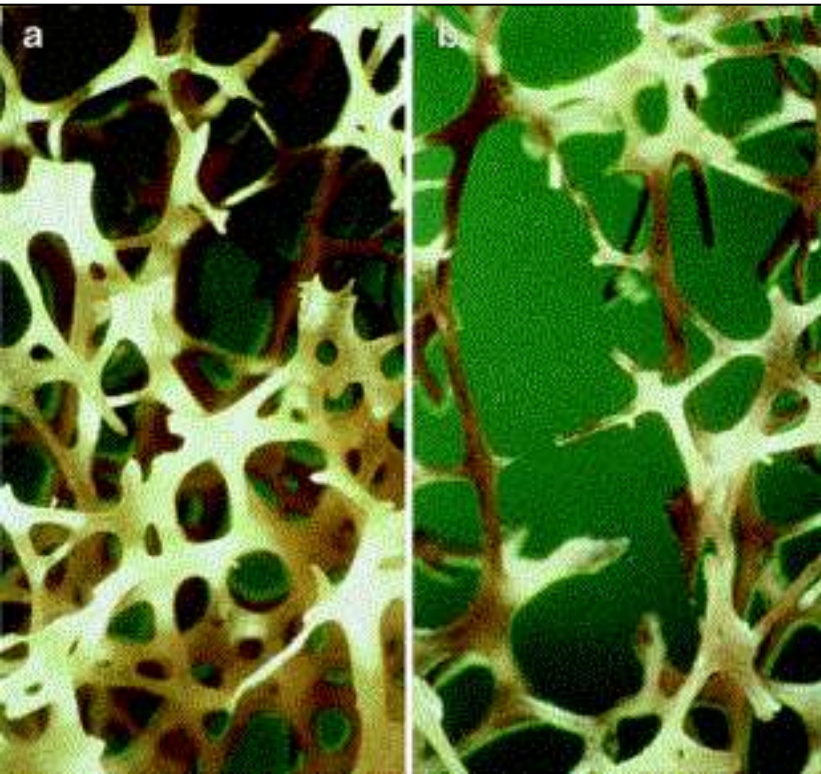


# Investigations paracliniques:

nouveautés - perspectives



**Dr Isabelle Courtois**  
**CHU Saint - Etienne**

## Investigations paracliniques:

1. l'évaluation de la résistance osseuse  
l'imagerie, les mesures de densité osseuse
2. l'évaluation biologique du remodelage osseux:  
Les marqueurs osseux

Bilan radiographique

## radiographies du rachis systématiques

### **Fractures vertébrales asymptomatiques**

- Un patient sur 2, admis aux urgences pour une fracture périphérique, a déjà une fracture vertébrale non-diagnostiquée (Geusens. Arthritis rheum 2006)
- 58 enfants, rhumatisme inflammatoire chronique: 10 fractures vertébrales dont 7 asymptomatiques (Nakhla)
- Une fracture vertébrale est cliniquement symptomatique dans 30% des cas

**Cascade** fracturaire (Lindsay): risque de nouvelle fracture vertébrale x 5 ou 10



# Densitométrie osseuse par absorptiométrie biphotonique à rayons X - DEXA

## Examen standard de référence

Densité surfacique exprimée en  $\text{g/cm}^2$

Reproductibilité: bonne, 1-2% chez l'enfant  
2-3% chez le nouveau-né

Même appareil (même marque Hologic ou Lunar)

Durée d'examen: quelques minutes

Irradiation: 5 à 10 fois moins radio pulmonaire

Artéfacts: produits de contraste, matériel métallique, plâtre, fractures, MOUVEMENTS

Sites: chez l'adulte: rachis, fémur

chez le nouveau-né: CE

chez l'enfant et l'adolescent: rachis, fémur, CE

Analyse des résultats selon les courbes de normalité (selon l'âge et le sexe)

chez l'adulte (de + de 50ans): **T-Score** < -2,5 (par rapport au pic de masse osseuse)

chez l'enfant: **Z-Score** < -2 ( par rapport à l'âge *ou* l'âge osseux)

Risque fracturaire X 2 quand diminution d'une DS (Burger, 1999)

Le pic de croissance staturale survient avant le pic de gain de DMO: dissociation entre croissance et minéralisation osseuse entraînant une fragilité osseuse temporaire (augmentation du nombre des fractures de l'avant bras en début de puberté) (Faulkner,2006)



# Nouveautés:

## Conditions de **remboursement** (juillet 2006)

### Absorptiométrie biphotonique sur 2 sites

#### Pour un 1<sup>er</sup> examen:

#### - Dans la population générale, quelques soient l'âge et le sexe

- en cas de signes d'ostéoporose: fracture vertébrale ou périphérique sans traumatisme majeur (sauf fracture du crâne, des orteils, des doigts, du rachis cervical)

- en cas de pathologie ou traitement inducteur d'OP: corticothérapie, hypogonadisme, hyperthyroïdie, hypercorticisme, hyperparathyroïdie, ostéogénèse imparfaite.

