

# SCINTIGRAPHIE OSSEUSE

PRINCIPES, EVOLUTIONS

*Docteur Fanny NETTER-ATLANI –JC MAYER*

# PRINCIPES

- **Traceurs** : biphosphonates marqués au technétium 99m (99mTc).
- *Gamma caméra*
- *Injection d'un traceur au patient ► obtention d'une image scintigraphique*

# RAPPEL DE LA COMPOSITION DE L' OS

- Phase organique
  - 95% de fibres collagènes
  - un peu de mucopolysaccharides
  - des cellules : ostéoblastes, ostéoclastes, ostéocytes
- Phase minérale
  - cations :  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Sr}^+$
  - anions :  $\text{CO}_3^{--}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ , citrate
  - surtout hydroxyapatite :  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$

*Fixation sur les cristaux  
d'hydroxyapatite ► fixation est plus  
intense sur les zones qui ont une  
activité ostéoblastique augmentée.*

# Les dérivés phosphatés

- **fixation des diphosphonates dans le tissu osseux : 30 % de la dose injectée pour le MDP, de 40 à 50 % pour le HMDP et le DPD,**
- **Élimination urinaire**
- **activité présente dans le sang n'est que de 3 % après la troisième heure.**

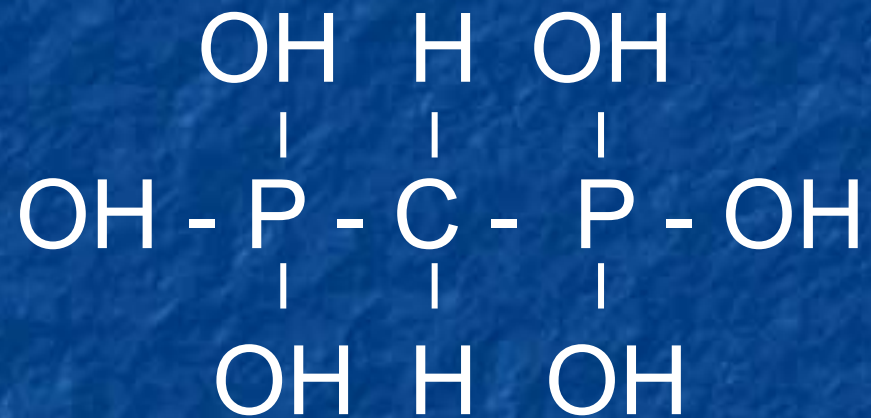
Dérivés phosphatés marqués au  $^{99m}\text{Tc}^*$  :

MDP -  $^{99m}\text{Tc}^*$

HMDP -  $^{99m}\text{Tc}^*$

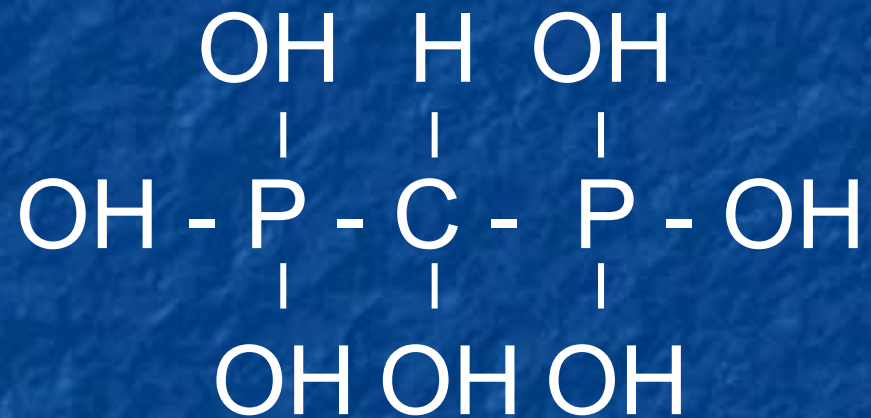
# LES TRACEURS

MDP : méthylène-diphosphonate



# LES TRACEURS

HMDP : hydroxy-méthylène-diphosphonate





# LES TRACEURS

- Critères physiologiques et physiopathologiques
  - $T_{1/2}$  dans le sang : 51 mn
  - Os/muscle = 350
  - Méta.os/os = 57

# Tc99m

- l'isotope le plus utilisé en médecine nucléaire
- produit sur place par un générateur donc toujours disponible au moment où un examen doit être réalisé
- énergie est bien adaptée aux détecteurs à scintillation 140 keV
- demi-vie physique de 6 heures
- Obtenu à la sortie du générateur sous forme de pertechnétate de sodium  $\text{TcO}_4^- \text{Na}^+$ , il est utilisé pour marquer les molécules de diphosphonate avec lesquelles il forme des complexes stables
- Critères généraux : avantages du  $^{99\text{m}}\text{Tc}^*$ 
  - $T_p = 6 \text{ h}$
  - $\gamma \text{ pur} = 140 \text{ keV}$
  - Irradiation corps entier pour 1 SO : 0,8 mSv
  - Irradiation hémicorporelle pour une RP : 0,3 mSv

# FACTEURS INFLUENCANT LA FIXATION

Fixation osseuse sous la dépendance :

1/ de l'intégrité du flux sanguin osseux.

si interruption du flux sanguin local  
=> hypofixation

# FACTEURS INFLUENCANT LA FIXATION

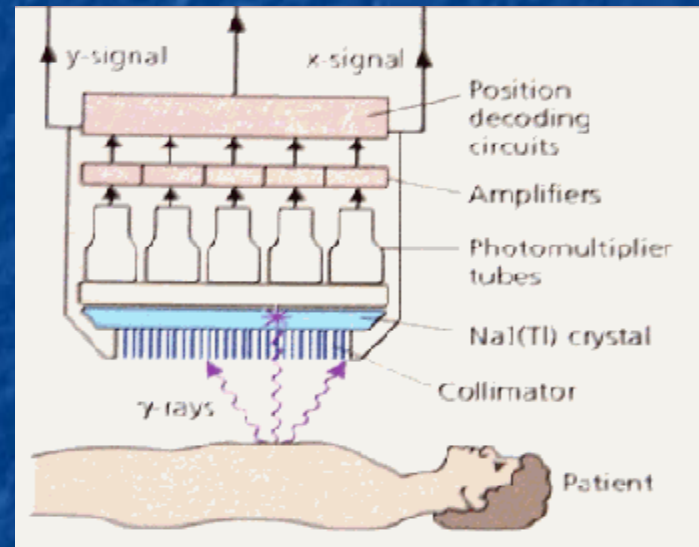
Fixation osseuse sous le dépendance :

2/ de l'importance de l'activité  
ostéoblastique

- fractures, métastases
- zones de croissance
- maladies métaboliques

# Principe de fonctionnement

- cristal (NaI) transforme l'énergie du photon gamma en photons lumineux
- collimateur placé devant le cristal permet de connaître le trajet des photons : seuls les photons non arrêtés par le collimateur atteignent le cristal : collimateur « parallèle »
- résolution de l'ordre de quelques millimètres.



# TEMP-TDM : tomographie par émission monophotonique

- **TEMP** : enregistrement des photons gamma au cours d'une rotation complète du détecteur autour du corps.
- **TEMP TDM** images fonctionnelles et anatomiques fusionnées, image corrigée quantitativement avec un support anatomique permettant d'améliorer la qualité de l'interprétation.

# TEMP-TDM : tomographie par émission monophotonique

- La TEMP-TDM permet :
  - une amélioration de la qualité des images du fait de la correction d'atténuation qui utilise les images TDM ;
  - une localisation anatomique précise des lésions détectées
  - une augmentation de la sensibilité, du fait d'un nombre plus grand de lésions détectées ;
  - une amélioration de la spécificité, en différenciant plus aisément les lésions bénignes des lésions malignes et en identifiant les structures physiologiques (vessie, uretères, structures péri-osseuses...).

# TEMP-TDM : tomographie par émission monophotonique

- Les avantages de la TEMP-TDM doivent être pesés à la lumière de ses inconvénients :
  - augmentation de la durée de l'examen (encombrement des caméras, pénibilité pour le patient) ;
  - augmentation du coût de l'examen ;
  - augmentation de l'irradiation du patient (2 mSv pour le scanner de repérage).

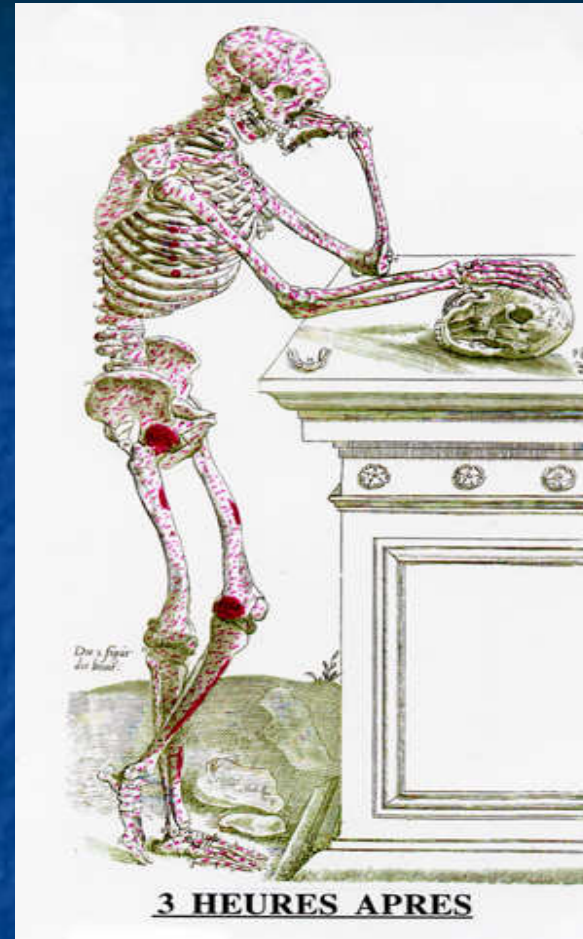
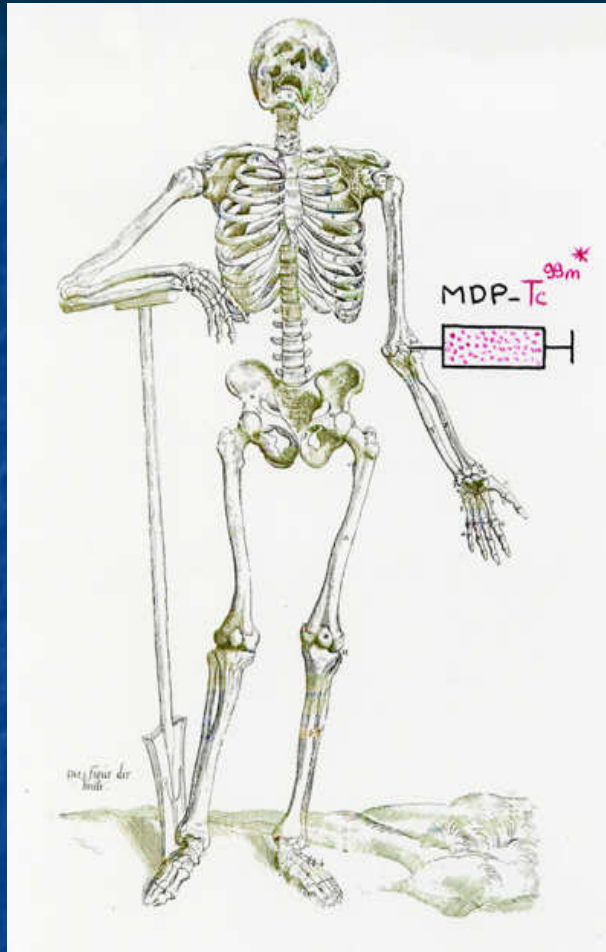


# Protocole d'exploration

# Contre indication

- Grossesse +++++
- Allaitement +-
- *Pas d'allergie au traceur*

- Injection IV de 550 MBq de HMDP-Tc99m\* chez l'adulte de 70 kg
- Pas besoin d'être à jeun !
- Table d'adaptation des doses chez l'enfant
- Injection à To et acquisitions 3 heures après



injection —————> fixation

2h < 40 ans

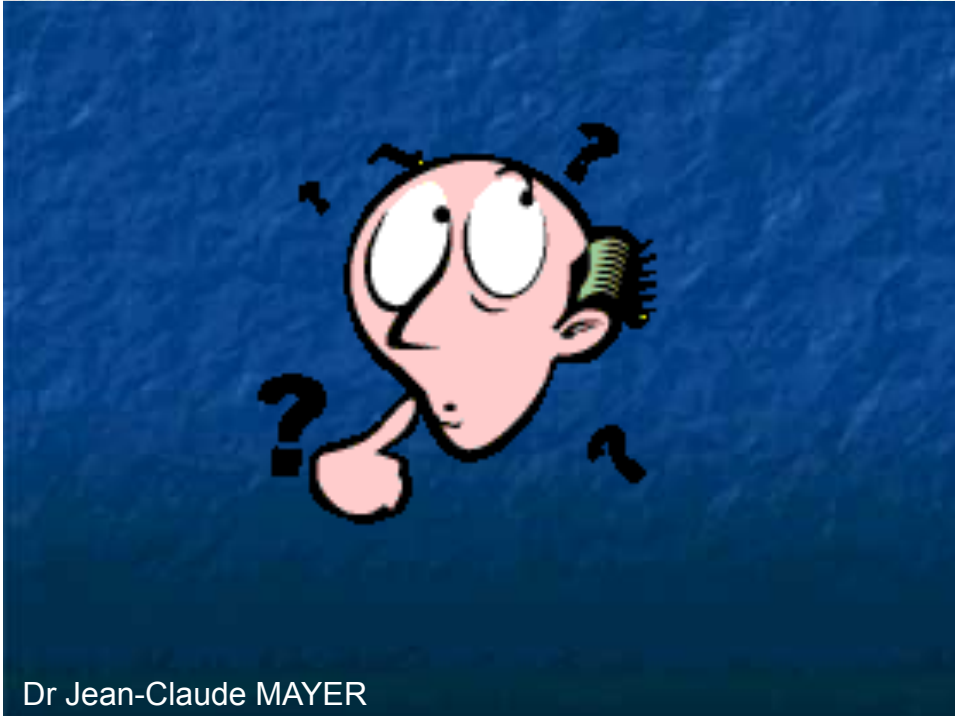
3h > 40 ans

# Pour éviter les artefacts

- faire vider les poches monnaie, clefs, mouchoirs contaminés
- Enlever les pendentifs, armatures en métal
- Pour bien visualiser le bassin : vider la vessie avant de passer



La montre est  
en « toc »



