

Médecine nucléaire et pathologies osseuses

**Pr PY. Salaun
Dr S. Querellou-Lefranc**

**Service de médecine nucléaire
CHRU de Brest
Hôpital Morvan-Hôpital CB**

Exploration du squelette

MRP ayant une affinité pour la matrice osseuse:

Biphosphonates- ^{99m}Tc ou ^{18}FNa

Fixation au niveau du front de minéralisation de l'os

→ reflet de l'activité ostéoblastique



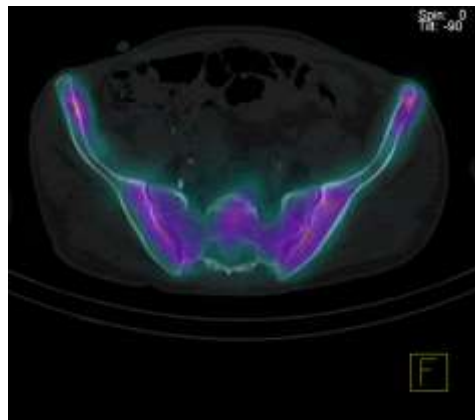
I. Scintigraphie osseuse au BP-^{99m}Tc

Scintigraphie osseuse

Association d'un vecteur (BP) et d'un isotope (Tc99m)

Administration IV

Fixation au niveau du front de minéralisation de l'os
→ reflet de l'activité ostéoblastique



Scintigraphie osseuse

Administration IV d'un Biphosponate marqué au ^{99m}Tc

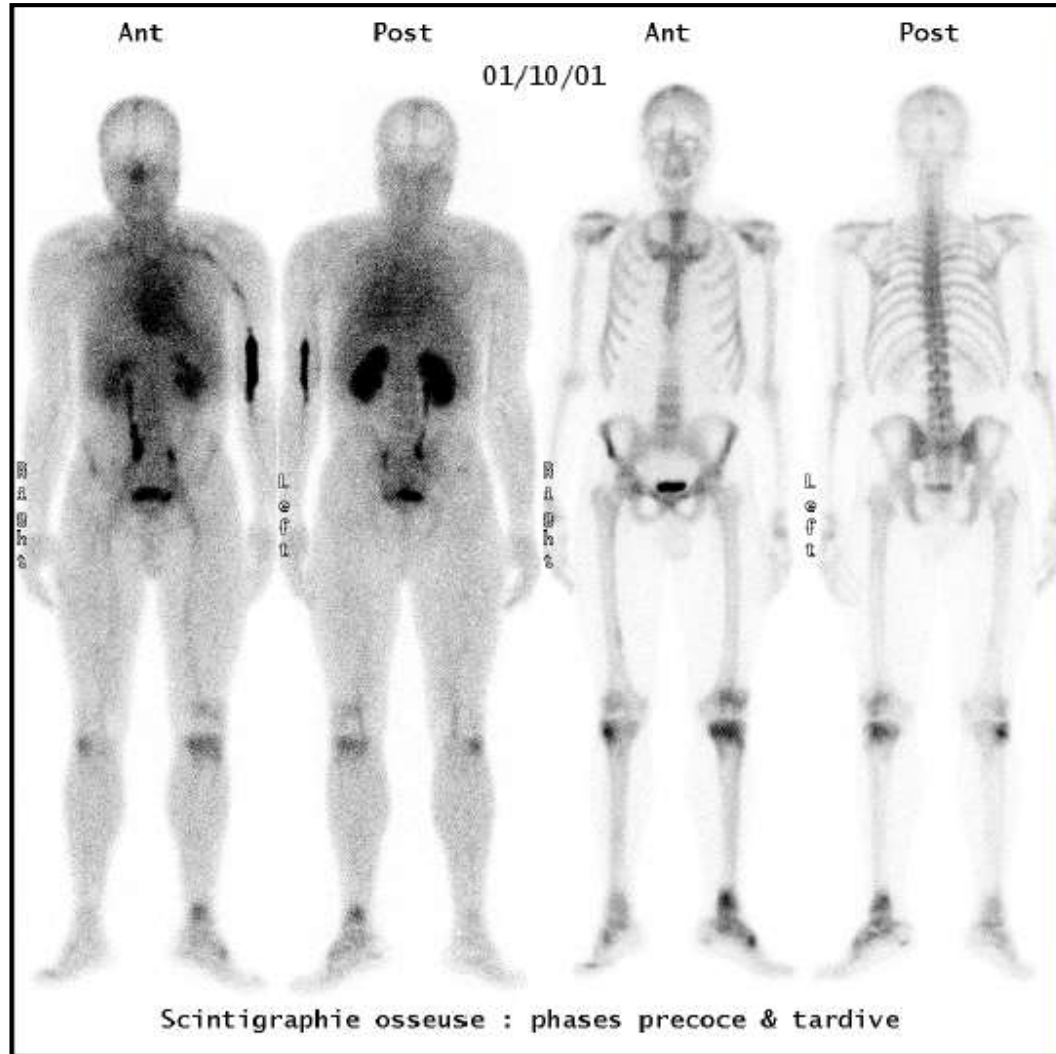
Exploration précoce (si besoin)

- Phase 1: Temps angioscintigraphique « vasculaire »
(série dynamique 0-60s)
- Phase 2: Clichés précoces « tissulaire » à 5mn

Phase 3: Exploration osseuse tardive « osseuse » IV+ 2-4h
(systématique)

- Corps entier (même pour un orteil...)
- Clichés centrés sur la douleur
- Si besoin une tomographie couplé au scanner X (TEMP-TDM)