- **Chez la femme ménopausée:** ATCD de fracture du col fémoral sans traumatisme majeur chez un parent au 1<sup>er</sup> degré, IMC < 19 kg/m<sup>2</sup>, ménopause avant 40 ans, ATCD de corticothérapie de plus de 3 mois à une dose >7.5 mg/jour

Pour un 2<sup>nd</sup> examen: chez la femme ménopausée à l'arrêt d'un traitement ou après 3 à 5 ans. OI

Indiquée si le résultat peut conduire à une modification de la prise en charge thérapeutique

Tarif: 39.96 euros, remboursé à 70%

## Autres techniques d'évaluation de la densité osseuse

- Méthodes ultrasoniques
- Méthodes tomodensitométriques

Mais la densité minérale osseuse n'est pas le seul élément qui influencent la solidité osseuse

La DMO est corrélée à la résistance osseuse globale  
( $r^2 = 50-80\%$  pour radius, vertèbre, fémur)  
Bouxsein, 1999

# RESISTANCE OSSEUSE

## 1. Propriétés structurelles

- macro-architecture de l'os: géométrie  
forme, taille, surface de  
section, épaisseur corticale...

- micro-architecture de l'os:  
architecture trabéculaire:  
nombre, connectivité, épaisseur et  
distribution des travées  
porosité corticale

## 2. Propriétés matérielles

- Minéral

ratio minéral/matrice  
taille des cristaux

- Collagène

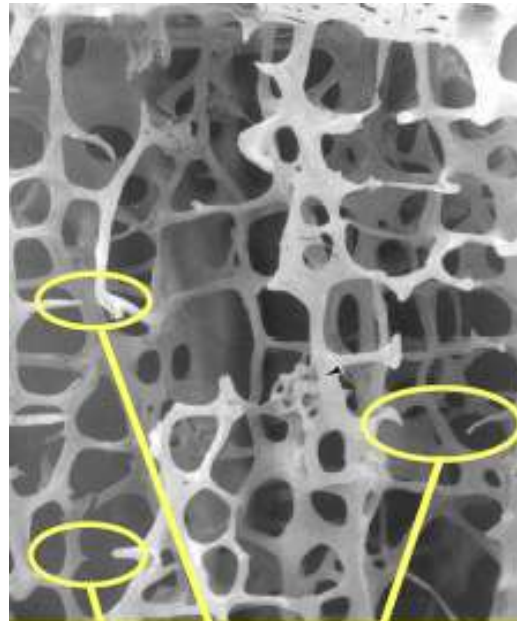
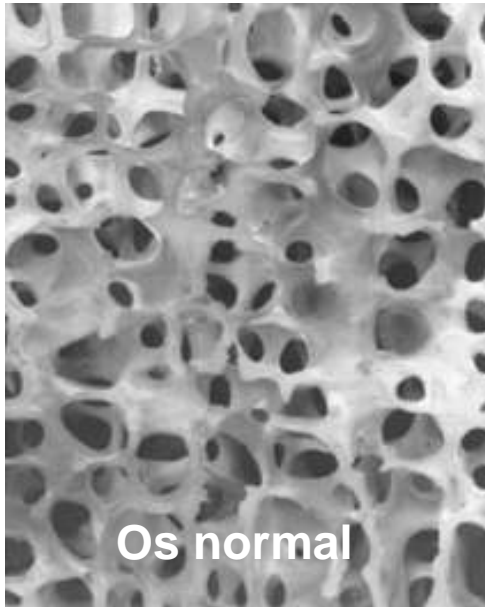
Type  
Réticulation

- micro-traumatisme/ micro-fracture

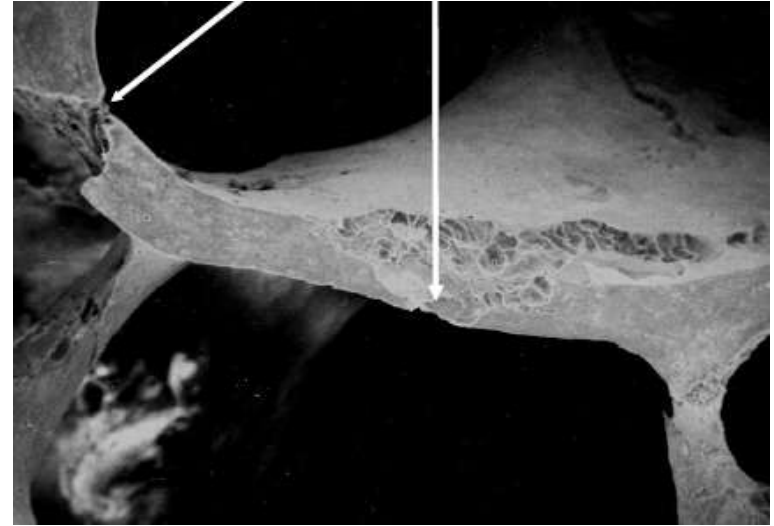
## 3. Remodelage osseux

L'ostéoporose résulte de modifications de la masse et de  
la micro-architecture trabéculaire