# Protocole d'examens

3 temps possibles

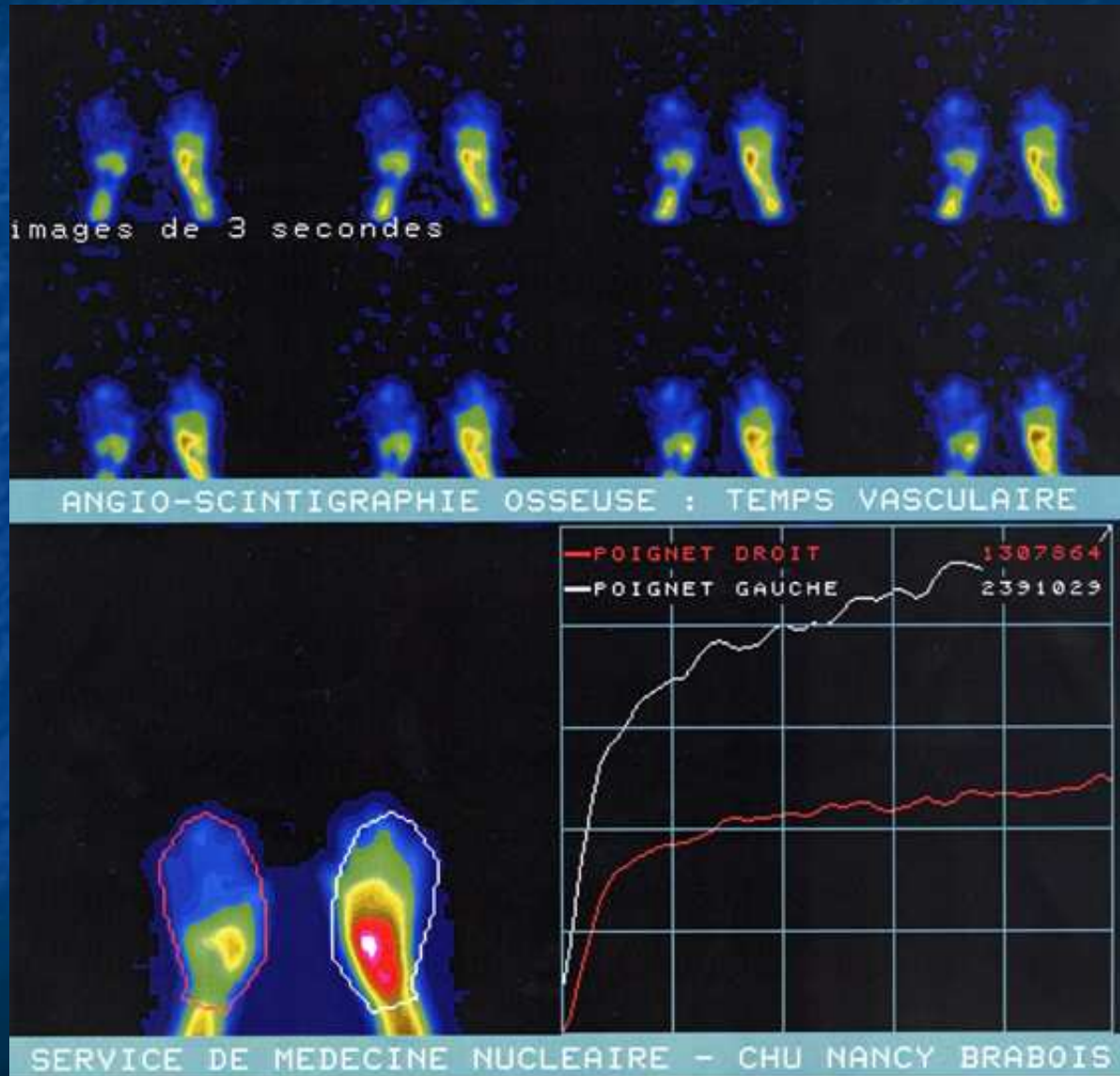
- temps vasculaire : angioscintigraphie
- Temps précoces ou tissulaires
- Temps tardif ou osseux

# angioscintigraphie

- **En cas d'algodystrophie**
- revient à comparer les vascularisations de l'articulation malade et de son homologue supposée saine
- 60 images successives de 3 secondes chacune
- Déclenchement de l'acquisition au moment de l'injection IV de la dose dans une veine à distance de la région étudiée
- Un traitement informatique donnera les courbes d'évolution de la radioactivité dans les articulations en fonction du temps



# L'angioscintigraphie



# Temps précoces ou tissulaires

- Images statiques réalisées 10 mn après l'angiographie
- Collimateur centré comme précédemment
- Parfois, de plus, sur articulations sus et sous jacentes

**Étudient l'imprégnation des tissus mous**

# Temps osseux

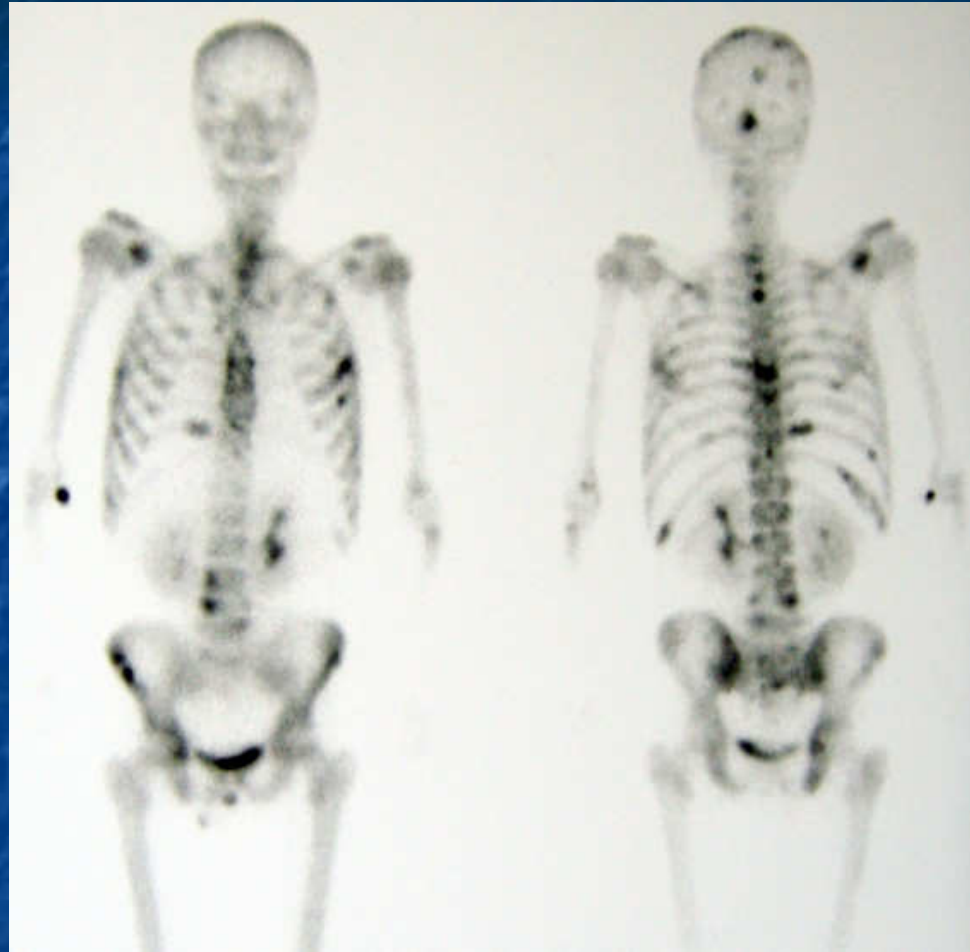
- **Balayage corporel total (12 cm/min)**
- **+ - statiques en complément**

# INDICATIONS

- *Deux grandes catégories*
  - Affections tumorales
  - Les affections ostéoarticulaires non tumorales

# Affections tumorales

- Détection très précoce des métastases osseuse
- Intérêt dans le **bilan initial** des maladie cancéreuses, bilan également des lésions osseuse primitives
- Interet d' un examen corps entier
- Attention : marquage de l' activité ostéoblastique : faux négatif en cas de lésions purement lytique



Métastases osseuses



Métastases lytiques

# Métastase lytique





# Bilan d'extension d'un ostéosarcome fémoral



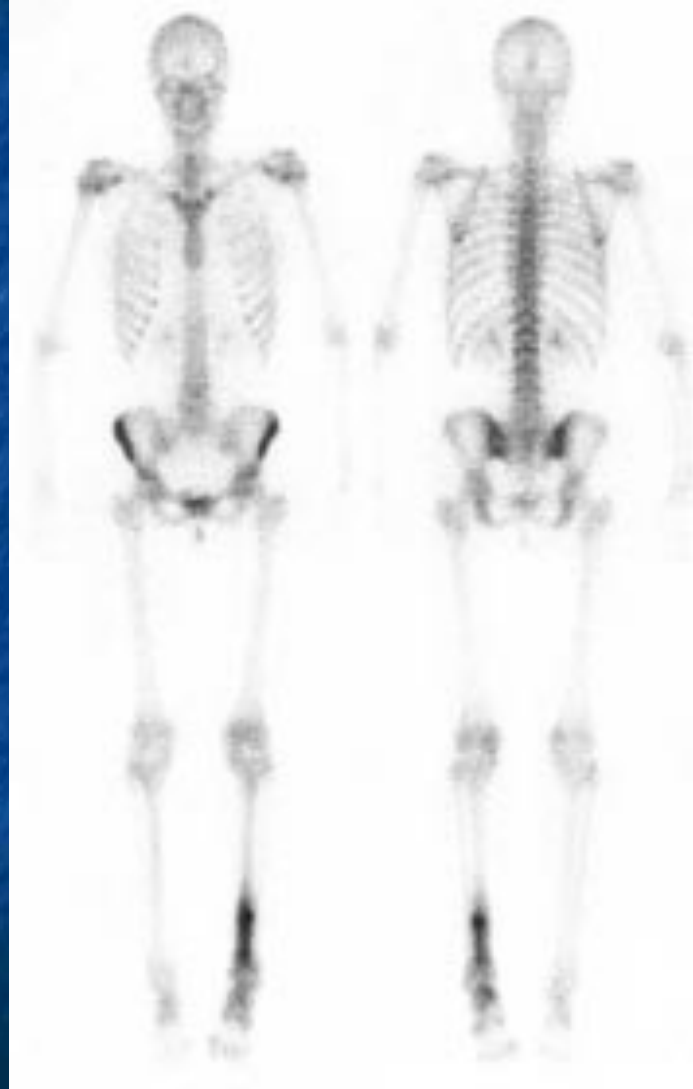
?

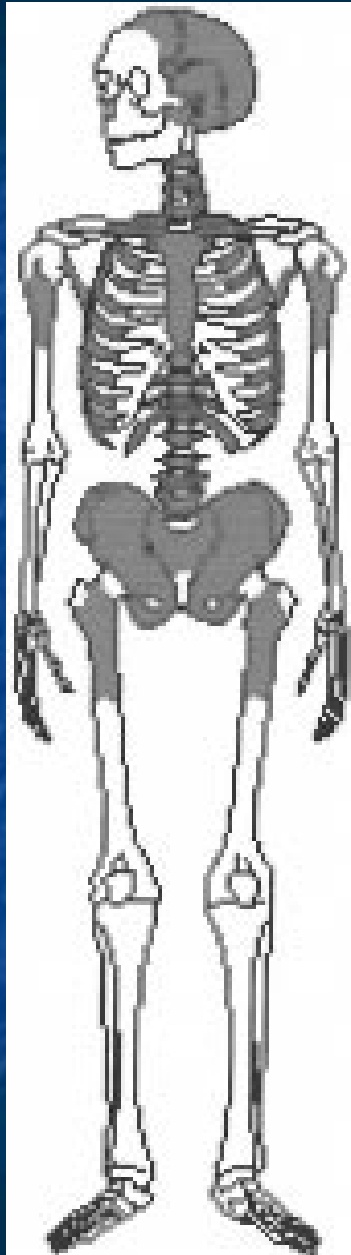


Attention : absence de spécificité de la scintigraphie osseuse : dysplasie fibreuse



# Ostéome ostéoïde

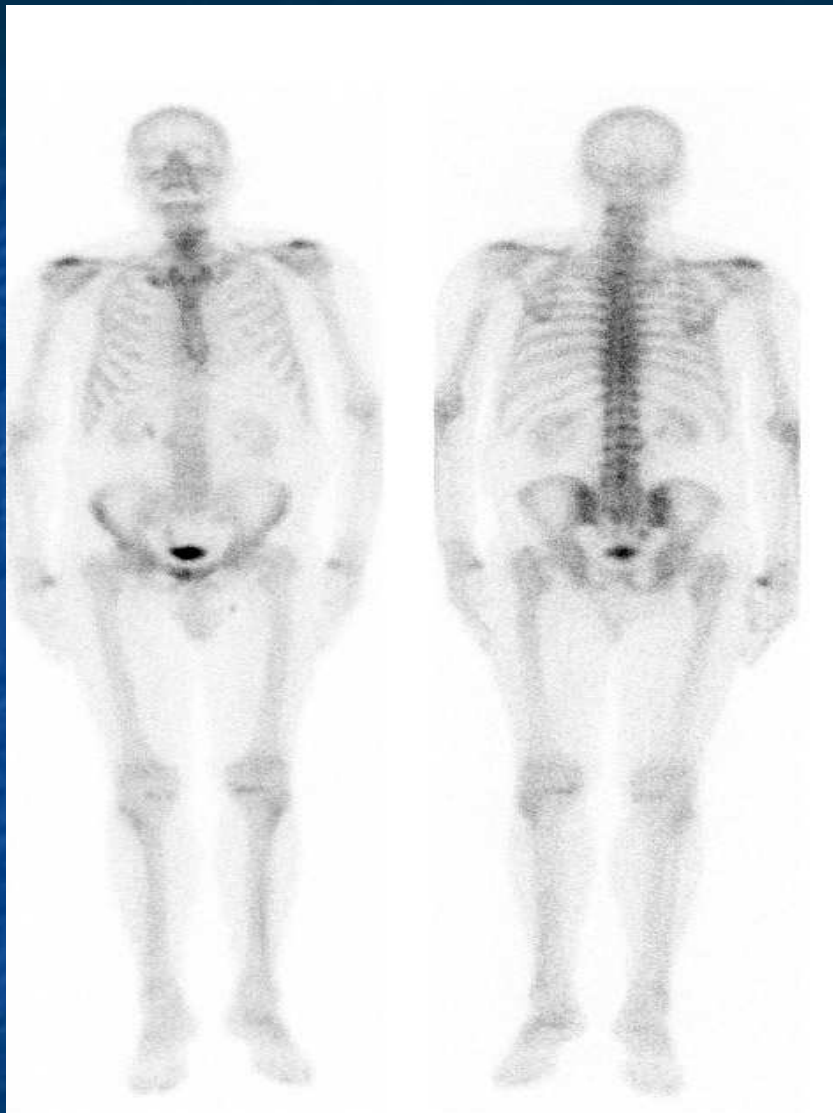




*Répartition de la moelle  
rouge hématopoïétique, site  
préférentiel de localisation  
des métastases osseuses*