Scintigraphie osseuse



Scintigraphie osseuse

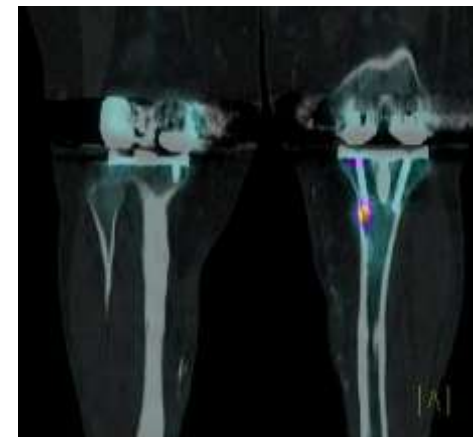
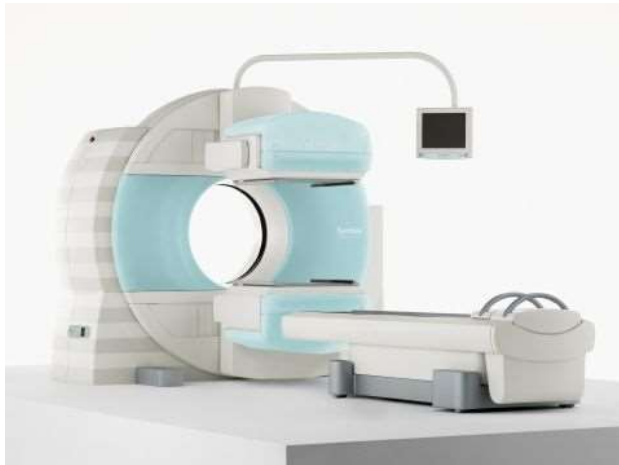
- Sensibilité élevée (80-95%) *Paycha 2010*

Métastases visualisées plus précocément (2-18 mois) que sur des radiographies *Padhani A 1998*

- Spécificité plus modérée 70%, mais augmentée par TDM (95%) *Paycha 2010*
- Imagerie de la totalité du squelette
- Information vasculaire et tissulaire de l'os.
Erlemann 1990, Sundvisk 1990, Edeline 1993
- Absence d'artefact généré par la présence de matériel orthopédique
Van Laere 1998
- Quantification de l'infiltration osseuse tumorale

Soloway 1988, Larson 1998

Examen de choix pour le couplage TEMP-TDM



Couplage TEMP-TDM : Avantages

- possibilité de correction d'atténuation
- 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 analysant la sémiologie TDM osseuse

Couplage TEMP-TDM : Inconvénients

- augmentation de la durée de l'examen (encombrement des caméras, pénibilité pour le patient)
- augmentation de l'irradiation du patient (environ 4-5 mSv pour la scintigraphie osseuse et 2 mSv pour le scanner de repérage)

Améliorations technologiques en TEMP-TDM

- Nouvelles méthodes de reconstruction
- Quantification possible en TEMP-TDM



- Méthode itérative Flash3D
- Méthode itérative xSPECT
- Reconstruction contextuelle xSPECT bone

Scintigraphie osseuse

TEMP

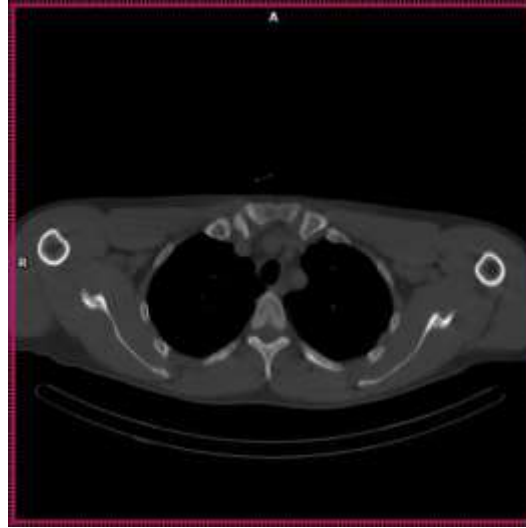


Scintigraphie osseuse

TEMP

+

TDM



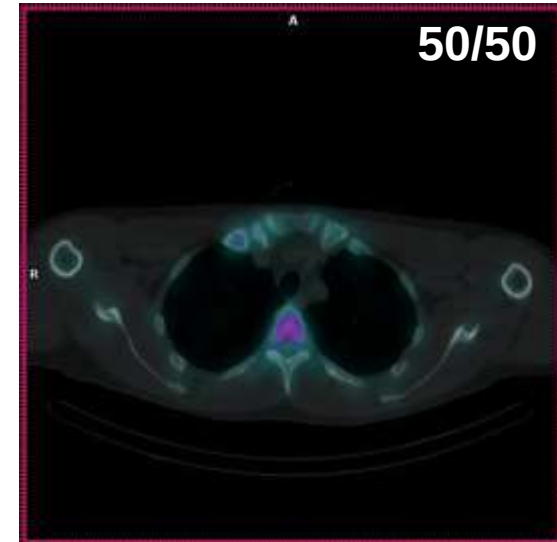
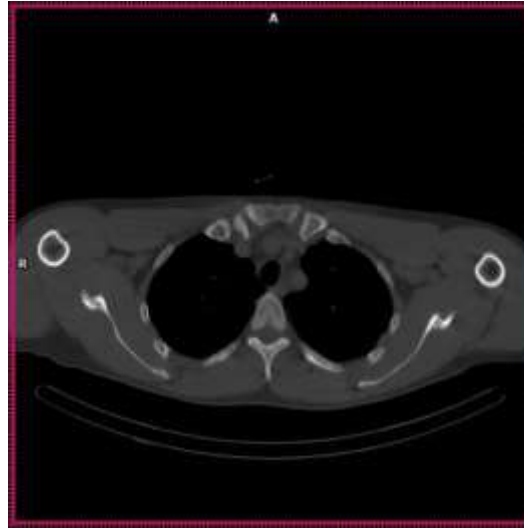
Scintigraphie osseuse

TEMP

+

TDM

SUPERPOSITION



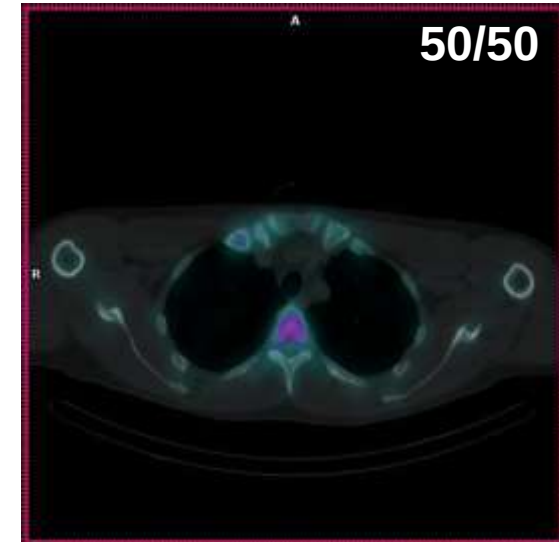
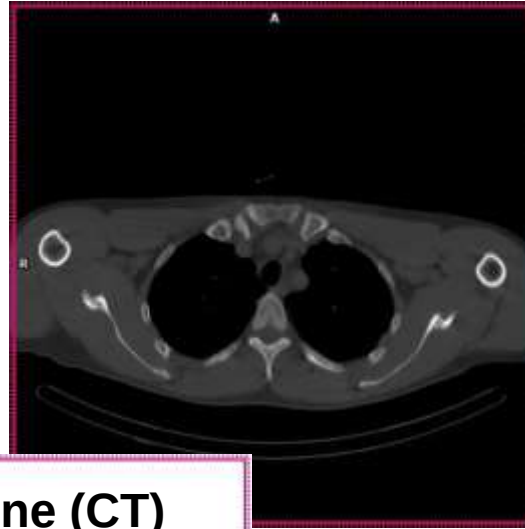
Scintigraphie osseuse