Dempster 2000



Perforations des travées

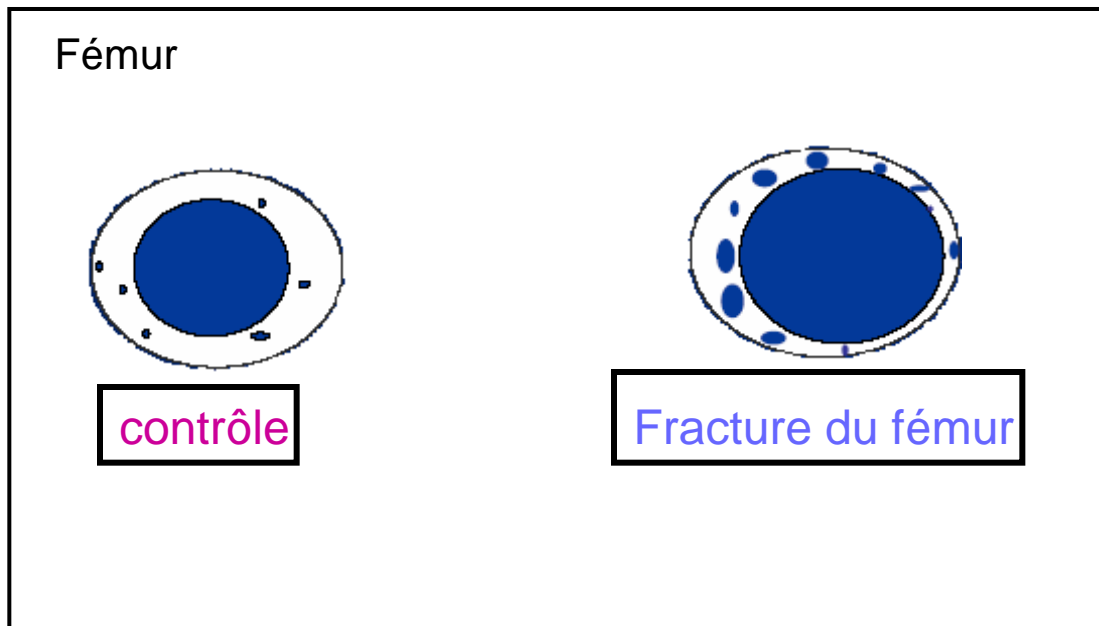


Dempster, Lindsay, 1993



# Architecture corticale: modification de la porosité corticale et de l'épaisseur corticale

Bell, Jordan, 2000



# Macro-architecture: Fractures et croissance en largeur des os chez l'enfant

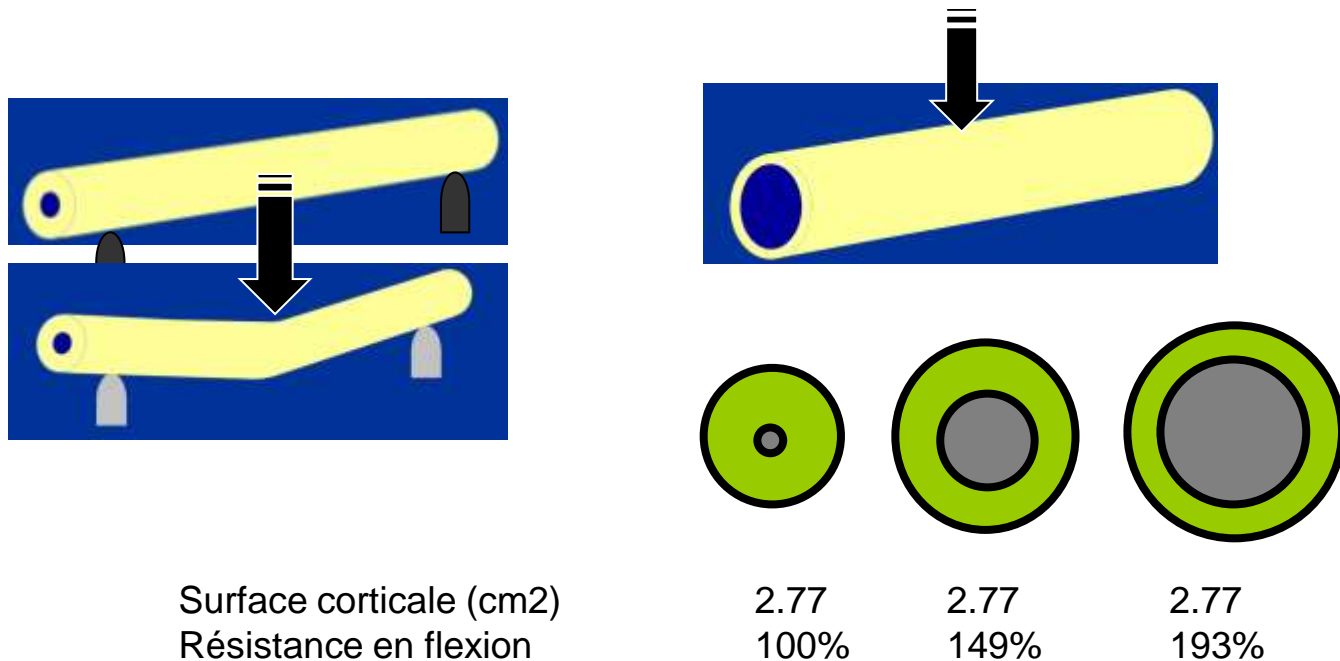
Ferrari JBMR, 2006

