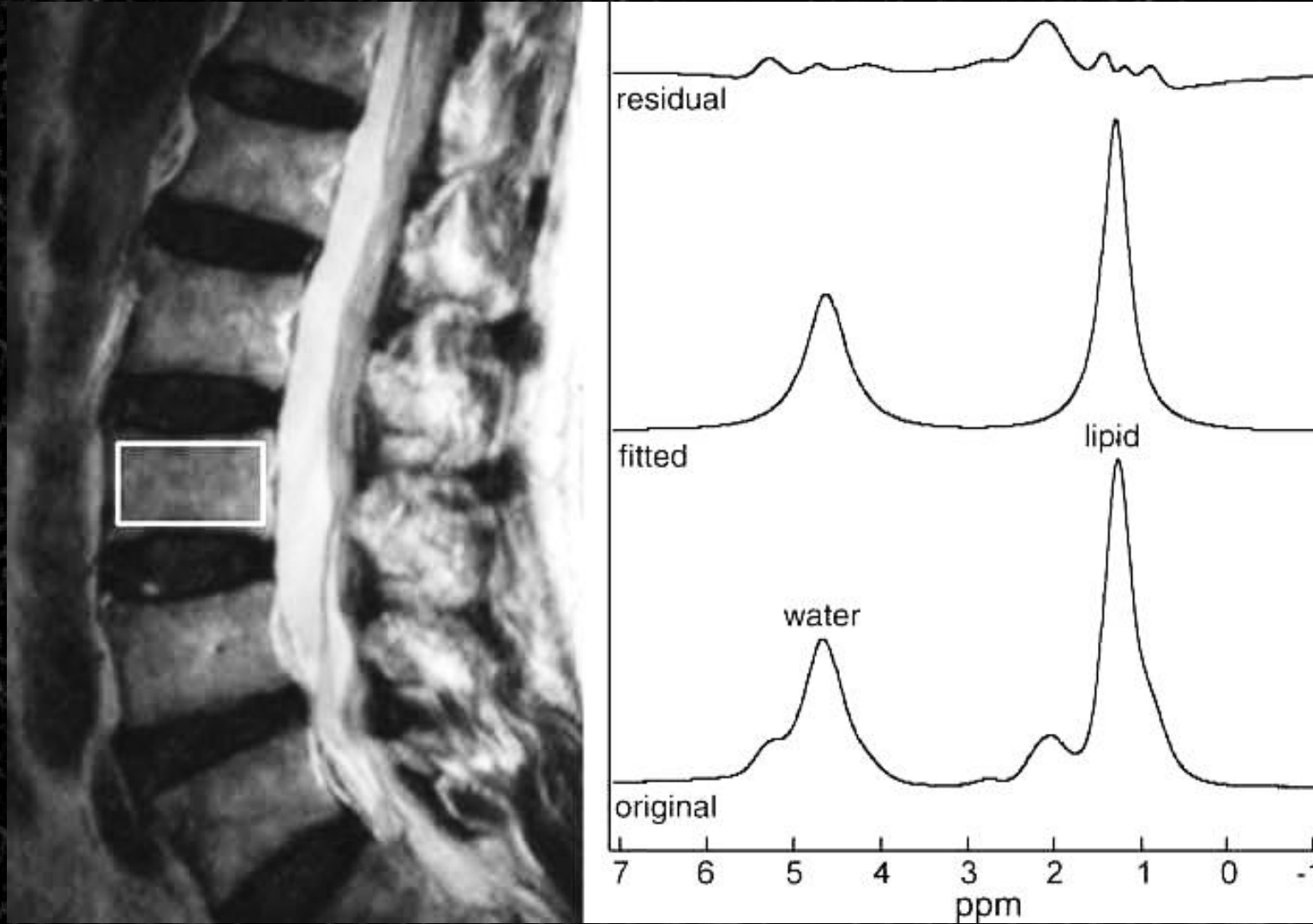
- IRM de haute résolution
- Spectro IRM H^1
- Perfusion de la moelle osseuse du rachis :
T1 dynamique
- TE ultra court

IRM de haute résolution

- Visualisation indirecte des trabécules
- Haut champ magnétique
- Identification des fractures ostéoporotiques
- Potentiel rôle dans le suivi post thérapeutique