# Super bone- scan



D

G

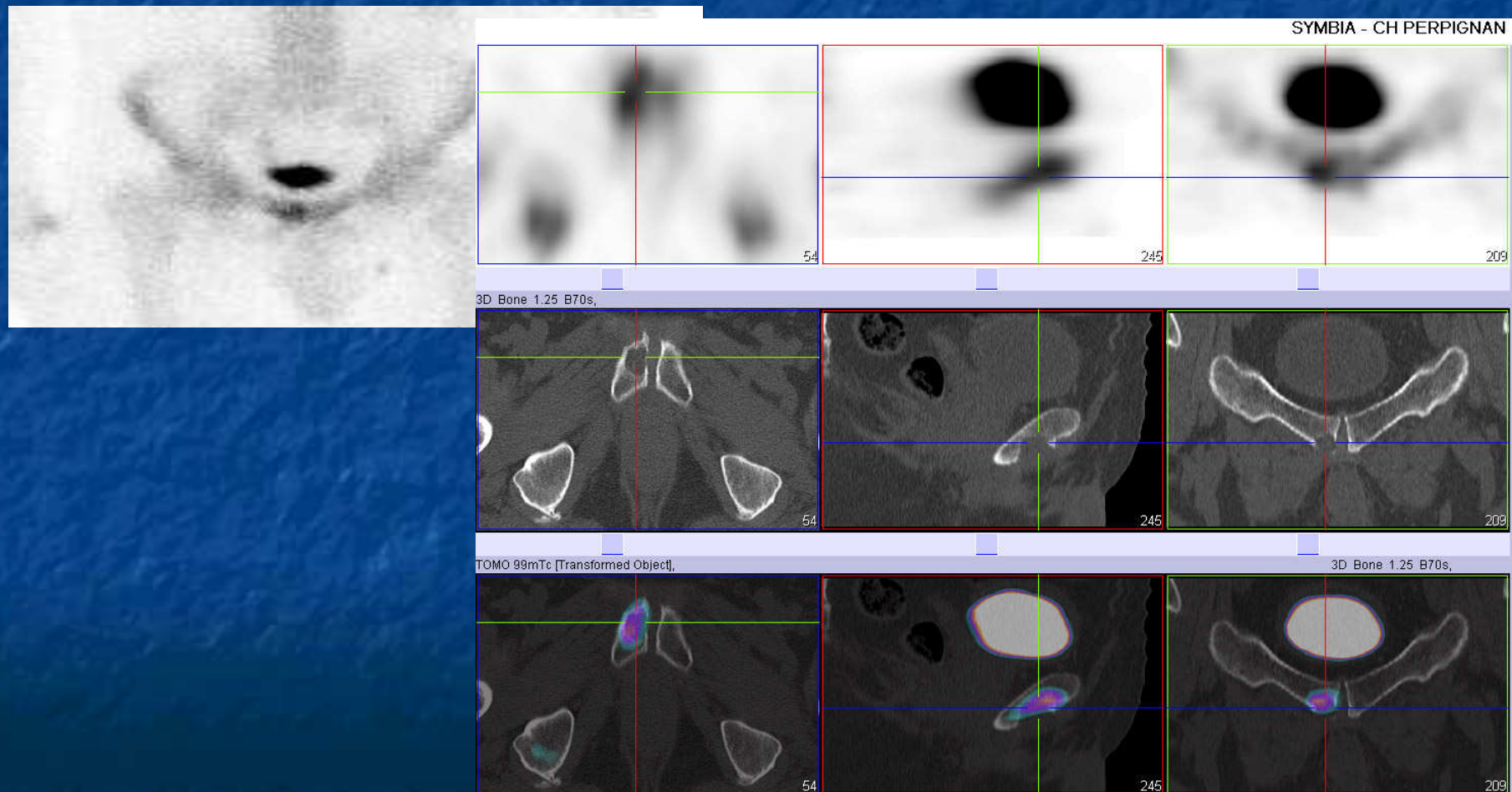
G

D

FACE ANT

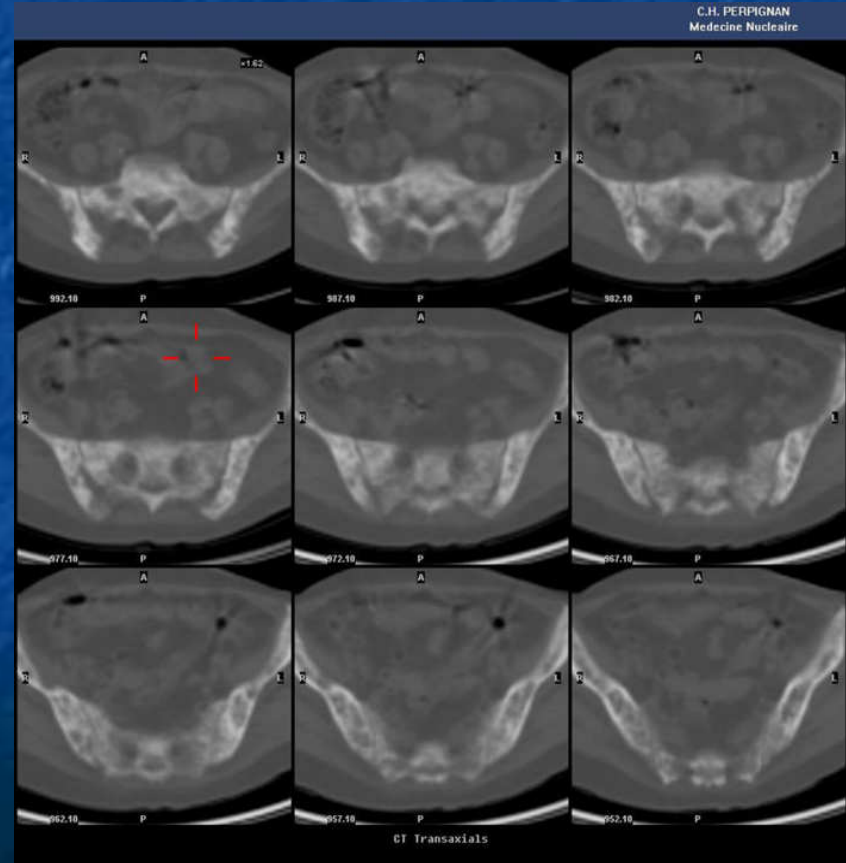
FACE POST

# Métastase lytique osseuse d'une néoplasie vésicale

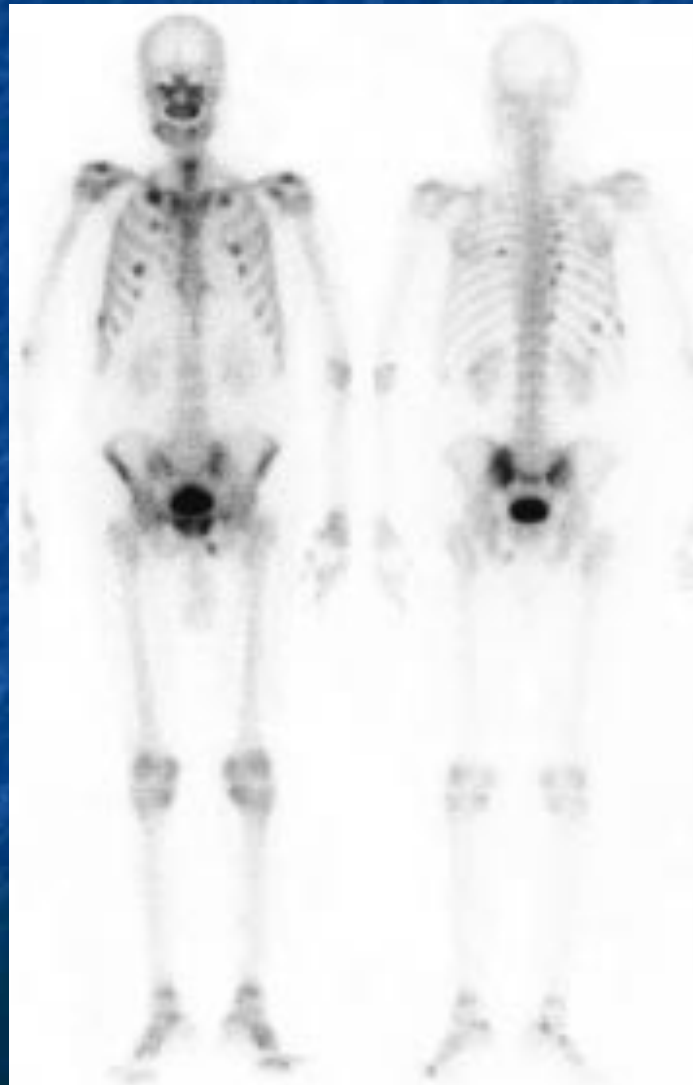




# Superscan (adk mammaire)



# Diag différentiel : ostéomalacie



# Affections osseuse non tumorales

- **Rhumathologie +++**
- **Orthopédie**

# Rhumathologie +++

1. **Algodystrophie**
2. **Maladie de Paget**
3. **Arthrose**
4. **maladies inflammatoires et enthésiopathies**
5. **ostéonécrose**
6. **Ostéoarthropathie**
7. **Osteopathie métabolique**
8. **Tumeur benigne : dysplasie fibreuse, ostéome ostéoïde**

## ■ **Orthopédie**

- 1. Pathologie prothétiques : descellement, infection**
- 2. Ossifications hétérotopiques**
- 3. infection**

# **Algodystrophie**

## Définition

Réponse tardive anormalement élevée à l'agression  
d'une articulation du membre supérieur  
ou du membre inférieur

# physiopathologie

Pas de consensus

Algodystrophie = Reflex Sympathetic Dystrophy

Court circuit dans l'arc réflexe entre des fibres somatiques sensibles afférentes et des fibres autonomes efférentes du système sympathique (Lewis T, 1937 and Livingston WK, 1943)

—————> Excitation du système sympathique



# évolution



Dans l'algodystrophie il y a deux nouvelles :  
une bonne et une mauvaise

# évolution



La bonne nouvelle c' est que  
cela guérit toujours



# évolution



La mauvaise nouvelle c'est  
que cela peut durer longtemps



## évolution (Rosenthal A, Wortmann R, 1991)

En trois phases de durées variables et qui se recouvrent partiellement

### phase 1 : dure quelques semaines

Douleurs diffuses et croissantes du membre, acmé à la fin de cette période

Œdème, raideur, baisse de la fonction motrice de l'articulation

Rougeur, chaleur, de la peau

→ évolution vers la guérison ou phase 2

# évolution (Rosenthal A, Wortmann R, 1991)

## Phase 2 : dure de trois à six mois

Les douleurs continuent mais vont en diminuant

L'œdème évolue vers un épaissement du derme

L'extrémité du membre se refroidit

À la fin de cette période les signes d'atrophie musculaire et d'ostéoporose deviennent évidents

→ évolution vers la guérison ou phase trois

## évolution (Rosenthal A, Wortmann R, 1991)

### Phase 3 : phase atrophique

Les douleurs continuent

Les signes d'atrophie sont exacerbés :  
raideur et impotence articulaires

L'extrémité du membre devient froide avec des  
signes objectifs d'hypovascularisation

# problématique

Une articulation douloureuse chaude oedématiée  
est-elle en rapport avec une algodystrophie ?

Les autres diagnostics, évidents ou probables, ont  
été éliminés

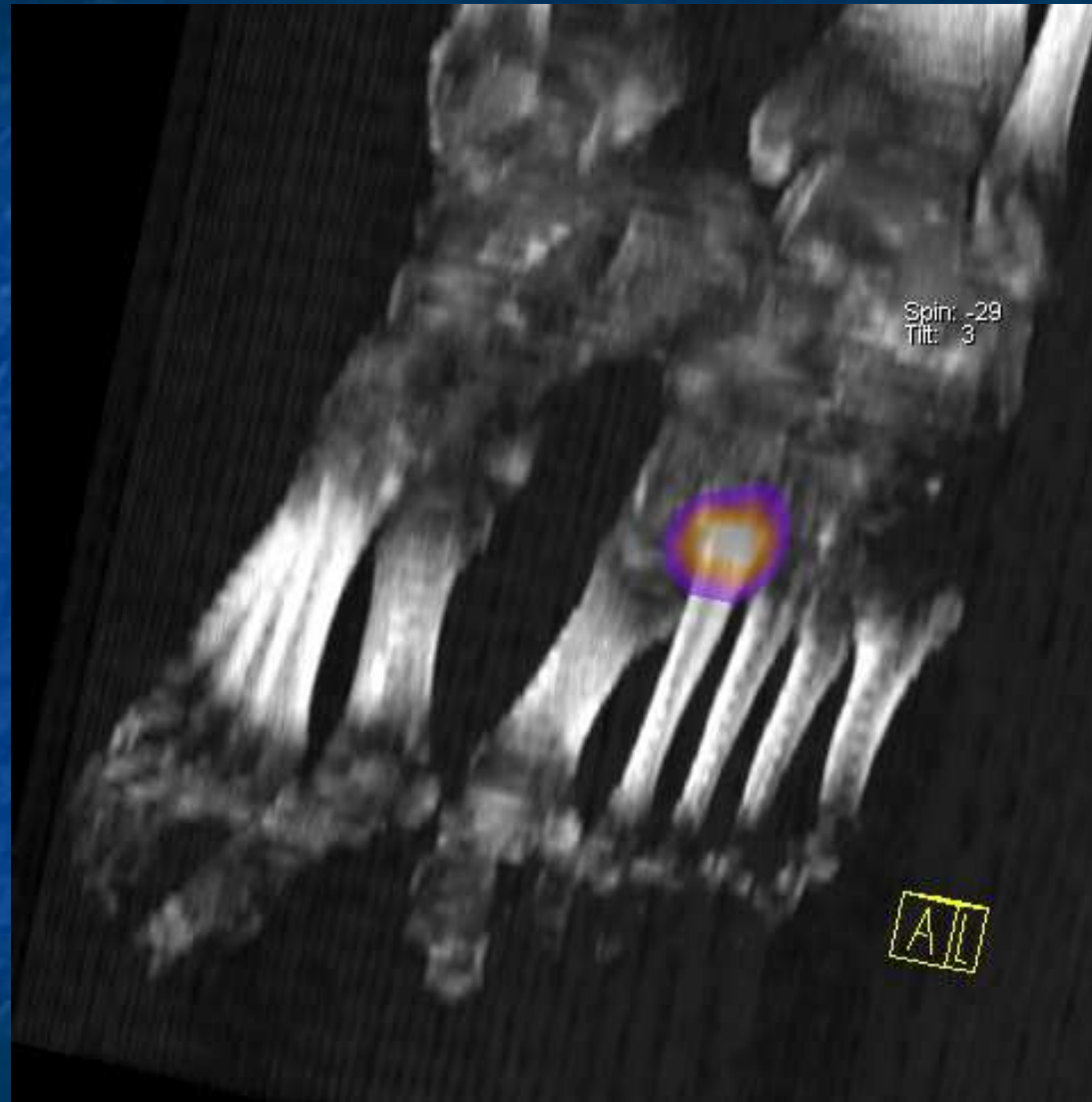


Femme, 27 ans, danseuse professionnelle

Fissure osseuse ? Algodystrophie ?