125 filles de 7 à 9 ans suivies pendant 8,5 ans

46% groupe « fracture » (dont 48% de fractures de l'avant-bras)

DMO, taille, poids comparables dans les deux groupes

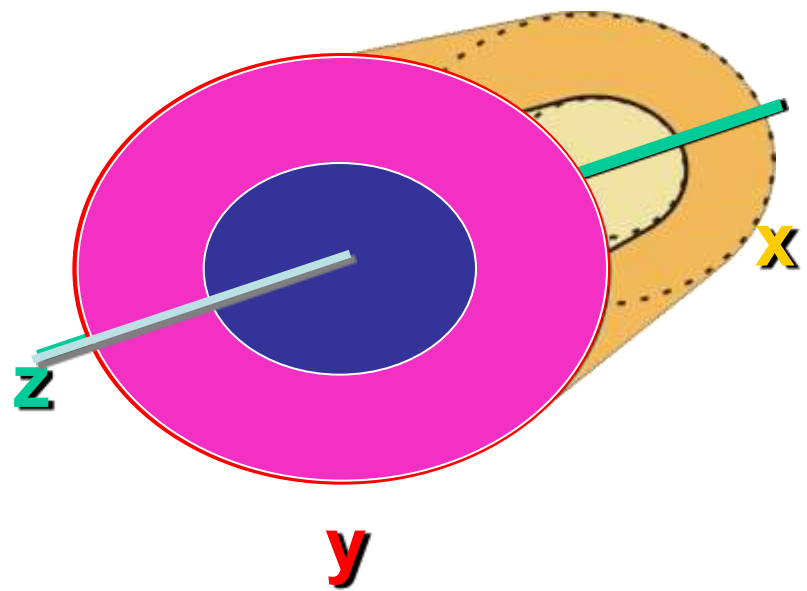
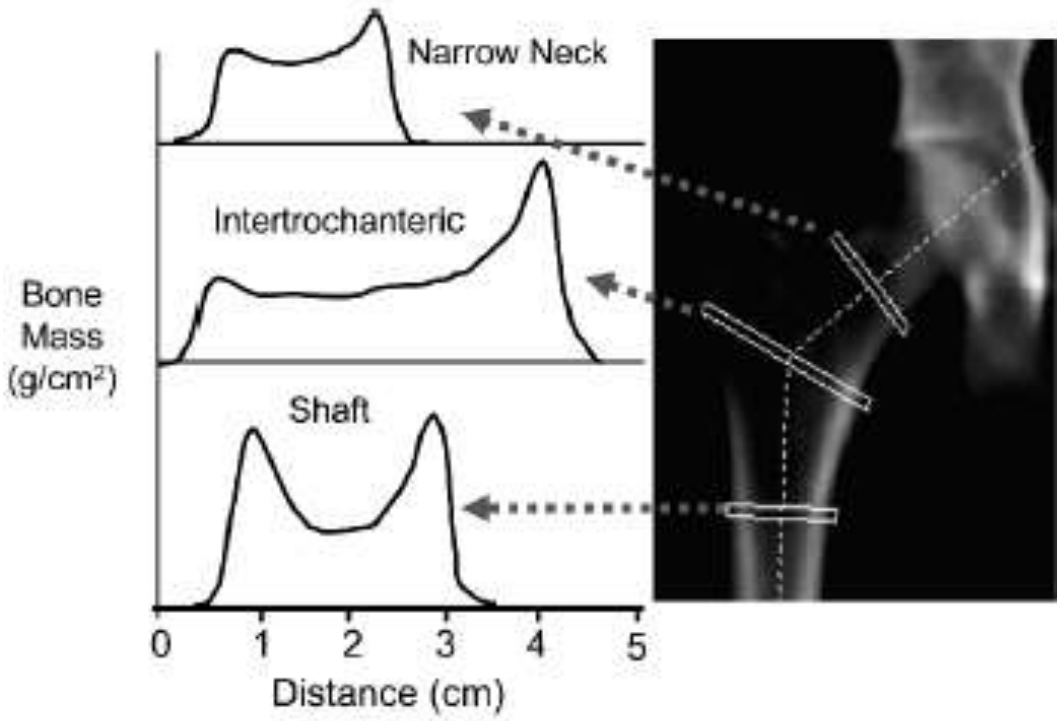
**CMO et surface osseuse de la diaphyse radiale significativement plus basse dans le groupe fracture,**