TEMP

+

TDM

SUPERPOSITION



xSPECT bone (CT)



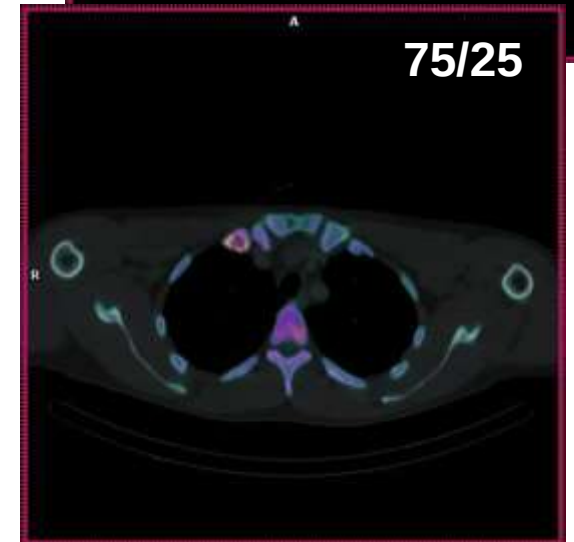
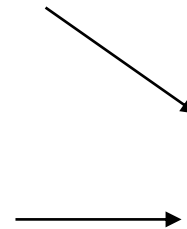
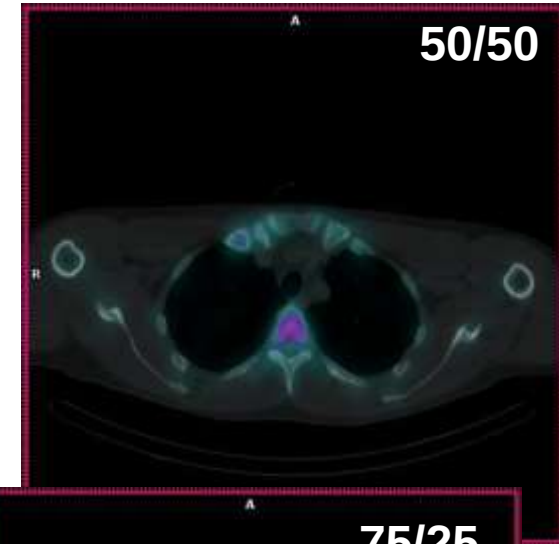
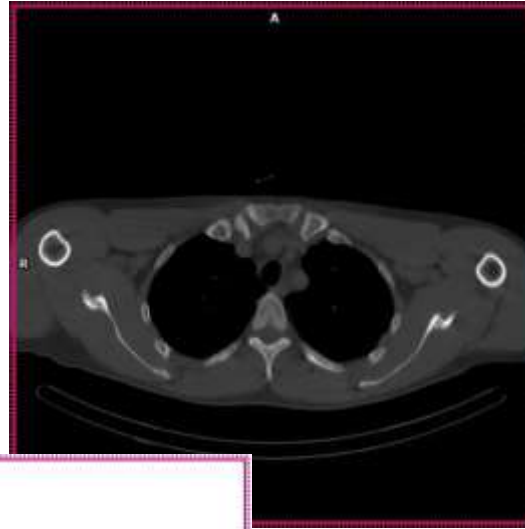
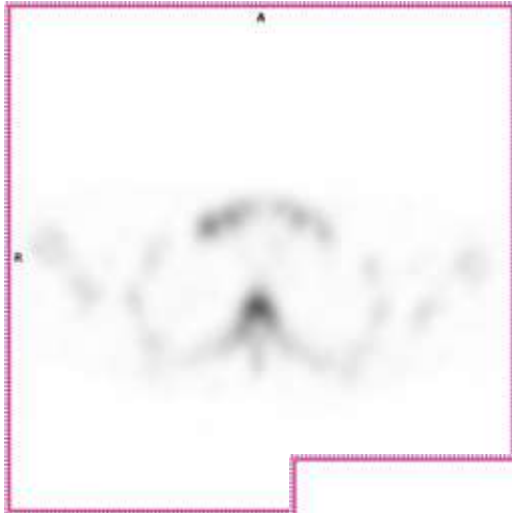
Scintigraphie osseuse