## Image de fusion avec reconstruction 3D



Fissure sur l'extrémité proximale du 2ème métatarsien

# Résultats en cas d'algodystrophie

## Phase 1 de l'algodystrophie (phase chaude)

Angiographie : hypervascularisation  
de l'extrémité malade

Image tissulaire : hyperimprégnation des tissus mous autour  
de l'extrémité malade

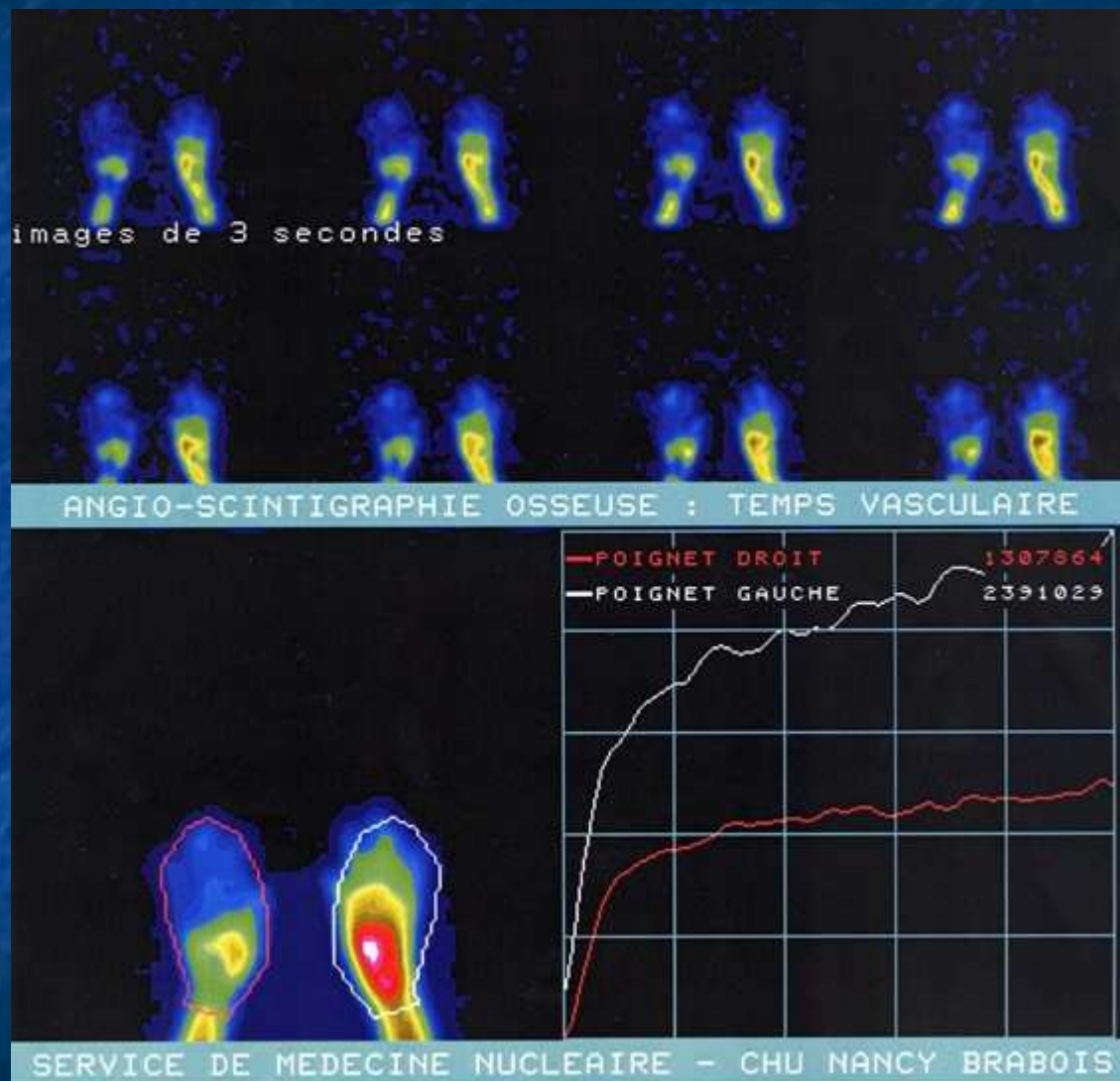
Image tardive : hyperfixations de toutes les articulations  
de l'extrémité malade



Souviens-toi !

Le caractère diffus de l'hyperfixation sur les images précoces et surtout tardives est la clé du diagnostic scintigraphique de l'algodystrophie en phase chaude

# Algodystrophie de main gauche (intervention sur canal carpien)



Angioscintigraphie : hypervascularisation

# Algodystrophie de main gauche (intervention sur canal carpien)



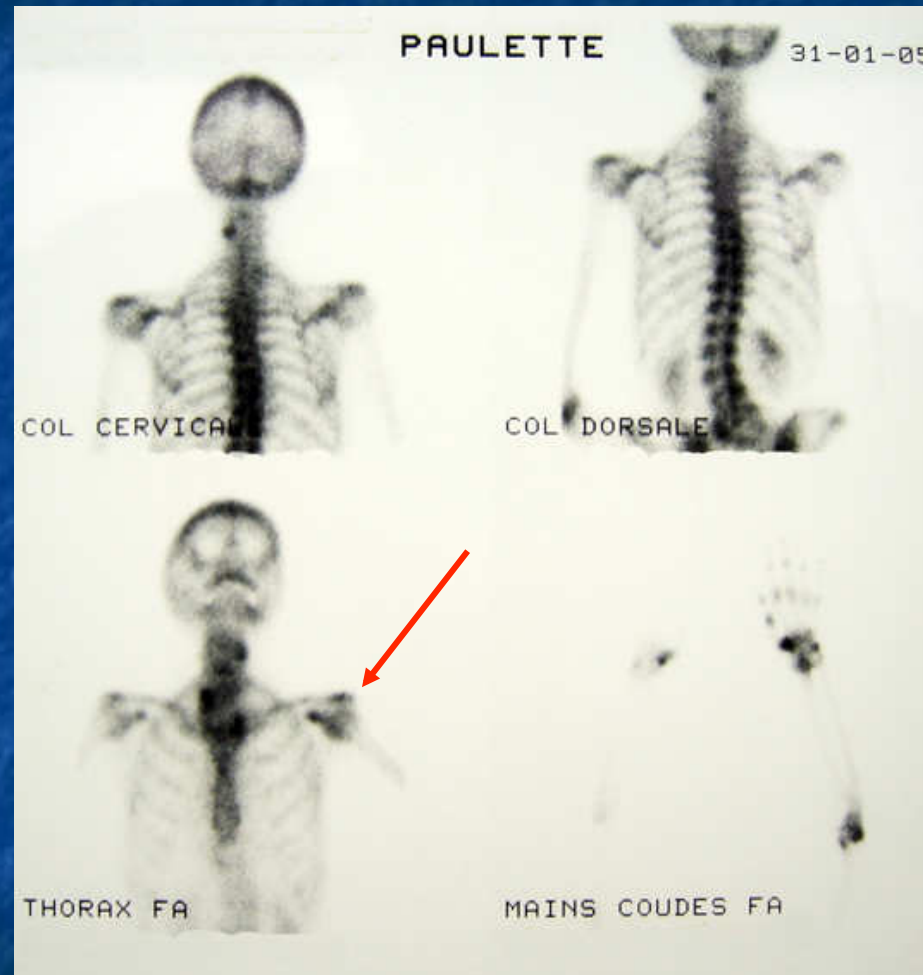
Image tissulaire

# Algodystrophie de main gauche (intervention sur canal carpien)



Image tardive

# Algodystrophie de main gauche (intervention sur canal carpien)



Images tardives

# Algodystrophie de la main droite



Aspect scintigraphique





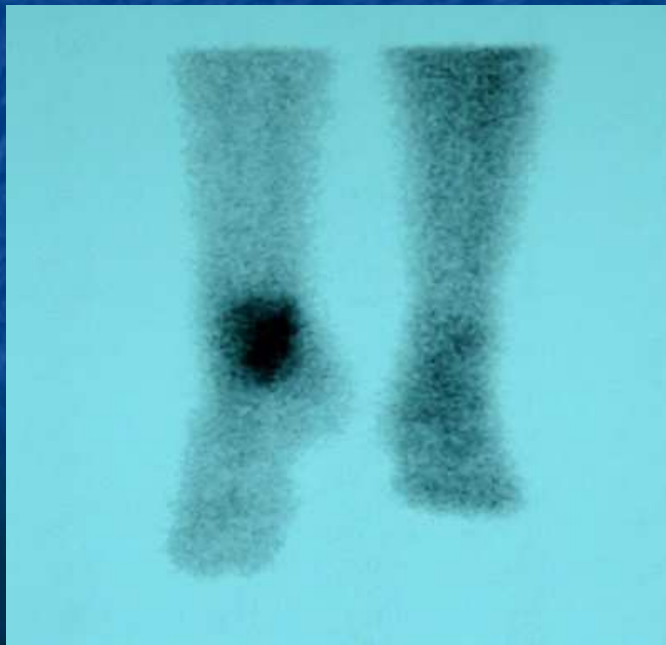
Marion, 15 ans  
gymnaste

entorse il y a 20 jours

Rx : RAS

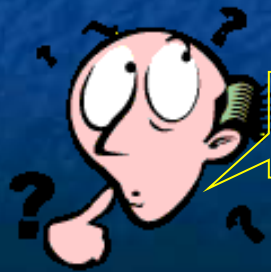
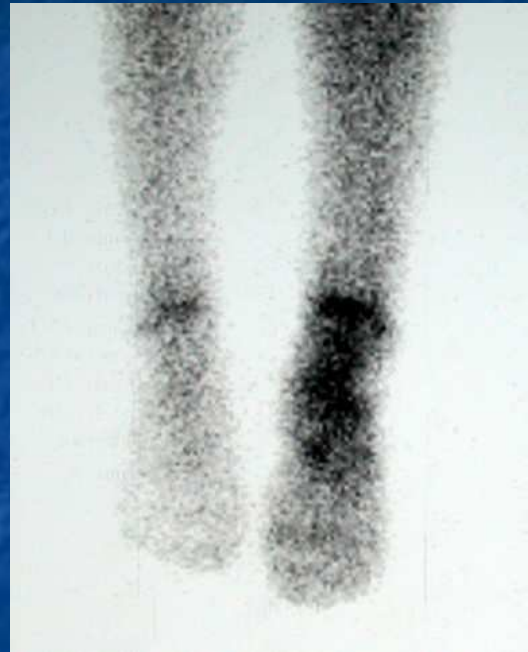
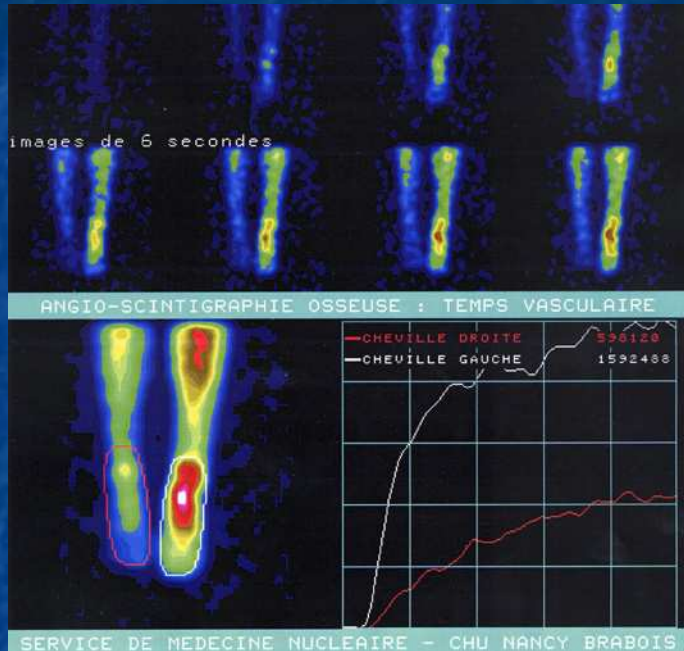
contention non supportée

algodystrophie ?



Absence d'algodystrophie

# Recherche d'une AGND de pied droit sur entorse



Pied droit ?

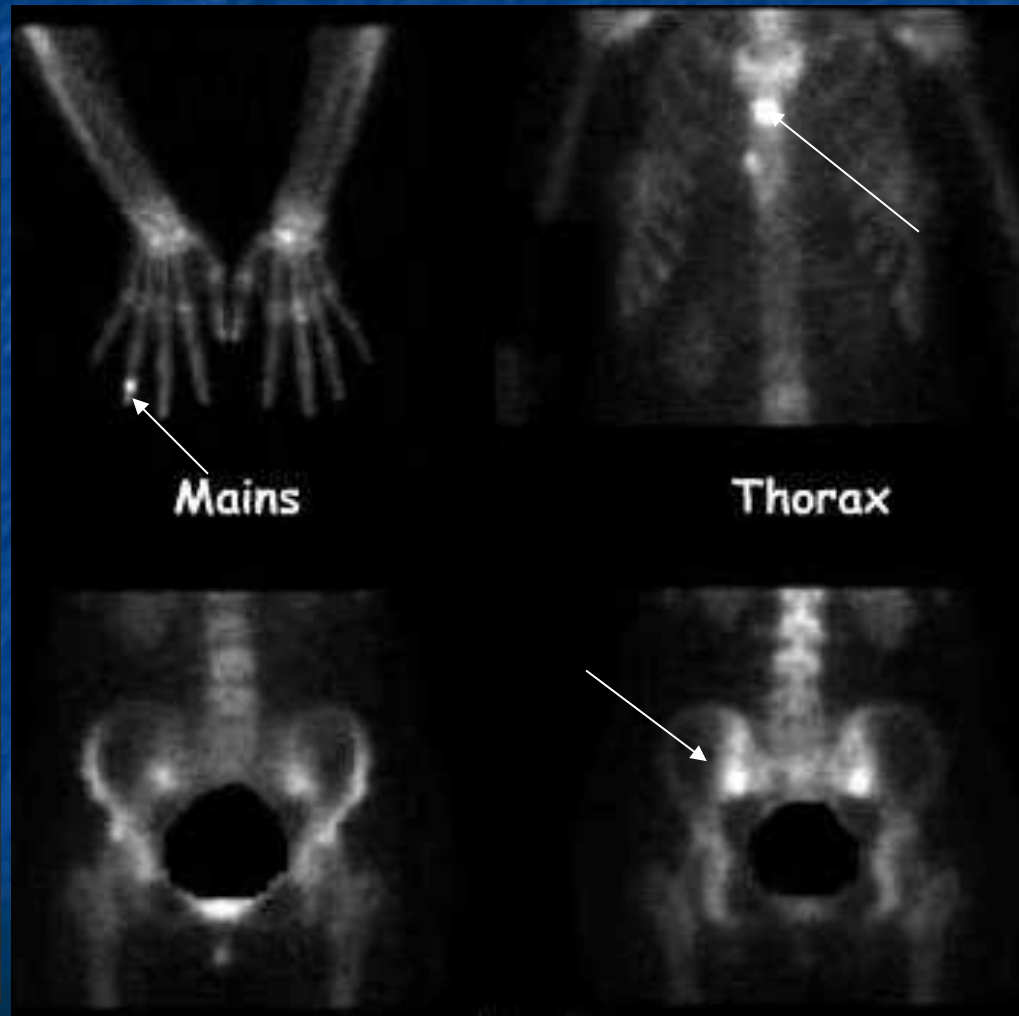
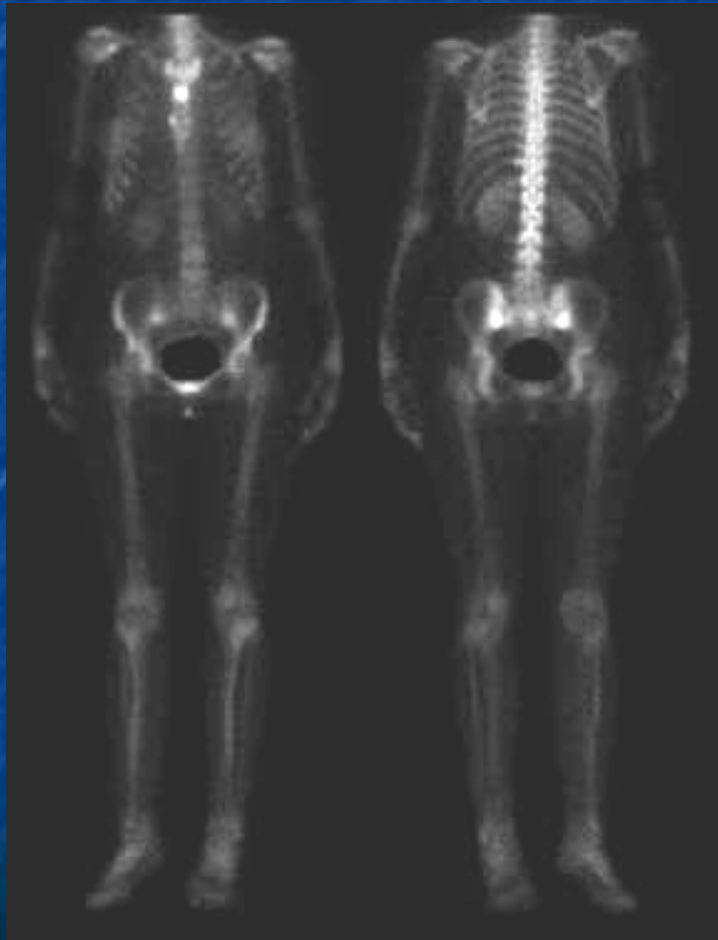
Emploi de cannes anglaises  
mise en décharge du MID  
appui exclusif sur MIG  
Absence de pathologie