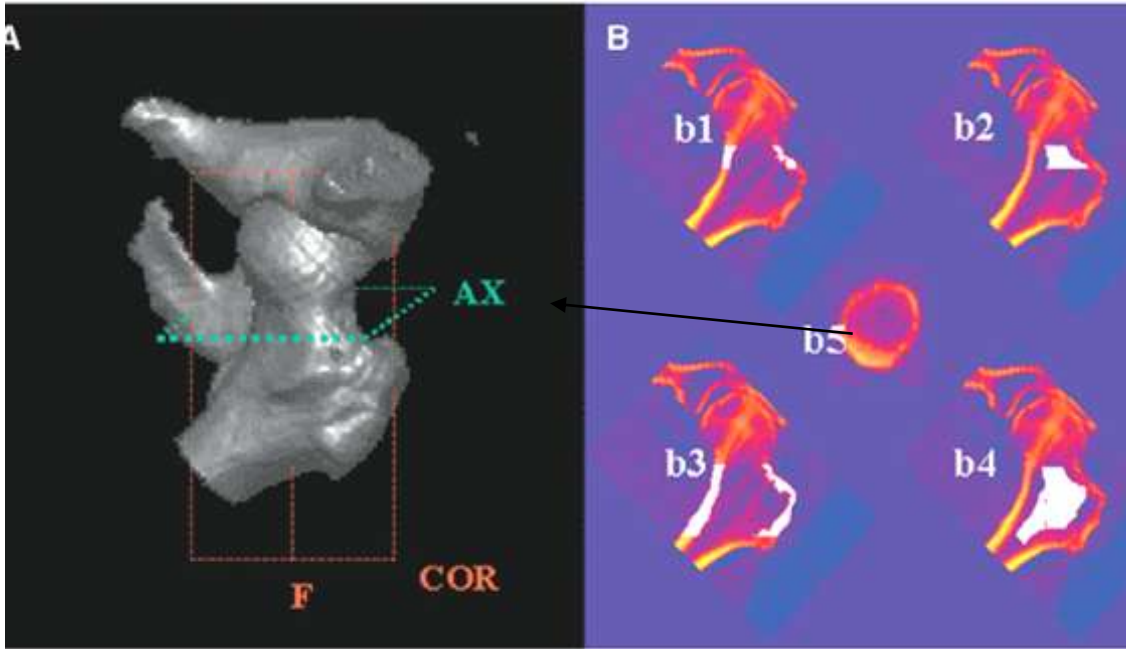
## Quels outils d'évaluation de la micro-architecture et de la macro-architecture?

- Histomorphométrie sur biopsie osseuse
- extrapolation 3D à partir de la DEXA
- Tomodensitométrie
- pQCT Haute résolution
- IRM haute résolution

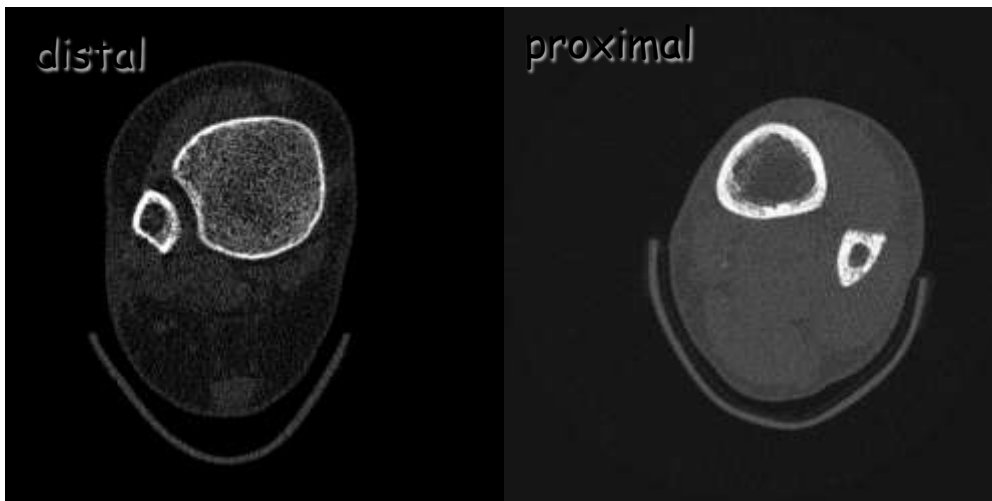
# Macro-architecture in vivo: extrapolation en 3D à partir de données de DEXA en 2D