Spectro MR

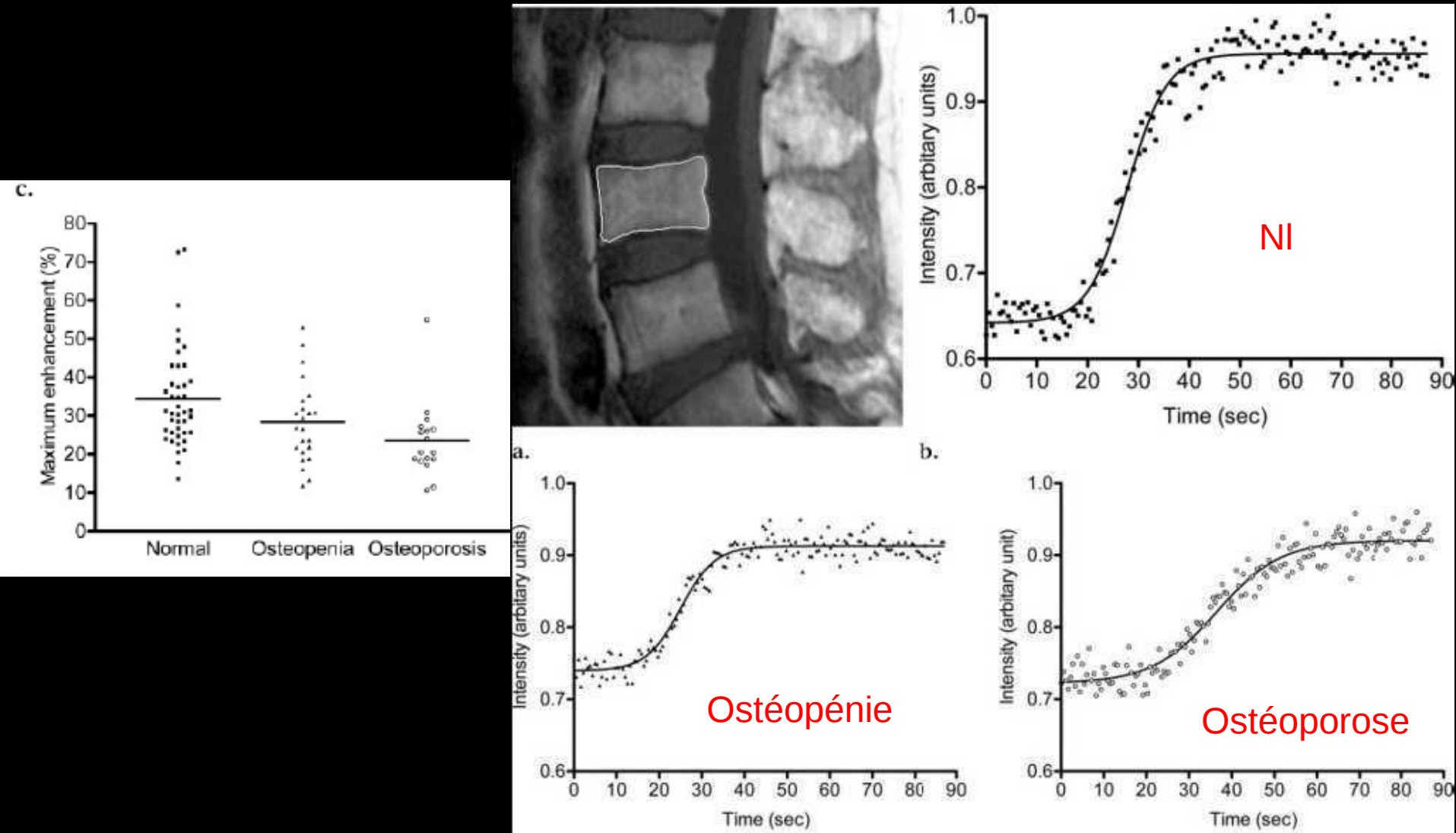


Résultats spectroscopie

Différence significative entre le contenu en graisse de patient normaux (50%) et ostéopénique (55%) ou ostéoporotique (58%)