TEMP

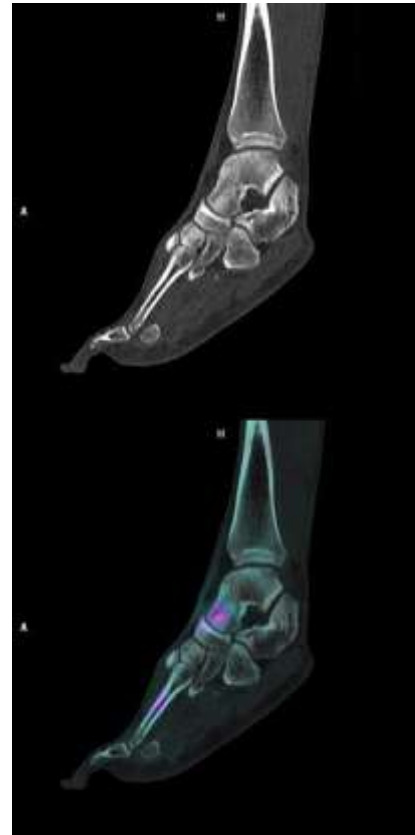
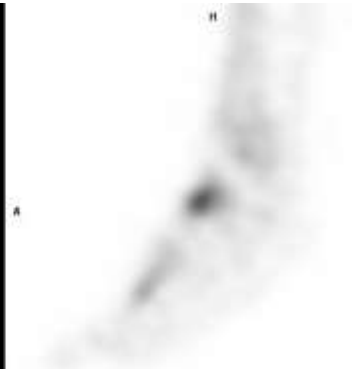
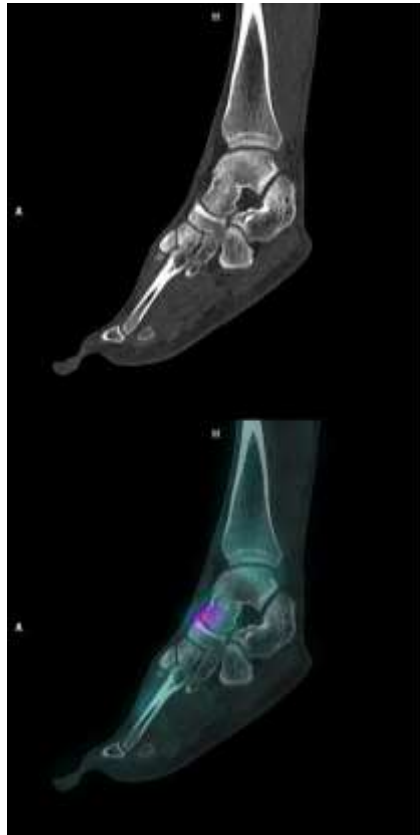
+

TDM

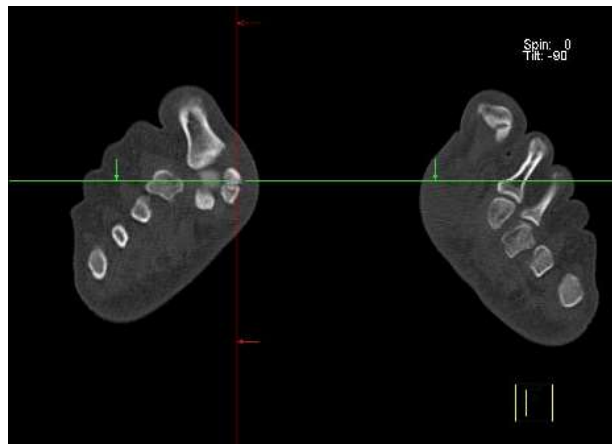
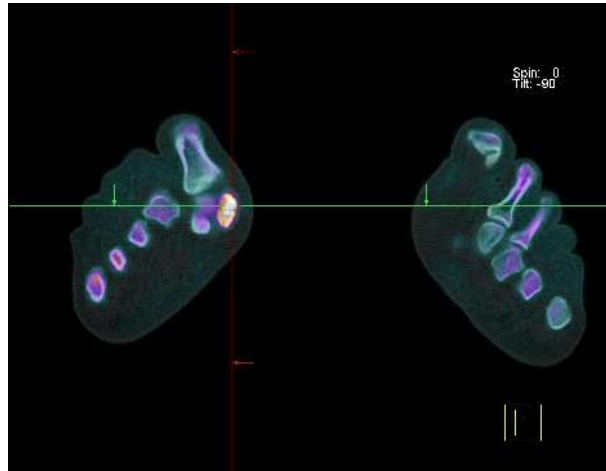
SUPERPOSITION



Scintigraphie osseuse: XSB



Scintigraphie osseuse: XSB



II. TEP au $F^{18}Na$

TEP au $F^{18}Na$

De manière analogue aux ^{99m}Tc -BP, l'accumulation osseuse du ^{18}F -FNa reflète la vascularisation et le remodelage (*turn over*) osseux

Le niveau de la captation osseuse du ^{18}F -FNa est 2 fois plus élevé que celui des ^{99m}Tc -BP

Quantification possible SUV

Radiopharmaceutiques	Equivalent de dose/activité injectée (mSv/MBq)	Activité injectée (MBq)	Dose efficace E (mSv)
^{99m}Tc-BP	0,0053	10 MBq/kg	5
^{18}F-FNa	0,023	0,5 MBq/kg	9,25

+ TDM *low dose* (^{99m}Tc -BP TEMP/TDM & ^{18}F -FNa TEP/TDM) : 10 mSv

TEP au $F^{18}Na$

p23407s1_wb_ctac.img: LOR-RAMLA
3/2/2012



Series: 854560 / Slice: 1

p24363s0_wb_ctac.img: LOR-RAMLA
3/9/2012



Series: 870740 / Slice: 1

unitless LL:0.00

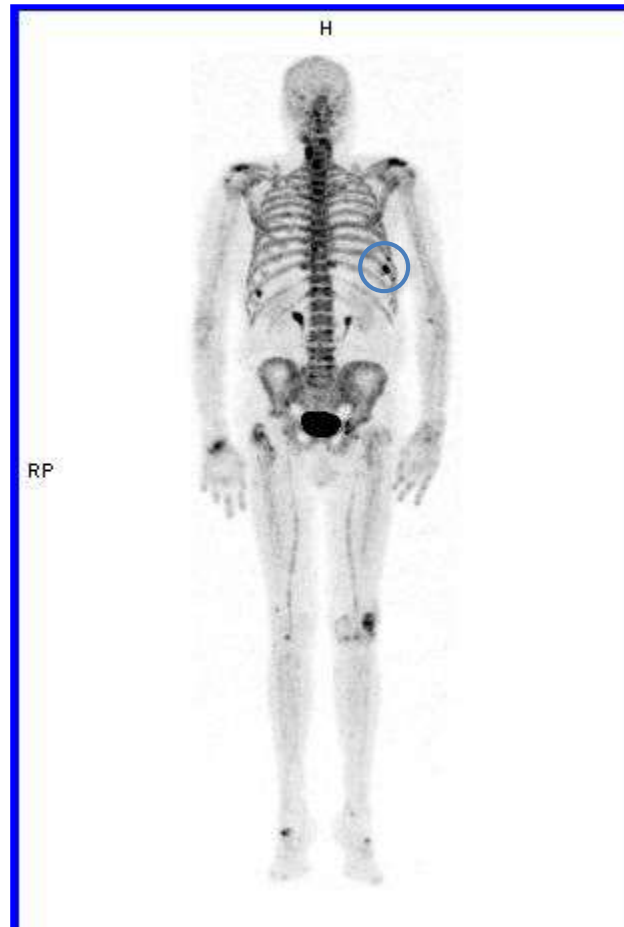
III. BP-^{99m}Tc ou ¹⁸FNa

BP- ^{99m}Tc ou ^{18}FNa

FNa + sensible ?