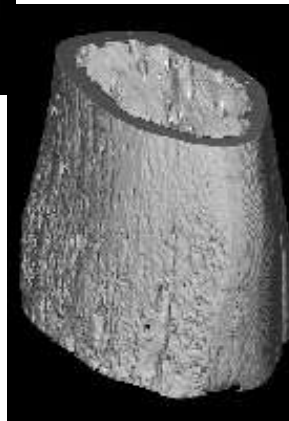
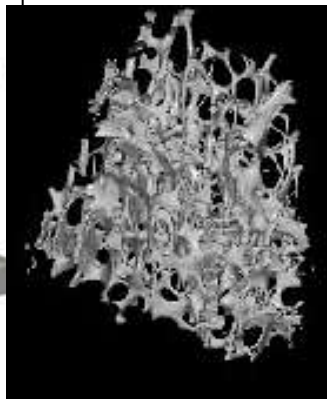
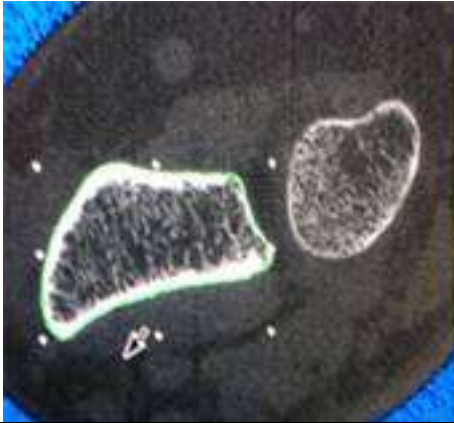
# Mesure par Tomodensitométrie



F Lang, JBMT 2006



# pQCT Haute résolution



= « biopsie virtuelle »

# **Investigations biologiques**

- Le bilan phosphocalcique sanguin et urinaire
- Le bilan biologique à la recherche de fragilité osseuse secondaire  
NFP, VS, Créatinémie, transaminases  
Vitamine D, PTH  
électrophorèse des protéines  
TSH, Cortisol
- Les marqueurs osseux

### *Marqueurs de formation osseuse*

PAL totale

**PAO** (PAL osseuse)

**Ostéocalcine**

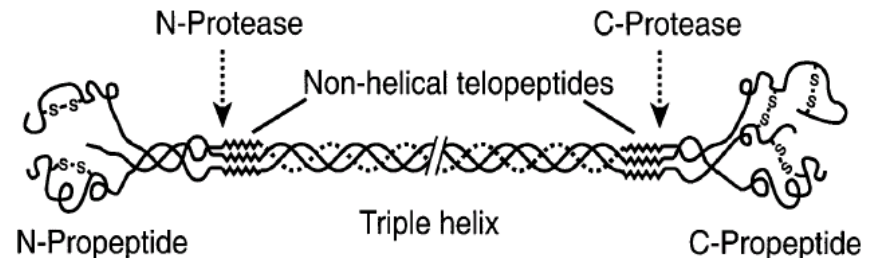
Propeptide du procollagène N et C terminal (**P1NP\*** et P1CP)

### *Marqueurs de résorption osseuse*

Pyridinoline, **desoxypyridinoline\***  
(cross-links)

Télopeptide N et C terminal du  
collagène de type 1 (**CTX\*** =  
**crosslaps** et NTX)

\*: marqueurs collagéniques





Mais:

- **variations physiologiques selon l'âge**

chez l'enfant, les marqueurs augmentent plus ou moins parallèlement à la vitesse de croissance avec augmentation transitoire au moment du pic pubertaire