- Polyarthrite , spondylarthropathies  
et autres

- Diagnostic positif devant des douleurs
- Bilan d'extension
- Bilan d'évolutivité et de réponse au traitement

# Rhumatisme psoriasique



# Arthropathie goutteuse



# Tendinopathie d'Achille et du tendon rotulien





# Maladie de Paget

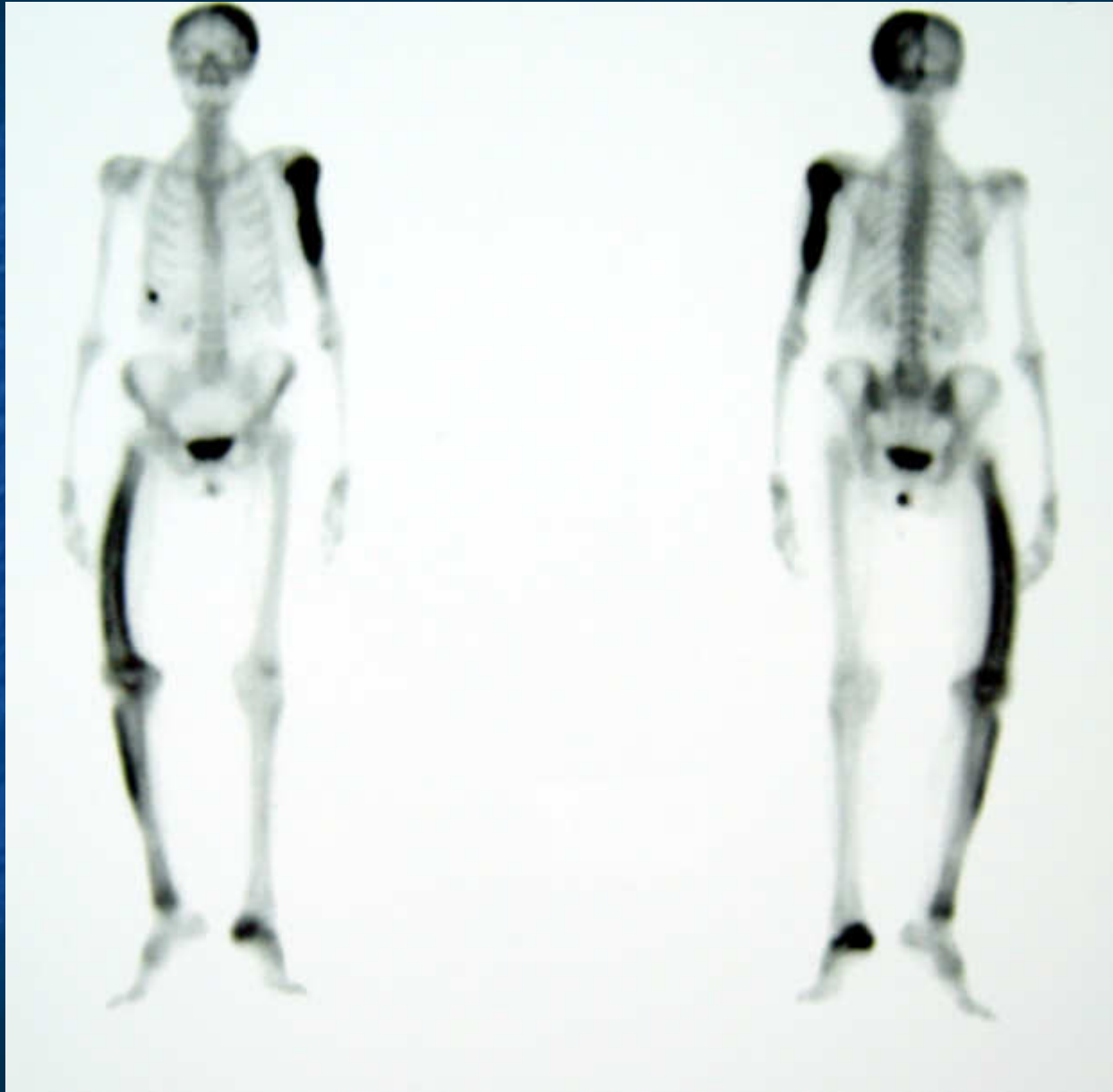
# La maladie de PAGET

Formation d'un os anormal, lamellaire.

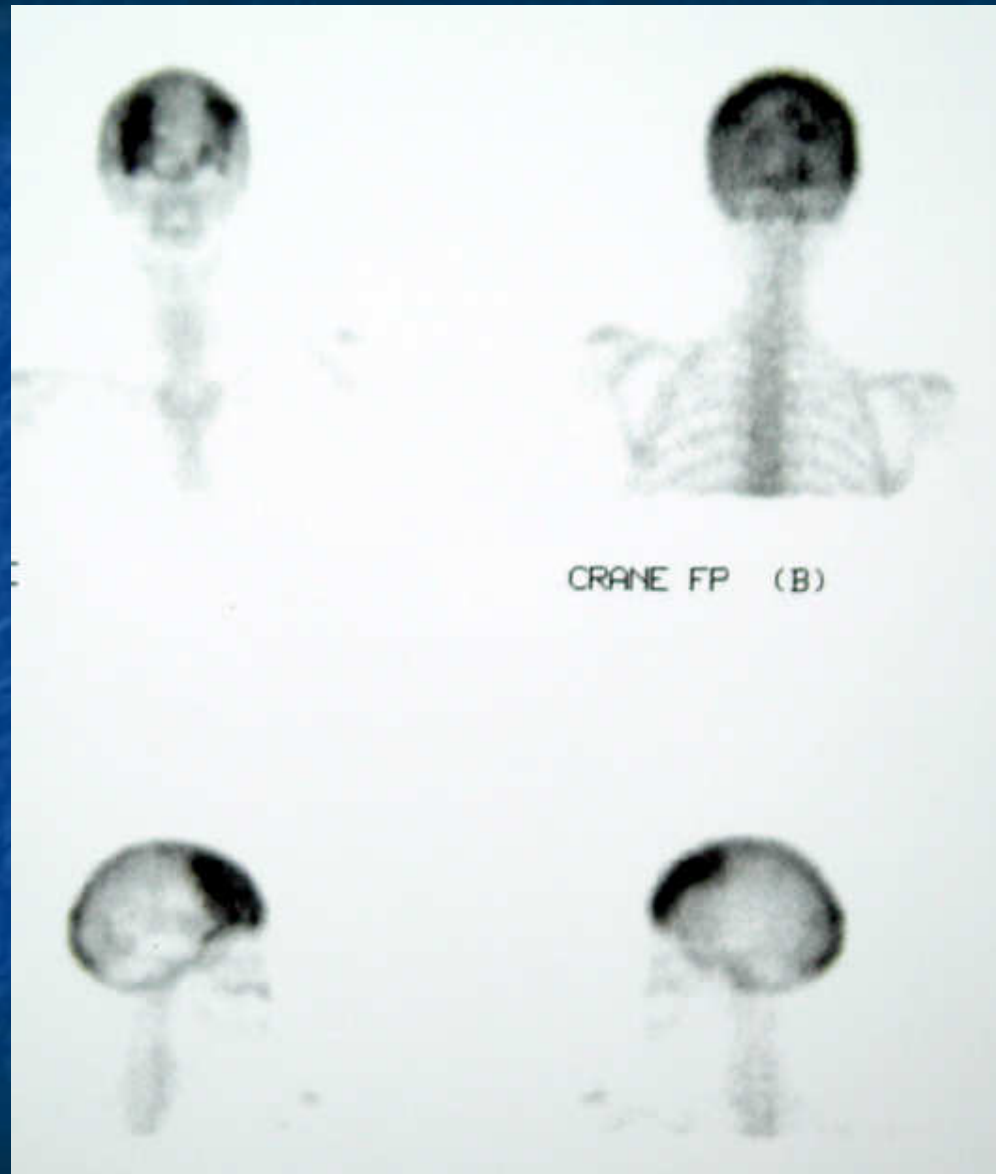
Extensive, douloureuse

Images scintigraphiques évocatrices

# Maladie de PAGET



# PAGET du crâne

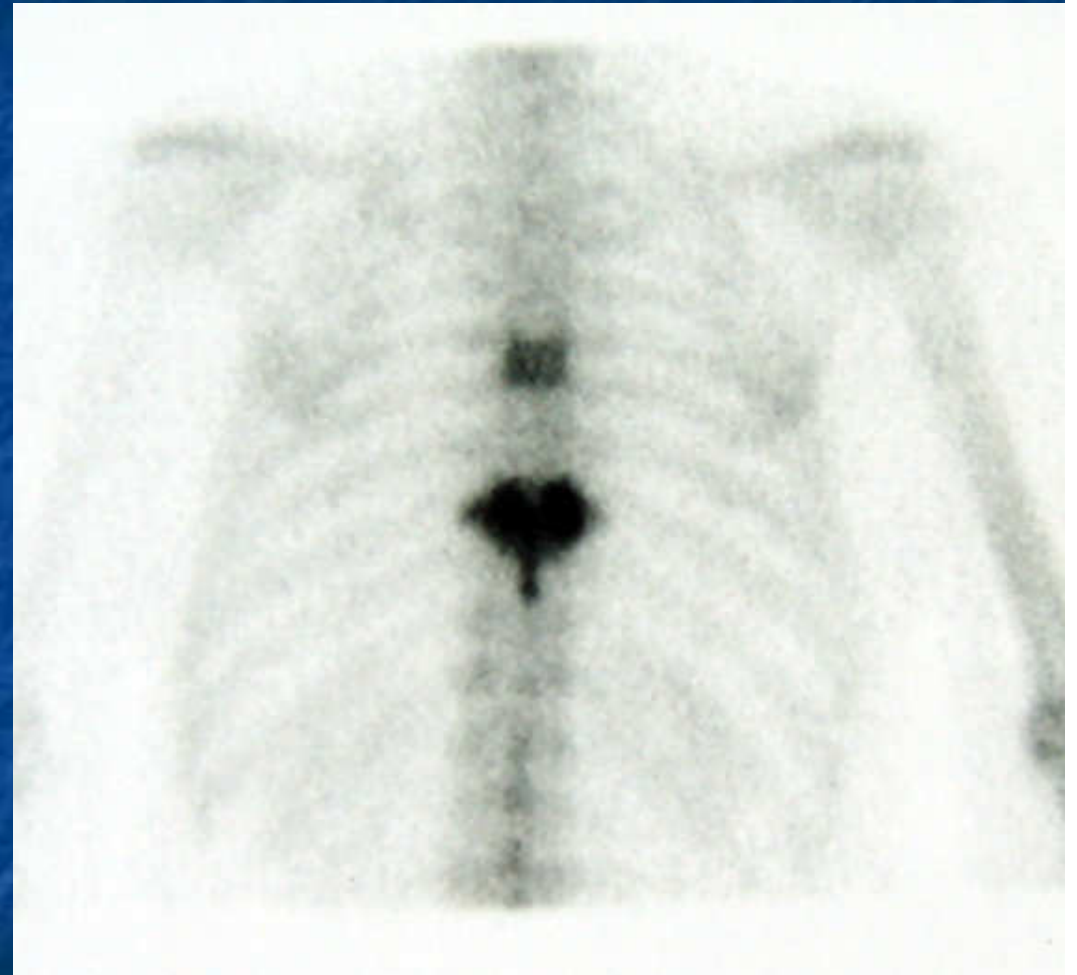


La fixation est hétérogène

## Vertèbres pagétiques...



en « moustache »



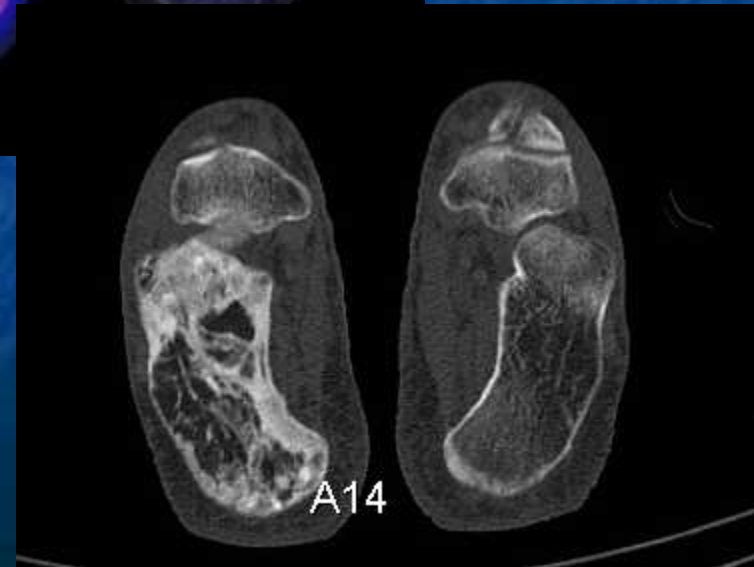
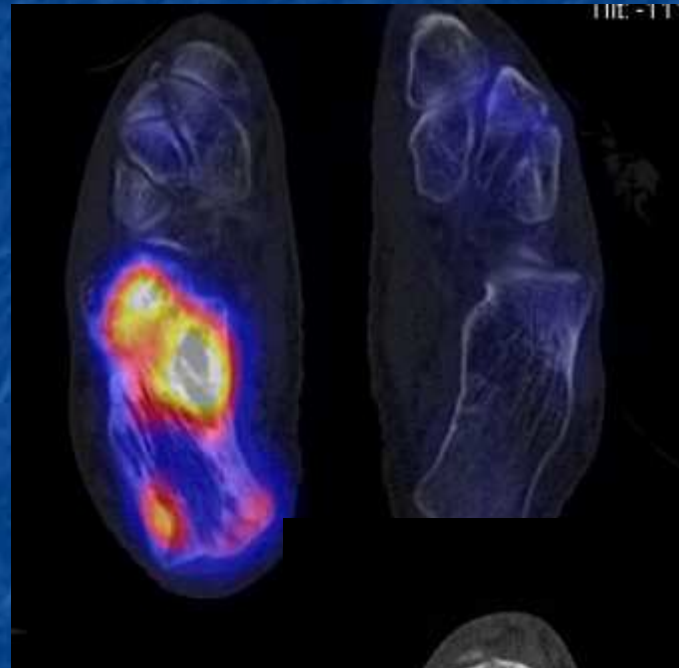
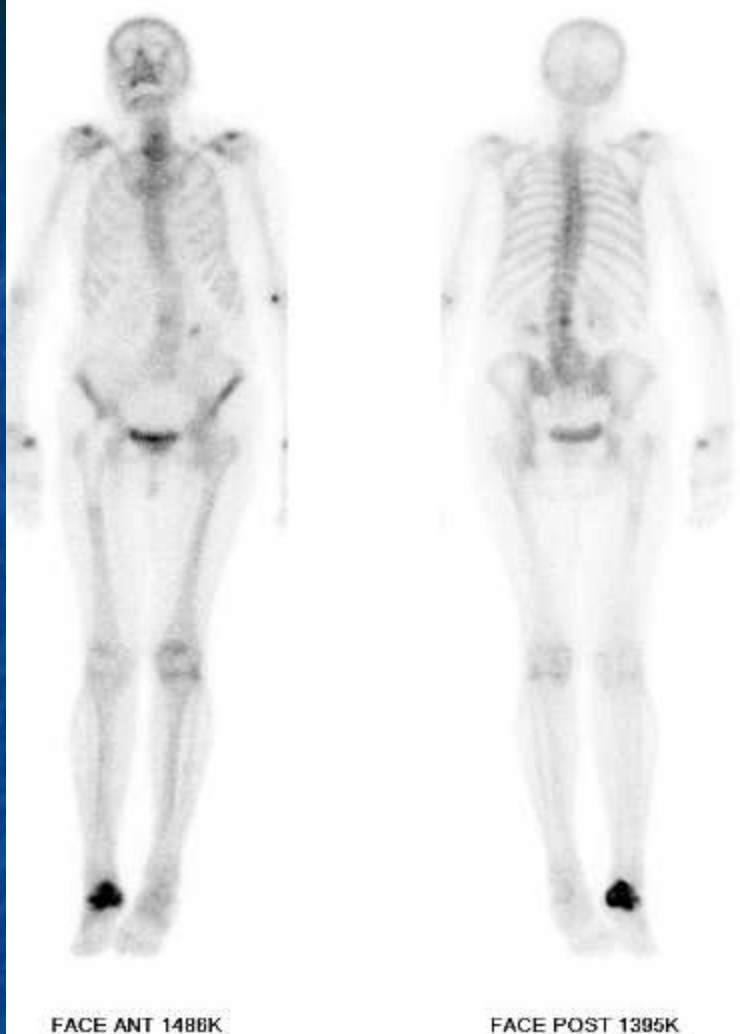
en « tête de souris »