Mais on ne peut pas différencier les patients ostéoporotiques et ostéopéniques

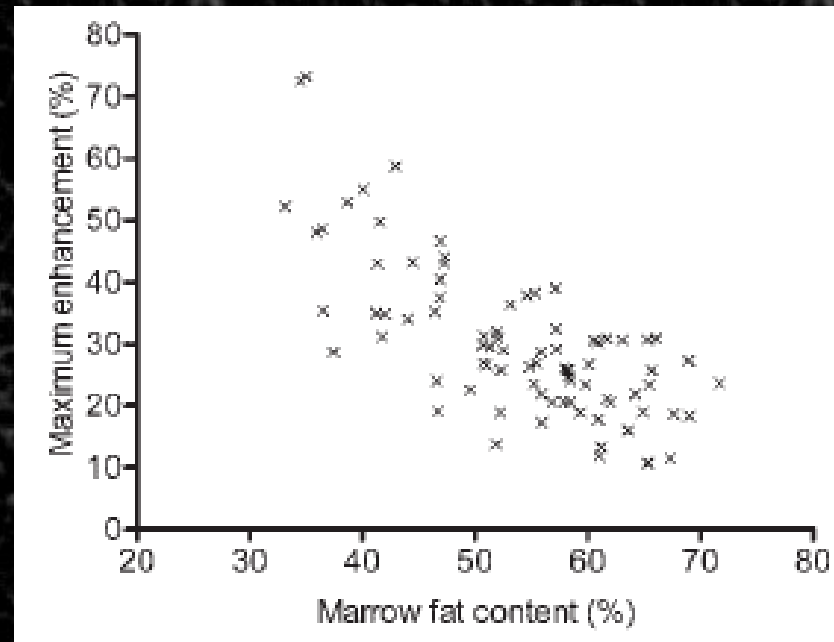
Perfusion



Résultats Perfusion

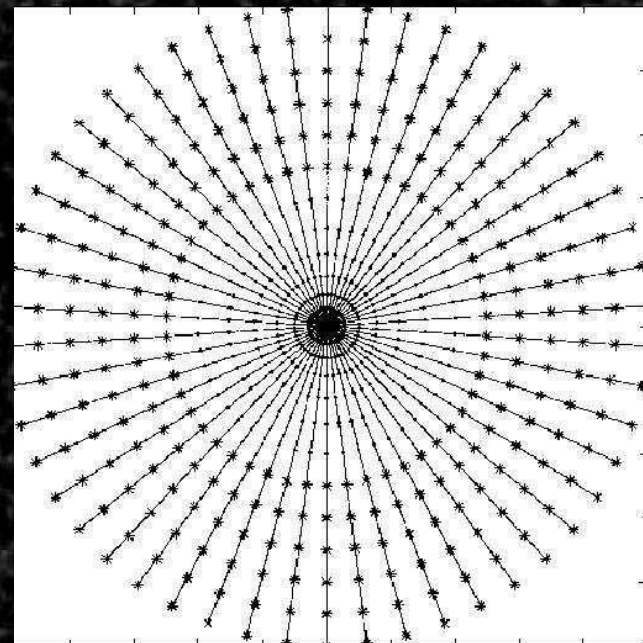
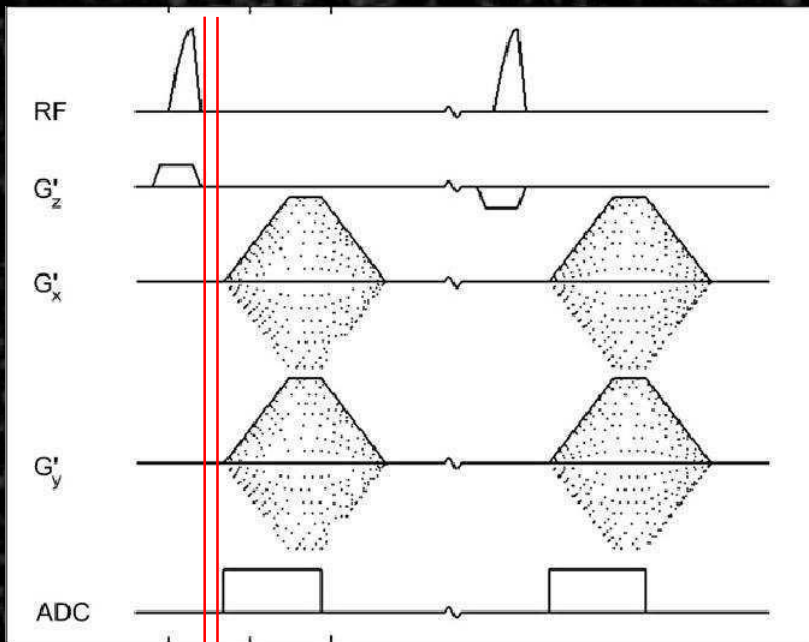
Différence significative des courbes
dynamiques entre patients normaux et
ostéopéniques ou ostéoporotiques