taux diminuent chez le jeune adulte

taux augmentent à la ménopause

- **variations circadiennes**: attention à l'heure du prélèvement

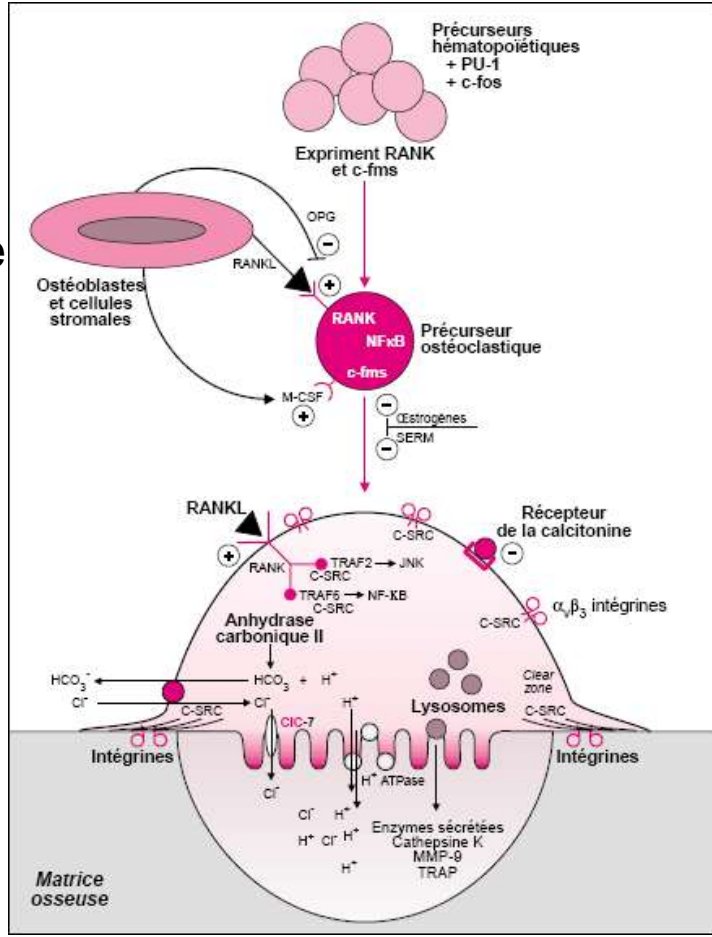
- **variations saisonnières**

- **variabilité intra-individuelle**

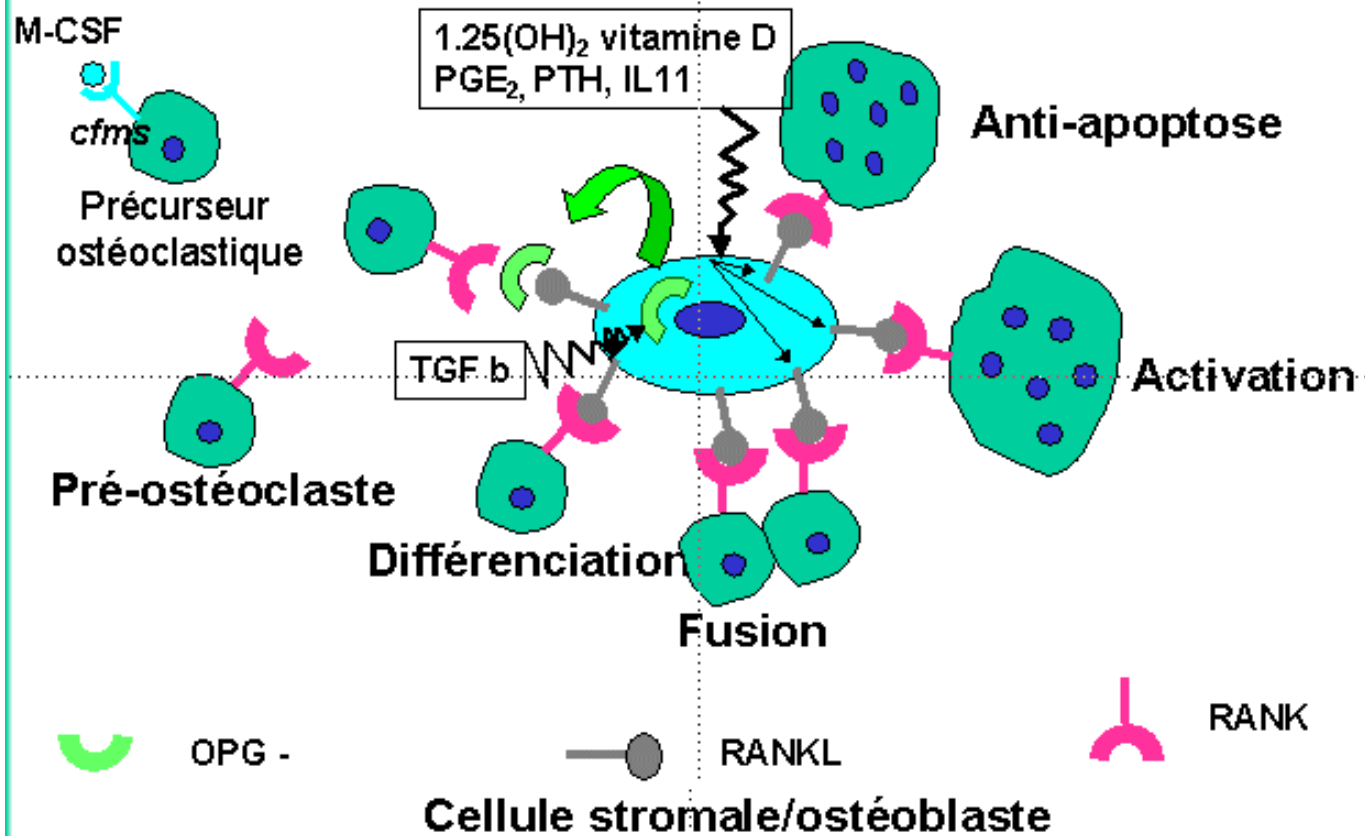
- **variations** avec: immobilisation, hypersollicitation, fracture, chirurgie, corticoïdes, tumeurs...