SO (sous traitement)

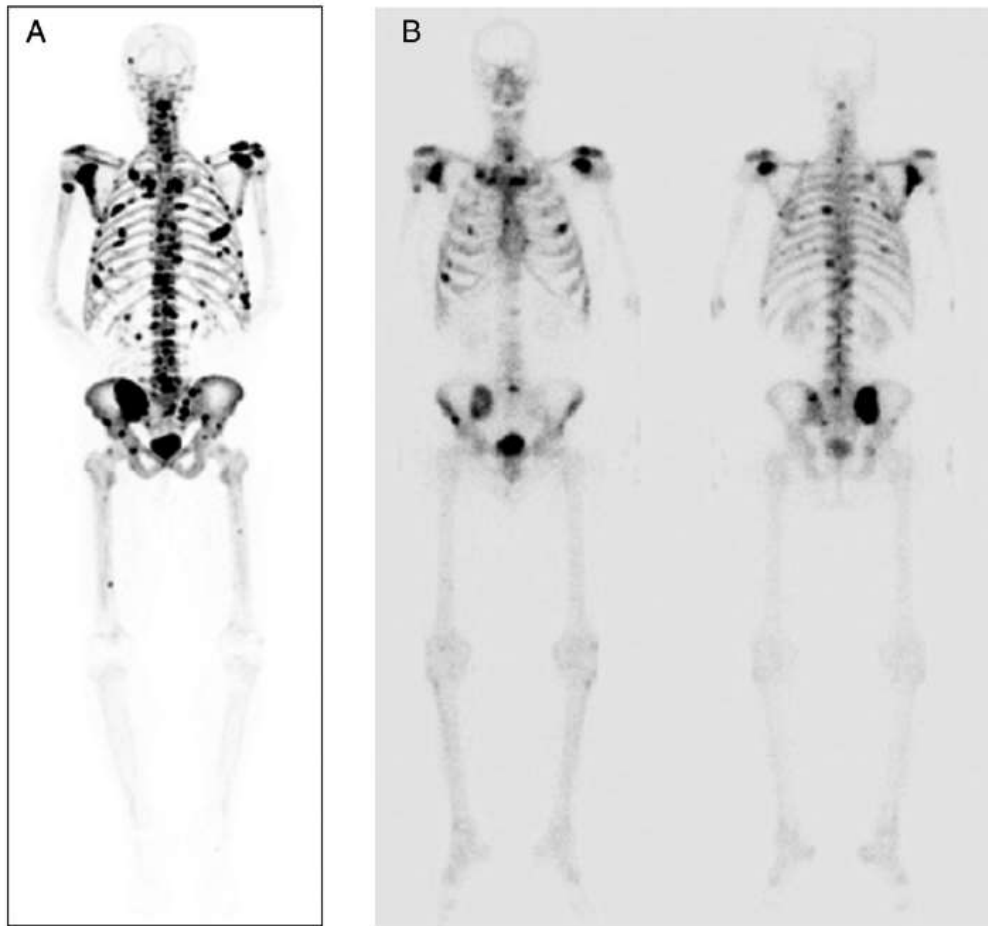


TEP au FNa

Clinical utility of ^{18}F -fluoride PET/CT in benign and malignant bone diseases

Yuxin Li ^a, Christiaan Schiepers ^b, Ralph Lake ^a, Simin Dadparvar ^c, Gholam R. Berenji ^{a,*}

Bone 2012



Plus de lésions visualisées
en TEP

Fig. 3. Fluoride PET is more sensitive than MDP bone scintigraphy. Comparison of fluoride PET MIP image (A) versus MDP bone scintigraphy (B) in a patient with metastatic prostate cancer. PET demonstrates more focal lesions than planar imaging.

Prospective Evaluation of ^{99m}Tc MDP Scintigraphy, ^{18}F NaF PET/CT, and ^{18}F FDG PET/CT for Detection of Skeletal Metastases

Mol Imaging Biol (2012) 14:252–259

Andrei Iagaru,¹ Erik Mittra,¹ David W. Dick,² Sanjiv Sam Gambhir^{1,2,3,4}



Table 1. Efficacy of the ^{99m}Tc MDP bone scan, ^{18}F NaF PET/CT, and ^{18}F FDG PET/CT for the detection of osseous metastases and ^{18}F FDG PET/CT for the detection of extra-osseous disease

	Bone		Soft tissue	
	Bone scan	NaF PET/CT	FDG PET/CT	FDG PET/CT
Sensitivity	87.5	95.8	66.7	92.9
95% CI	75.7–93.0	85.2–99.2	54.7–70.1	83.1–97.2
Specificity	92.9	92.9	96.4	91.7
95% CI	82.7–97.6	83.8–95.7	86.2–99.4	80.3–96.7
PPV	91.3	92.0	94.1	92.9
95% CI	79.0–97.1	81.8–95.2	77.3–98.9	83.1–97.2
NPV	89.7	96.3	77.1	91.7
95% CI	79.9–94.2	86.9–99.3	69.0–79.5	80.3–96.7
Accuracy	90.4	94.2	82.7	92.3
95% CI	79.5–95.5	84.4–97.3	71.7–85.8	81.8–97.0

CI confidence interval, PPV positive predictive value, NPV negative predictive value

Pas de SPECT....

SUV permet-il de différencier les lésions bénignes des lésions malignes?