Vertèbres pagétiques...



en « tête de Mickey »

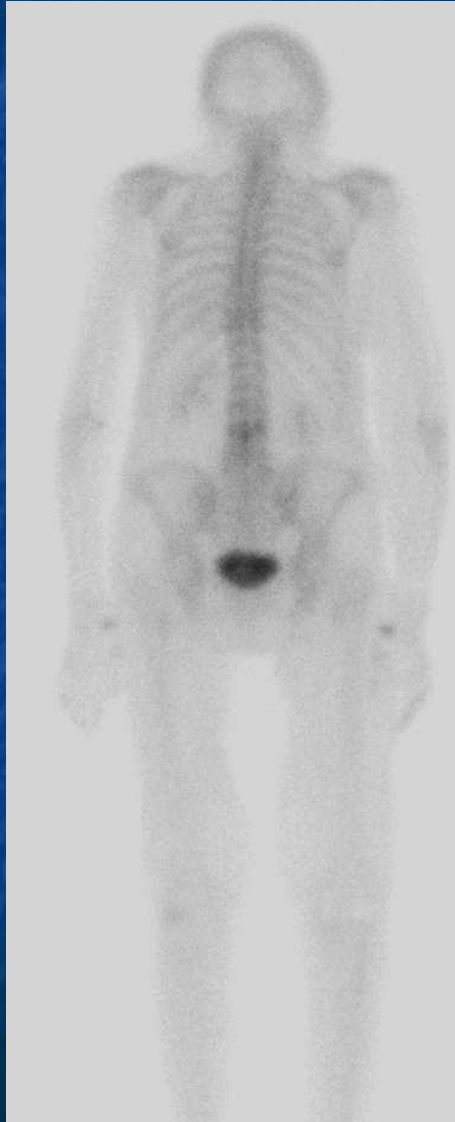
# Paget du calcanéum



**arthroses**



# Lésions dégénératives



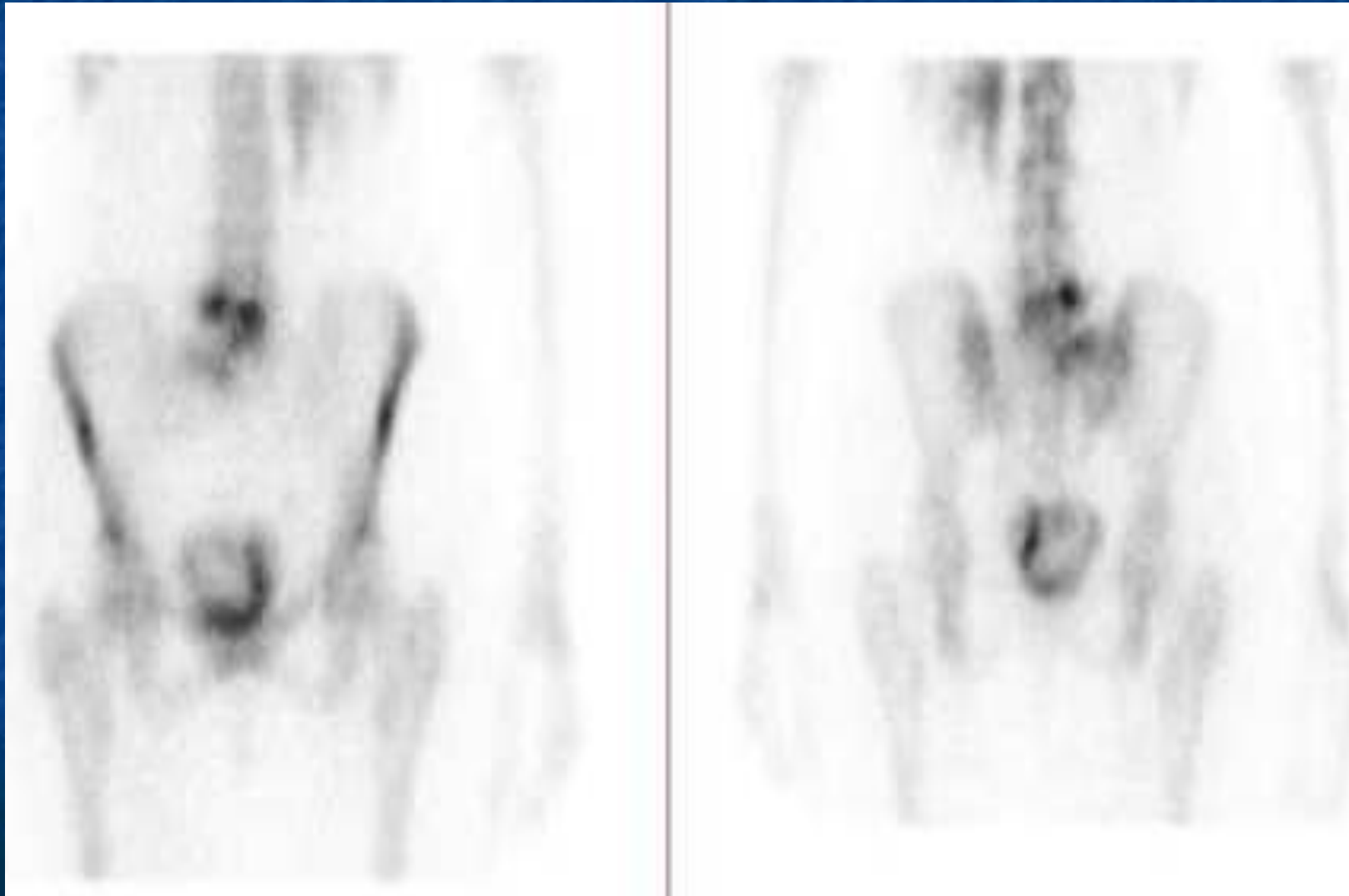
# Bilan d'extension néoplasme prostatique



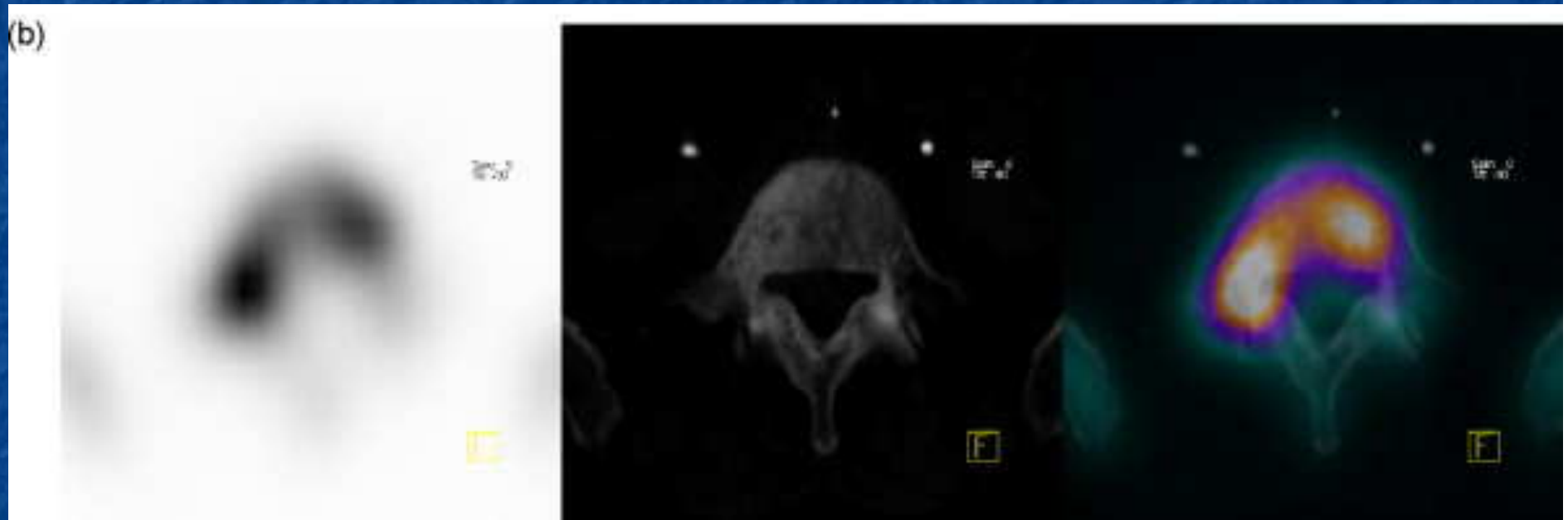
# Lésions dégénératives



# Bilan d'extension : sein



# métastases

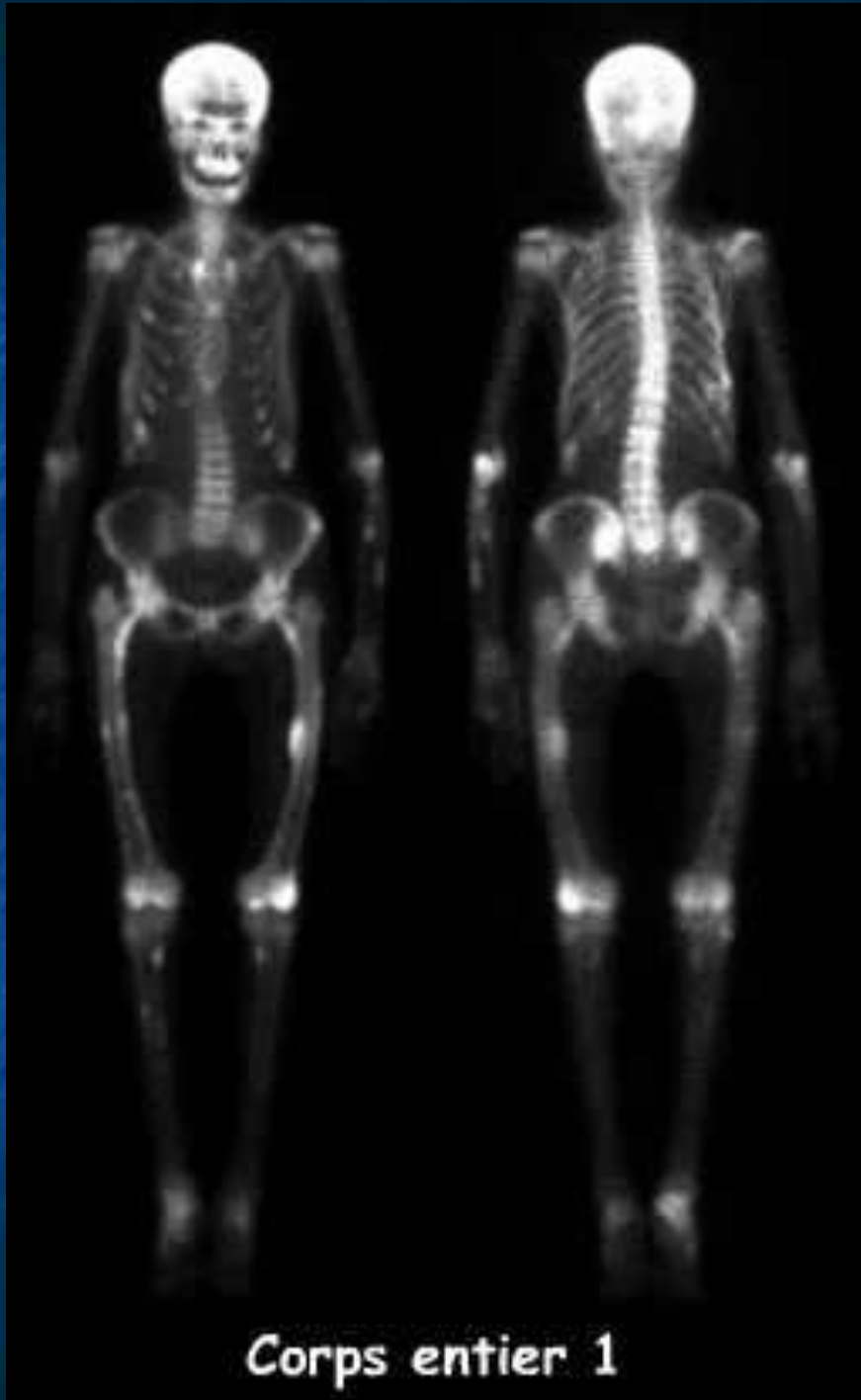


# **Ostéoarthropathie**

# Ostéoarthropathie de Pierre Marie



# Supersacn métabolique



Corps entier 1



**ostéonécrose**

# Ostéonécroses aseptiques chez l'adulte

## - Trois stades scintigraphiques

STADE 1 : hypofixation par défaut d'apport du traceur  
(jamais vue en pratique)