# Nouveautés – Perspectives

- Ratio  $\alpha$ CTX-I /  $\beta$ CTX-I  
état d'équilibre d'isomérisation du collagène  
entre formes  $\alpha$ , jeunes et formes  $\beta$  matures
- Enzymes sécrétées par les ostéoclastes  
Cathepsine K: collagénase, dégrade la matrice osseuse  
TRAP 5B: phosphatase acide tartrate-résistante  
corrélé au nombre d'OC
- Régulateur de l'activité entre OB et OC  
**RANK RANK-L OPG**: ratio RANKL / OPG  
Voie Wnt
- IGF-BP2: taux élevé corrélé à une  
DMO basse et épaisseur corticale diminuée
- NT-proCNP: marqueur de formation osseuse  
et du cartilage de croissance



## Le système RANK/RANKL/OPG: Couplage ostéoblaste /ostéoclaste



- Évaluation de la perte osseuse et du risque de fracture dans l'ostéoporose post-ménopausique
- Évaluation de l'efficacité des traitements
- Spécificité selon les pathologies:

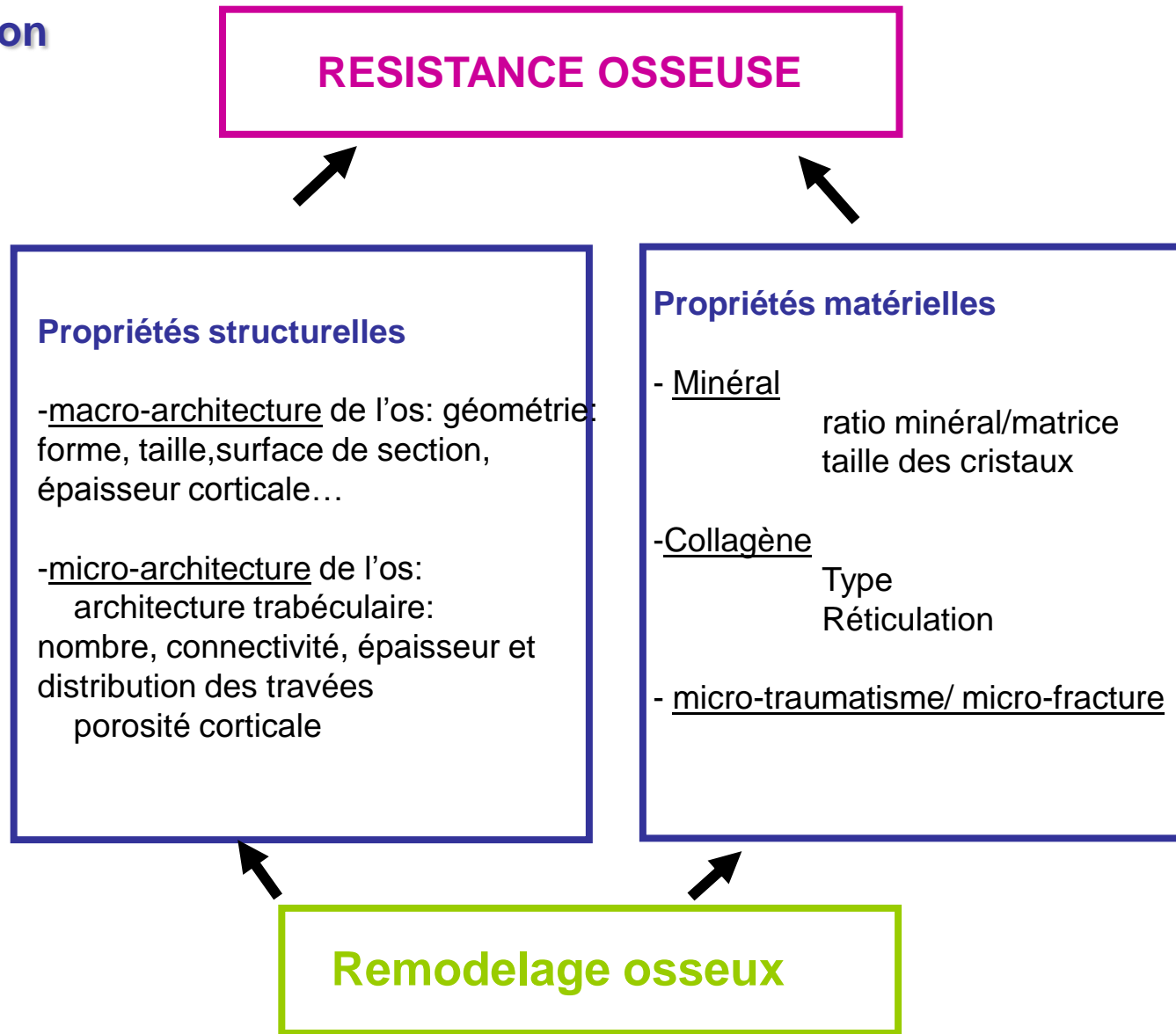
**les marqueurs reflètent le mécanisme physiopathologique d'une maladie osseuse**

Exemple: ostéomalacie: défaut de minéralisation mais pas de synthèse du collagène

PAL (produit par les ostéoblastes matures) est élevée

P1NP est normal

# Conclusion



Les perspectives d'investigations de l'os sont grandes....