Non ... car chevauchement bénin / malin

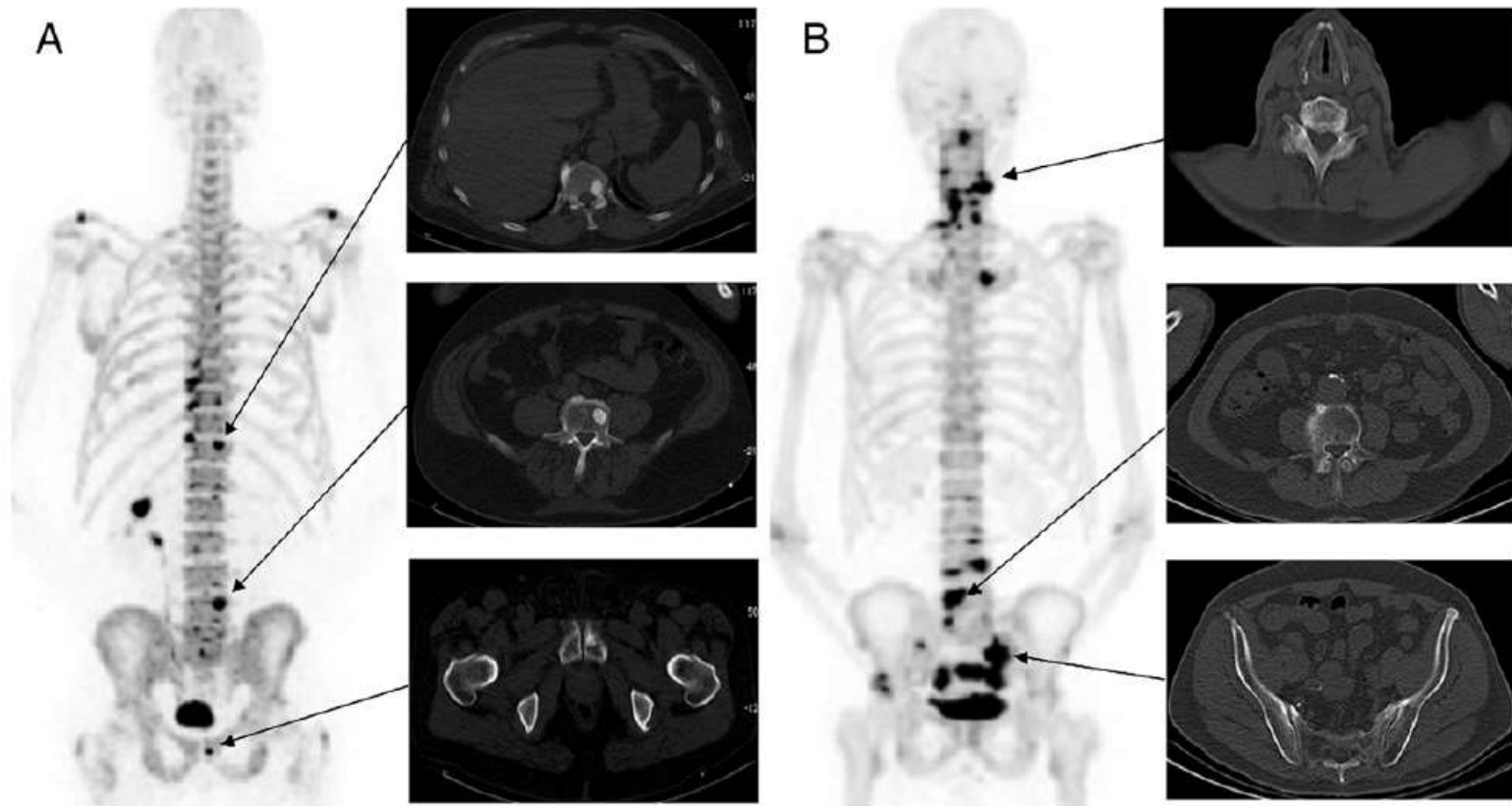
Mais l'intensité de fixation fait partie du faisceau d'argument qui permet la caractérisation d'une lésion : SUVmax >> 20

- 321 lésions étudiées : 151 lésions malignes SUVmax : 57+/-43 vs 20+/-7 lésions bénignes

Beheshti, M.EJNMI 2008

- 154 lésions malignes tous types de cancer: SUVmax : 22,3+/-9,8

Kawaguchi Ann Nucl Med 2010



Intensité de fixations des lésions secondaire et des lésions
dégénératives évolutives possiblement identiques

TEMP-TDM au BP-^{99m}Tc ou TEP/TDM au ¹⁸FNa?

	Avantages	Inconvénients
TEP-TDM au FNa	Examen en 1 temps Meilleures sensibilité	Cout du traceur Disponibilité « Irradiation » (15 mSv versus 7-10 mSv)
TEMP-TDM au BP	« Disponibilité » « Irradiation moindre » (7-10 mSv versus 15 mSv)	Examen en 2 temps