Hypothèse vasculaire

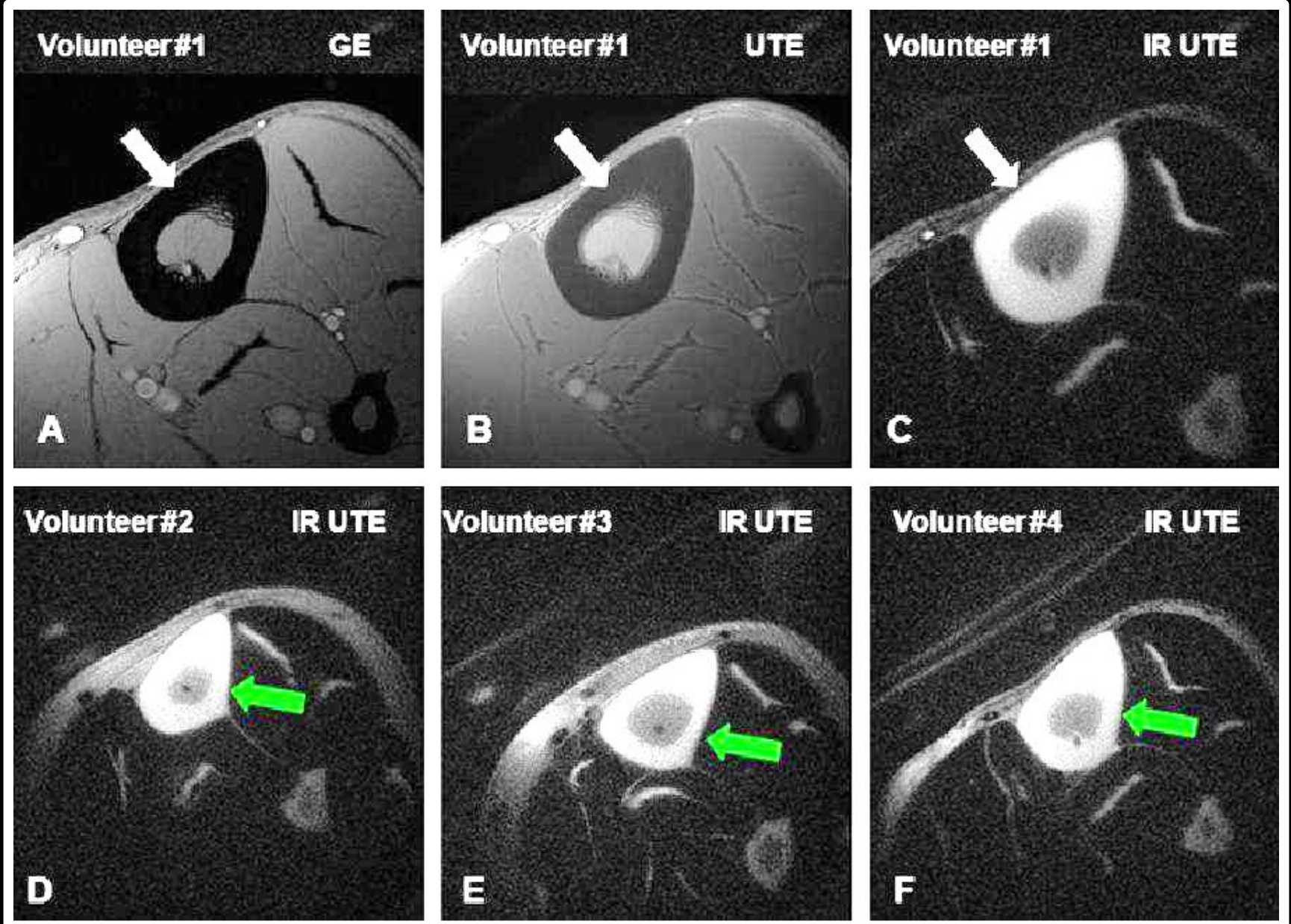


Ultra Short TE

- Permet d'acquérir du signal des tissus avec un T2 très bas.



Ultra Short TE



Conclusion

- La DMO est encore la méthode de référence
- La densité osseuse isolée n'est pas un bon marqueur du risque fracturaire ni de la réponse thérapeutique
- Les méthodes alternatives sont utiles dans ce contexte
- Nécessité d'uniformisation et de corrélations cliniques ...