STADE 2 : hypofixation centrale et hyperfixation périlésionnelle

STADE 3 : hyperfixation diffuse par reconstruction osseuse

# Ostéonécroses bilatérales des têtes fémorales



STADE 2

# Ostéonécrose de la tête fémorale gauche



STADE 3

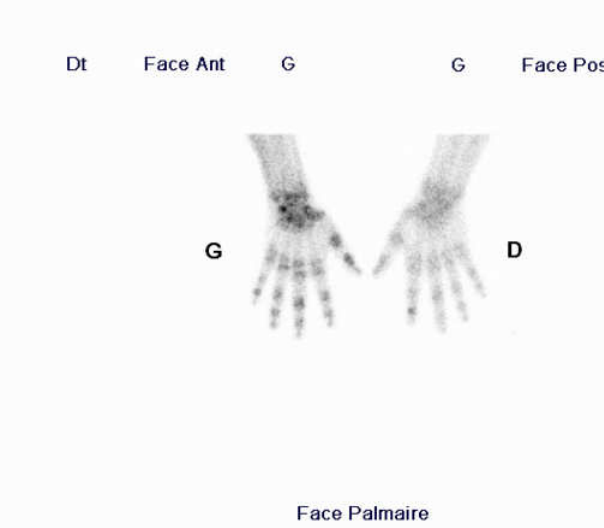
# Ostéonécrose d'un condyle fémoral



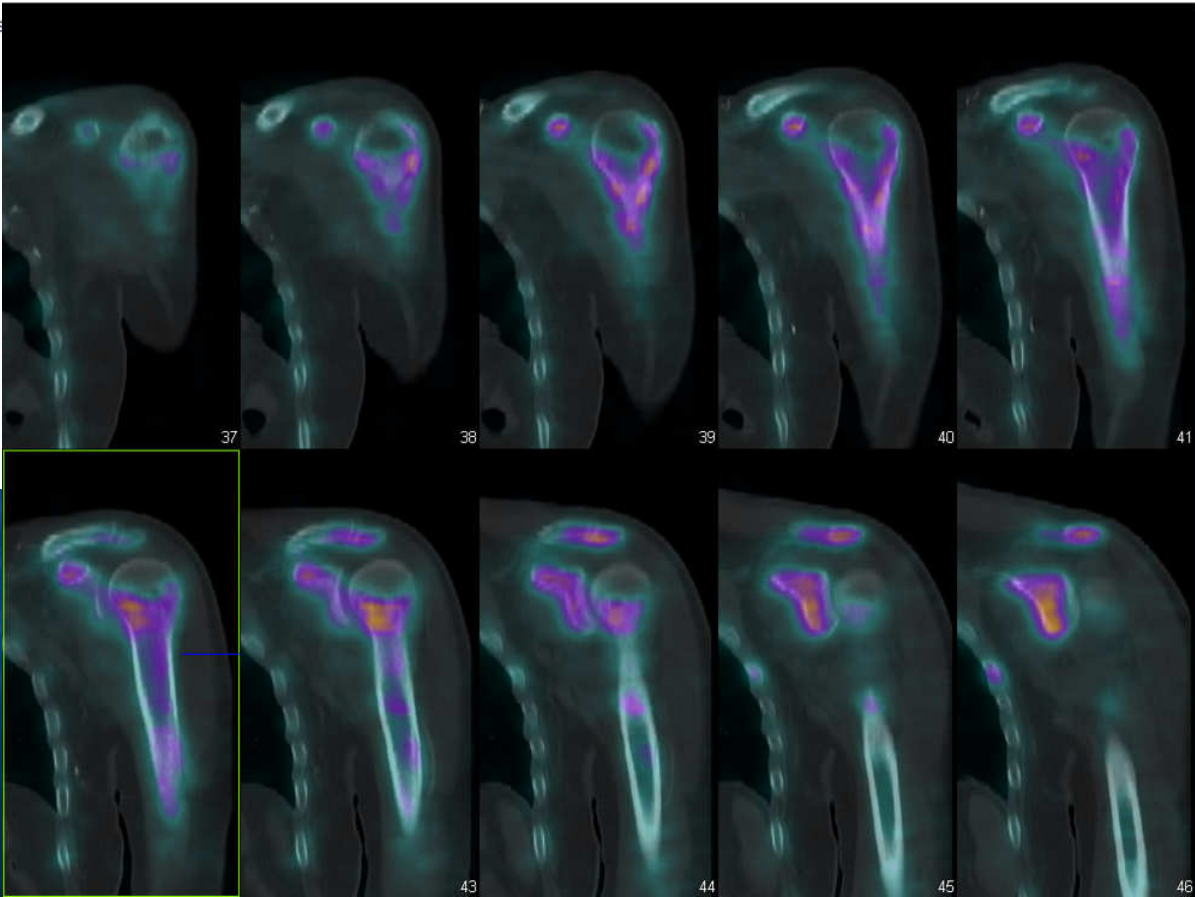
STADE 3



# Ostéonécrose de la tête humérale



SYMBIA - CH PERPIGNAN



**fractures**





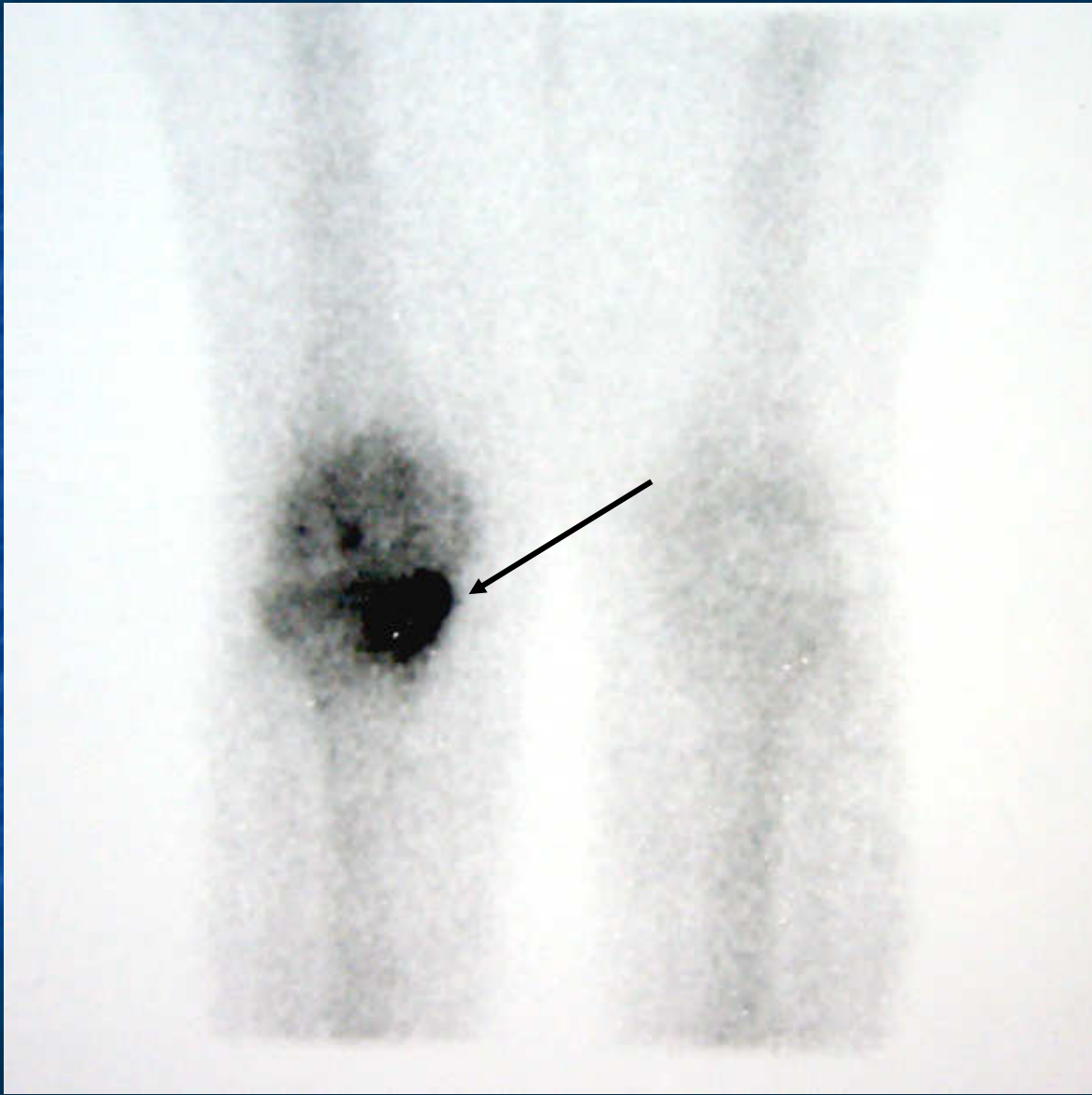
Fracture de fatigue  
du tibia chez un joggeur

# Douleurs dorsales aiguës (rénovation d' une maison de campagne)

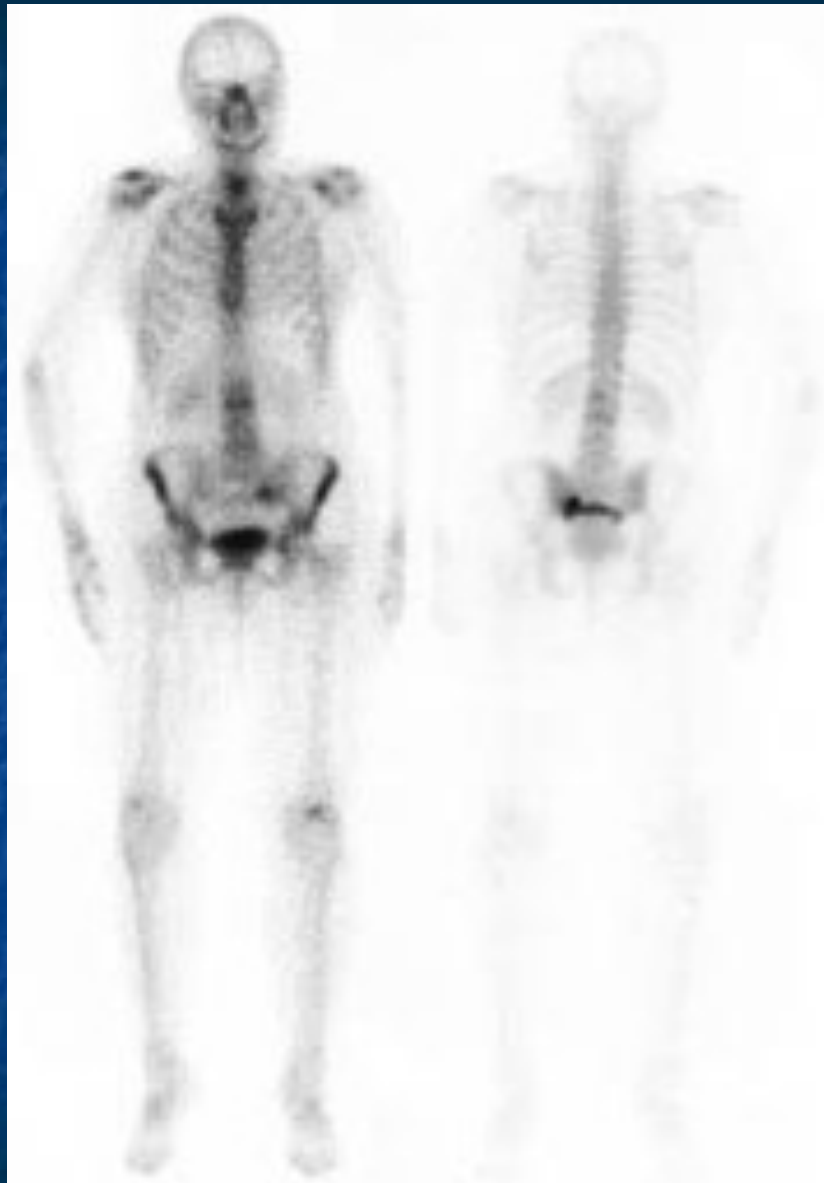


Tassement vertébral isolé

## Fracture par insuffisance osseuse



Fissure d'un  
plateau tibial  
(longue promenade)

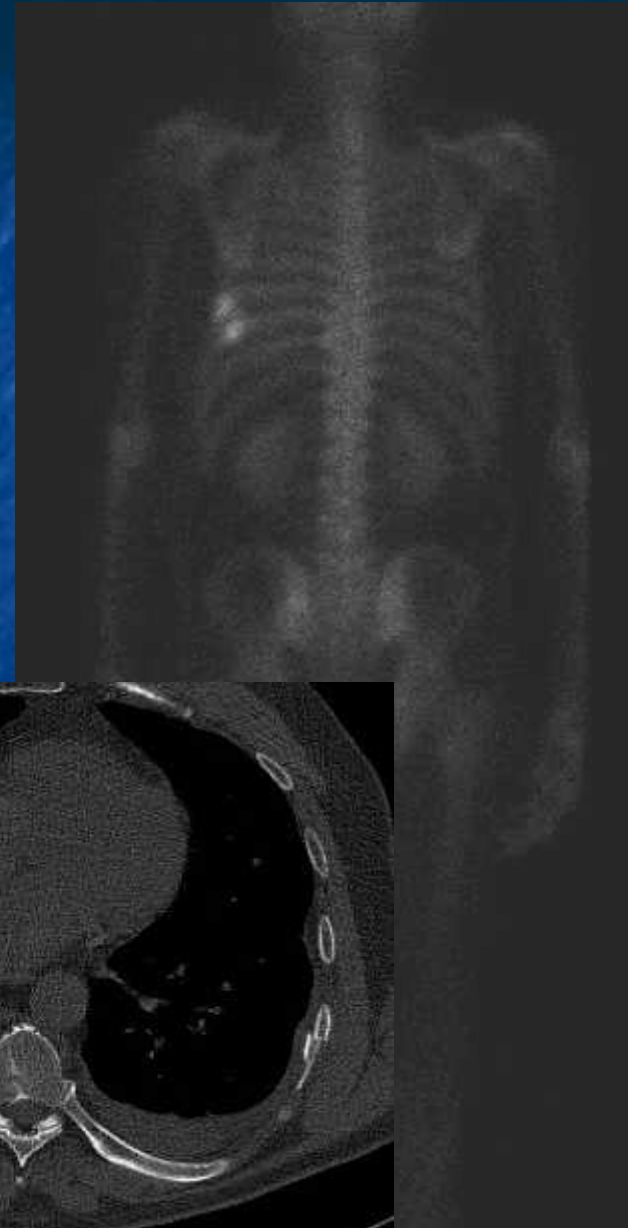
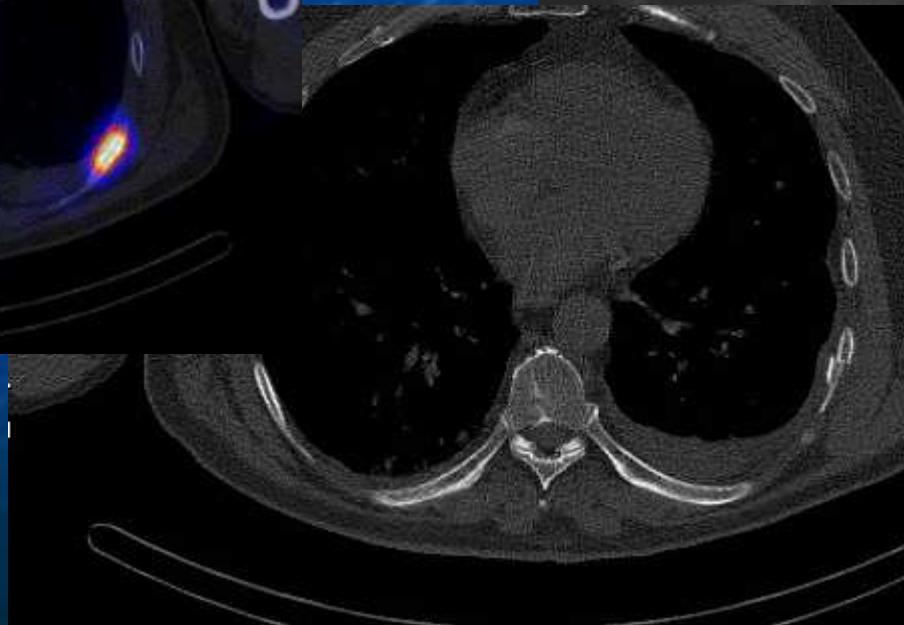
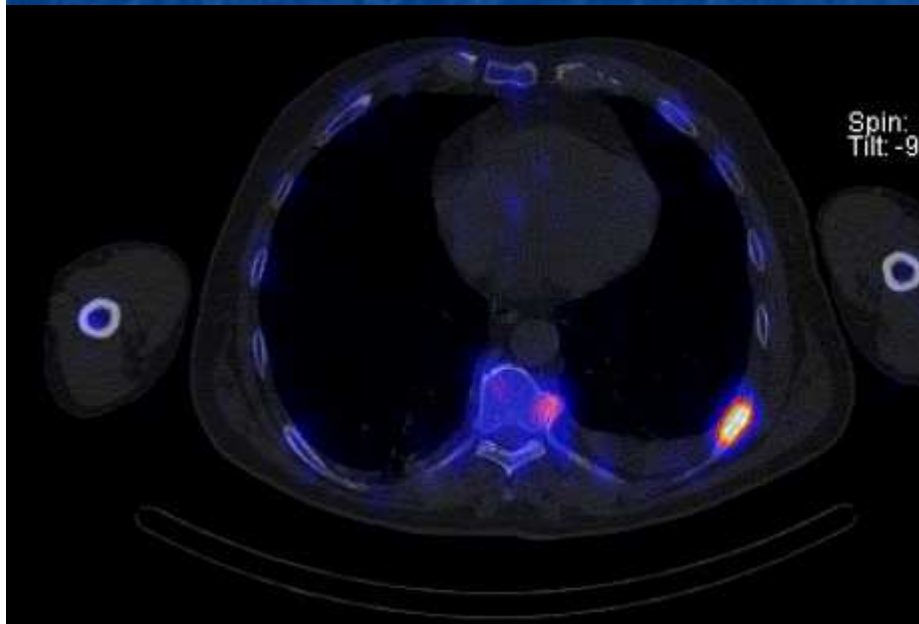