III. Principales Indications et Images typiques

Indications

Pathologies orthopédiques et traumatologiques

Pathologies non-traumatiques bénignes

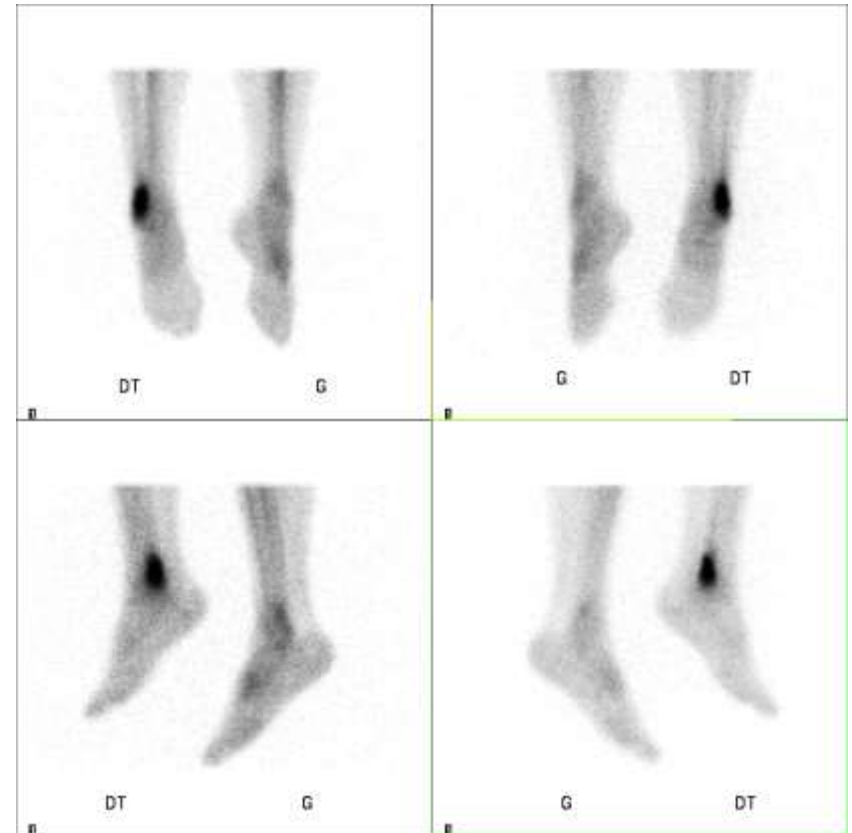
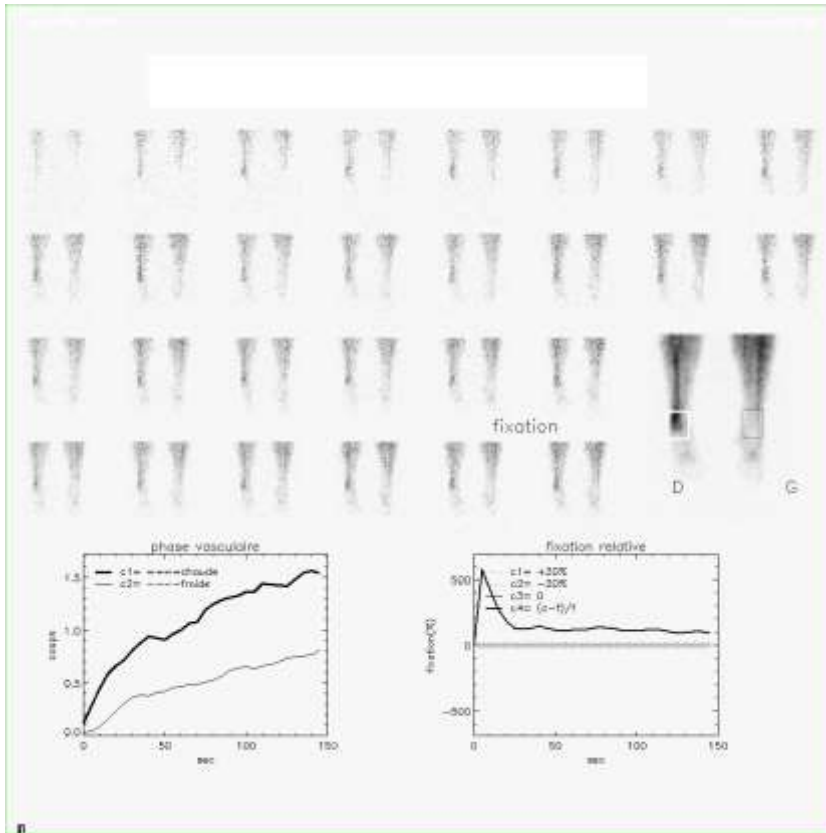
Pathologies non-traumatiques malignes

Indications

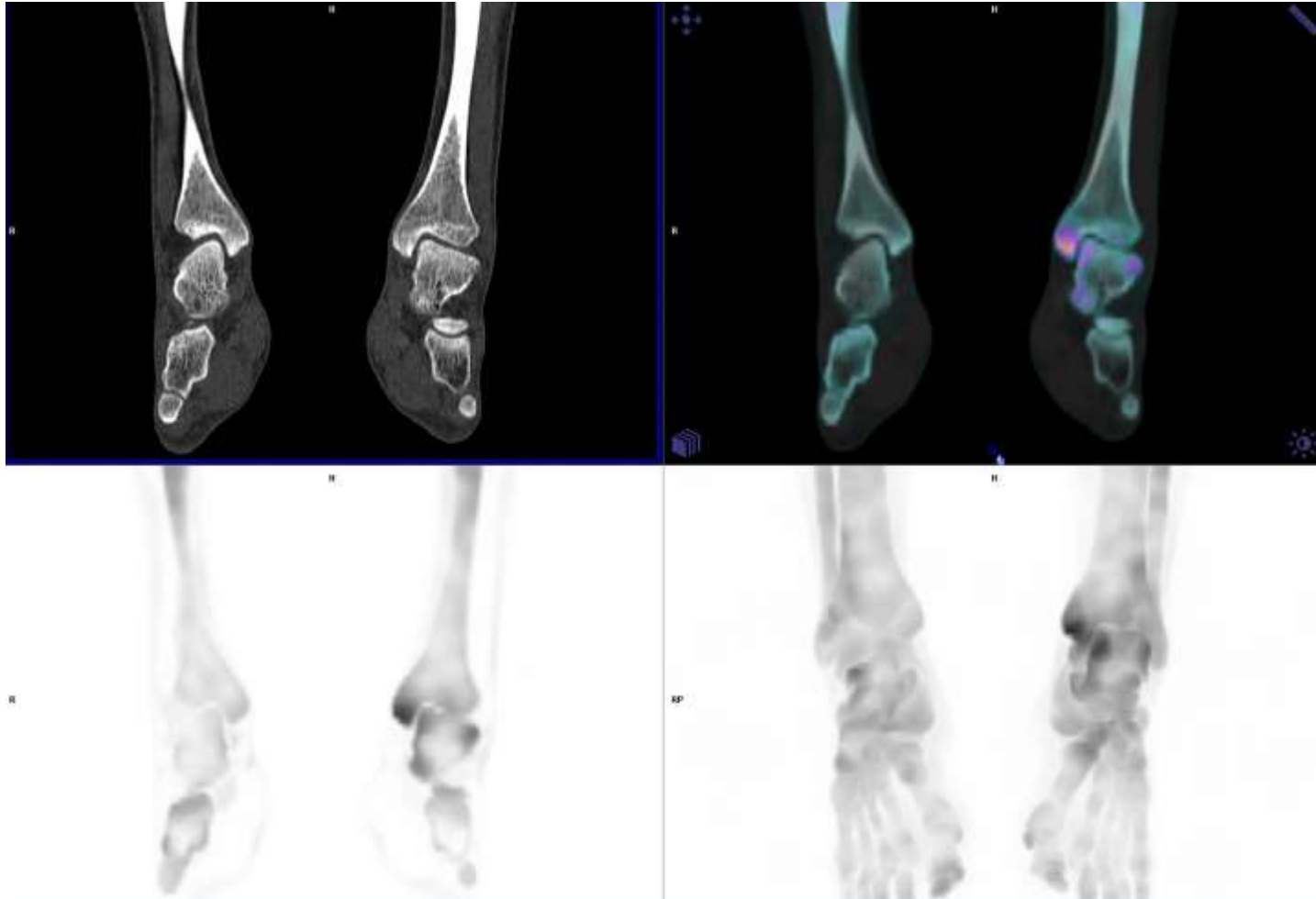
Pathologies traumatiques

- Fracture (infra-radiologique), datation (fracture vertébrale)
- Algodystrophie
- Périostite, aponévrite
- Pathologie musculaire
- Descellement prothétique...