Fracture du  
sacrum

# Fracture scaphoide

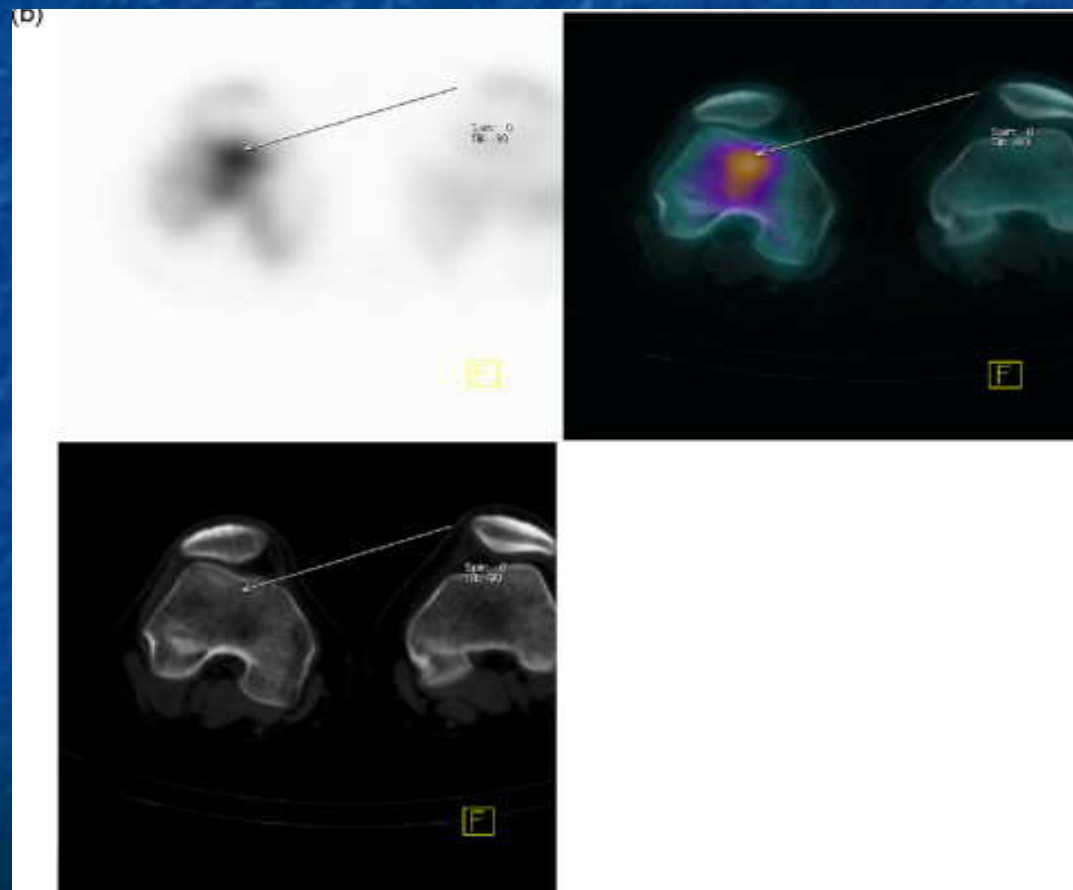
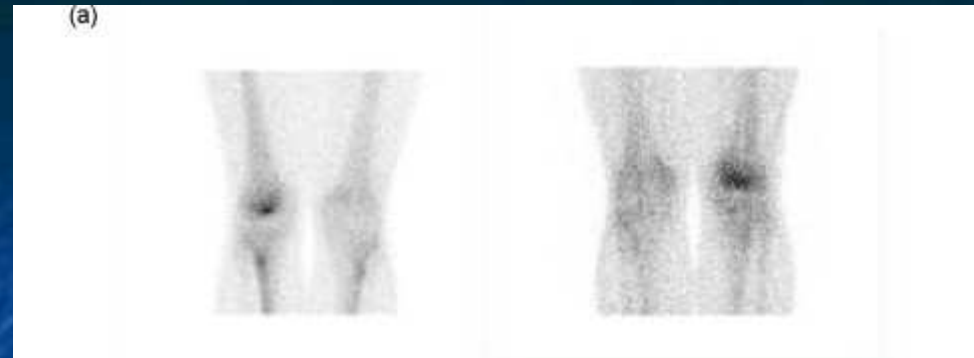


# Fractures costales



**ostéome ostéoïde,  
dysplasie**

# Ostéome ostéοide

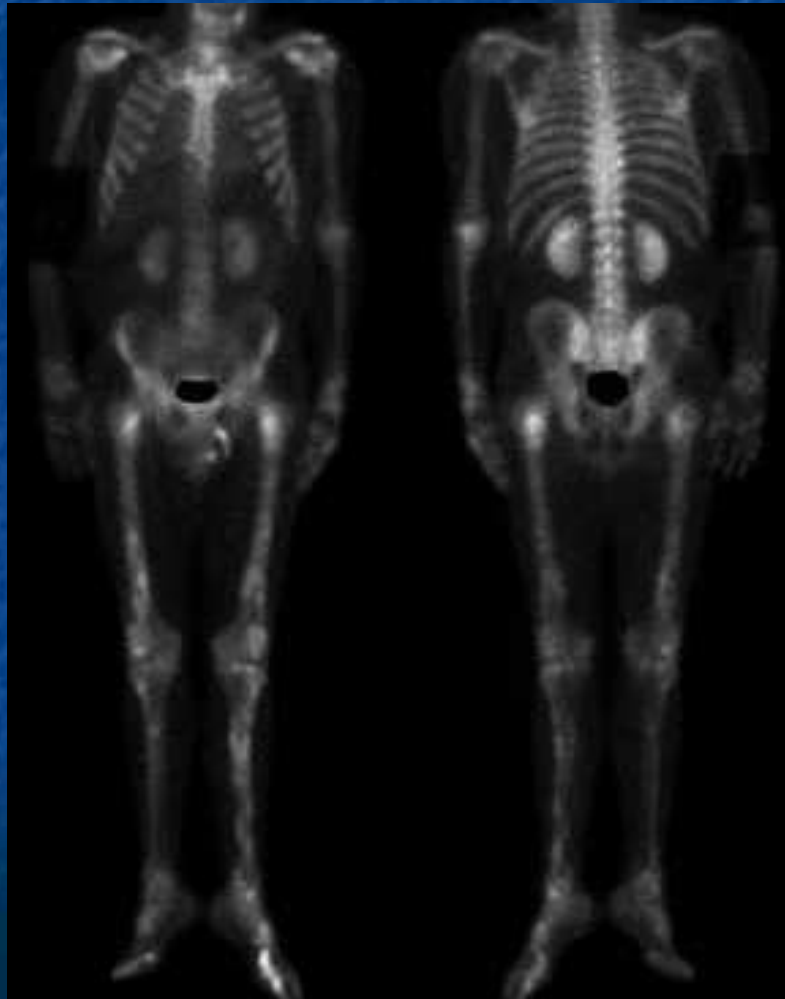






# Dysplasie fibreuse

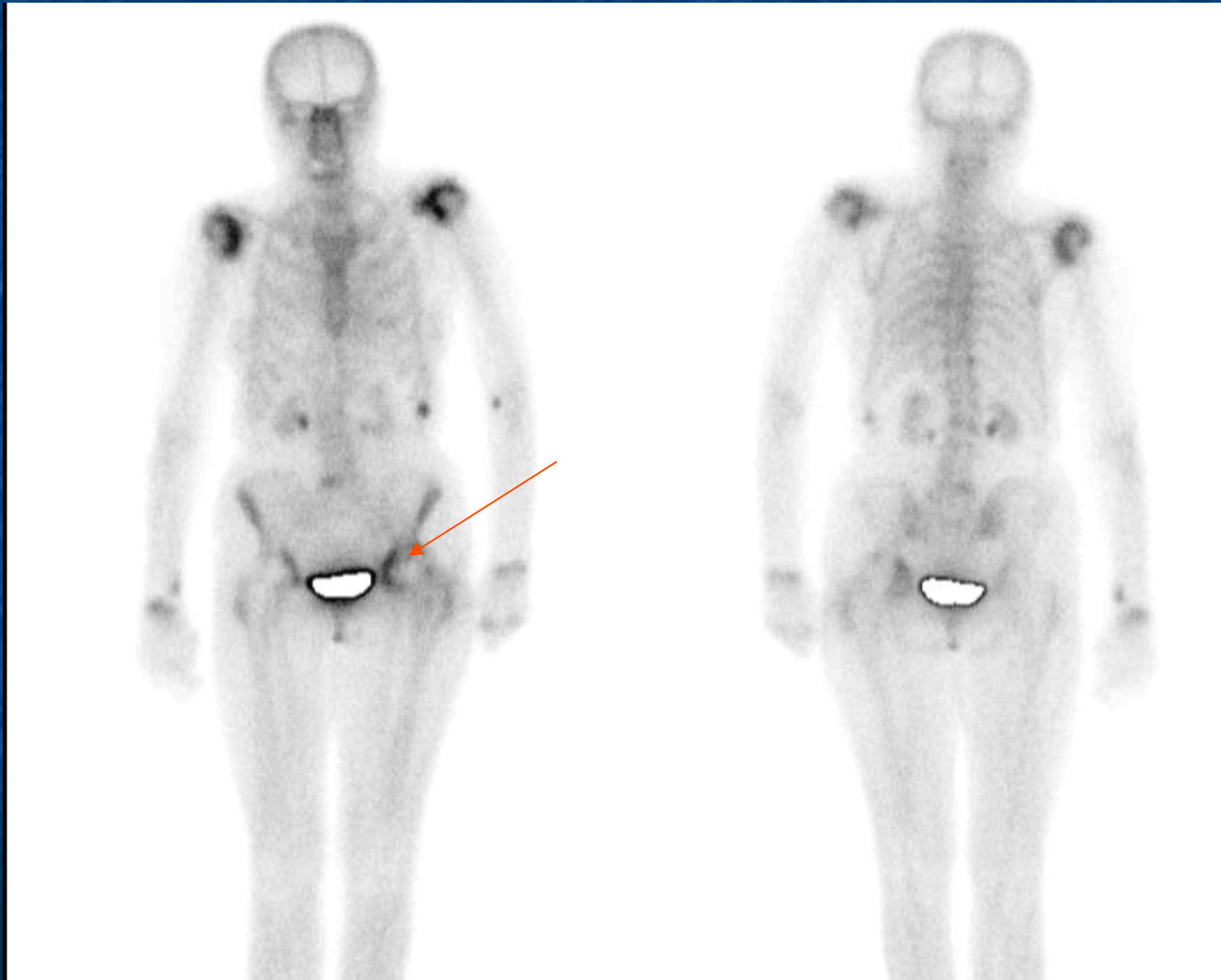
# Syndrome d'Erdheim-Chester : histiocytose non langhériensienne rare



- hyperfixation bilatérale et symétrique des métaphyses et des diaphyses des os longs, essentiellement des membres inférieurs.

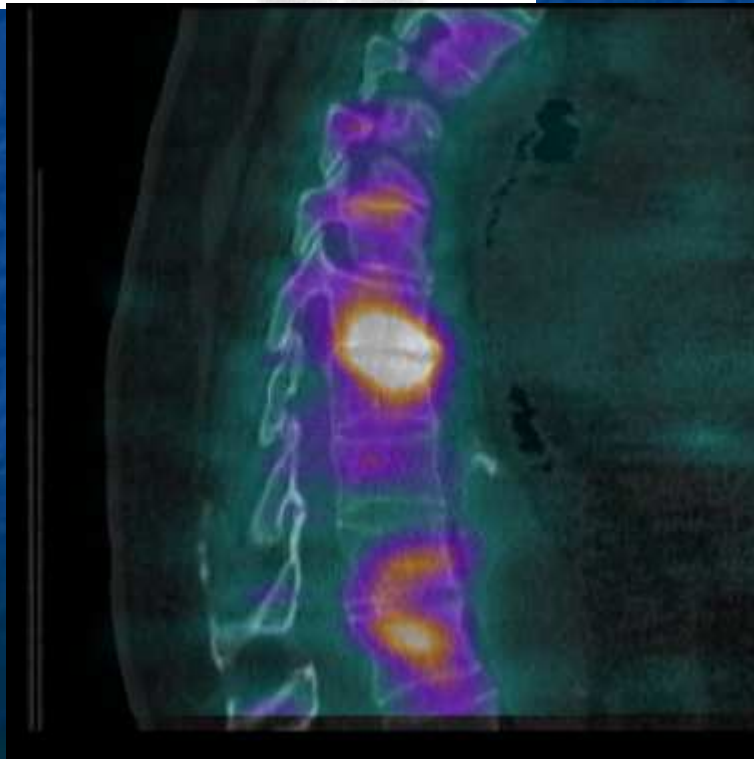
**descellement**

# Descellement prothétique

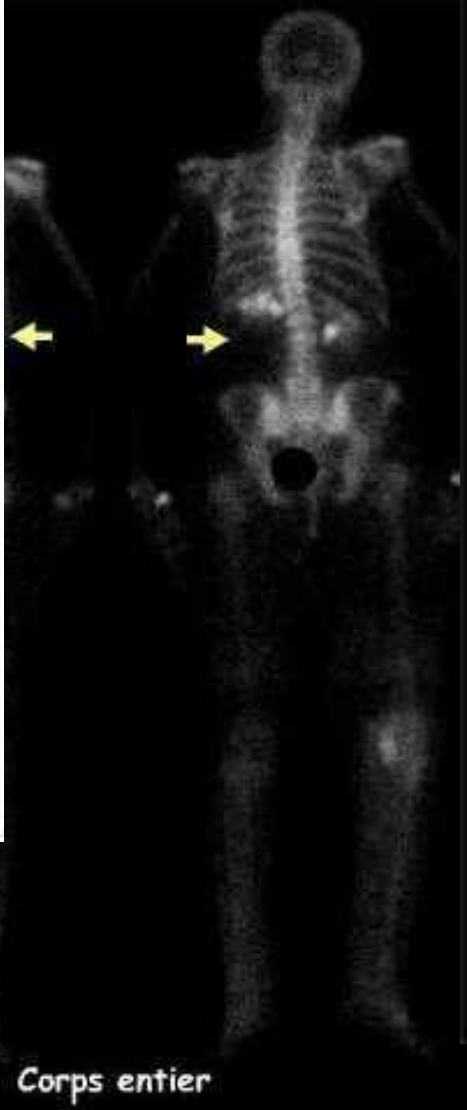


**infections**

# spondylodiscite



Et de temps en temps



Corps entier



# RETENIR

- Scintigraphie osseuse : indicateur du remodelage osseux et de l'activité ostéoblastique
- Absence de spécificité, cécité étiologique
- Excellente sensibilité à moindre coût, balayage corps entiers
- Indications oncologie et rhumato ++
- Intérêt TEMP TDM : augmente la sensibilité et la spécificité