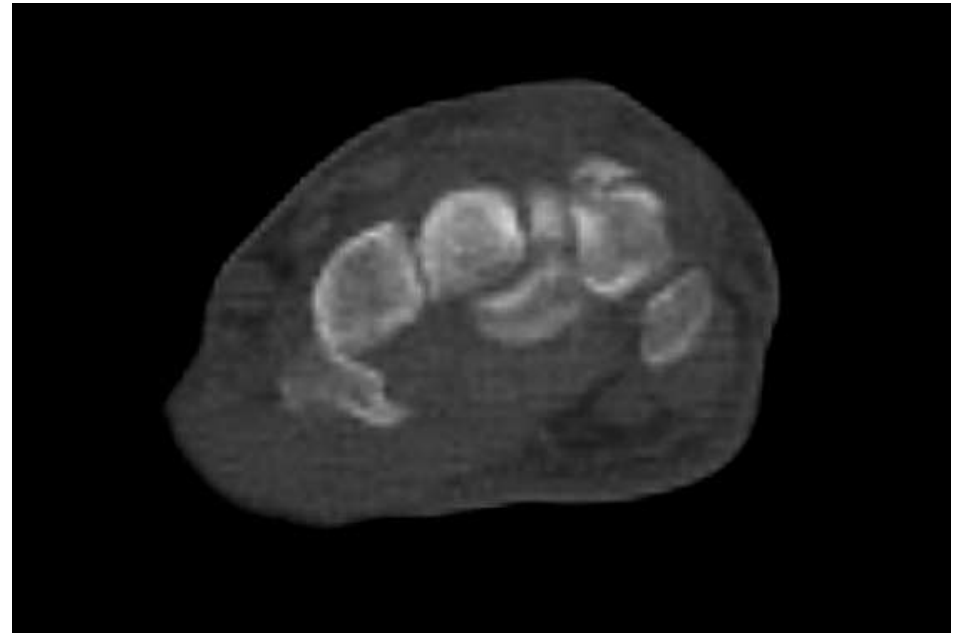
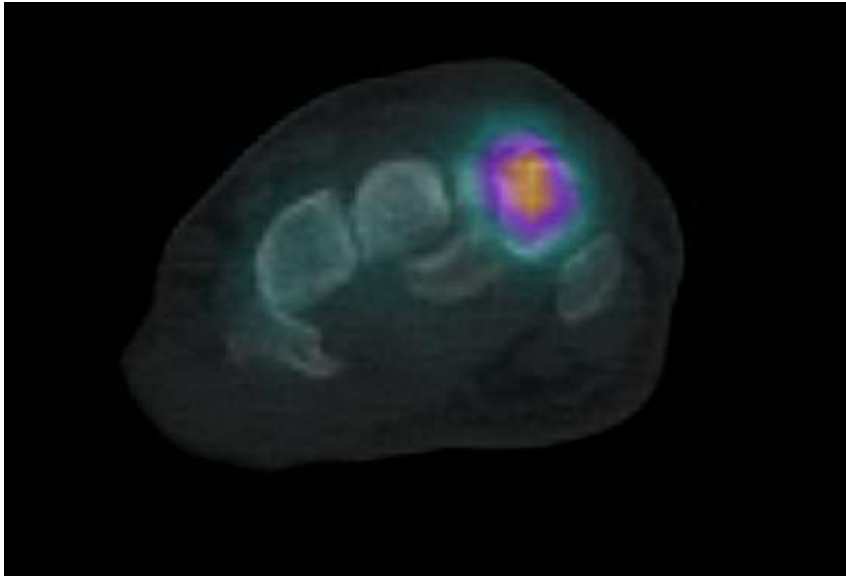
Fracture



Fracture-contusion



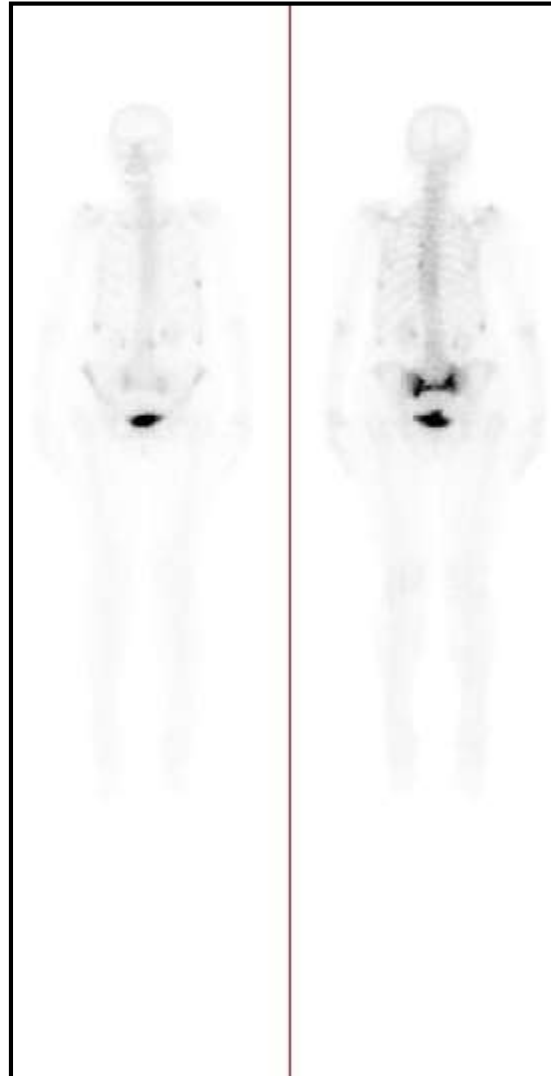
Fracture



Fracture



Fracture



Datation des fractures

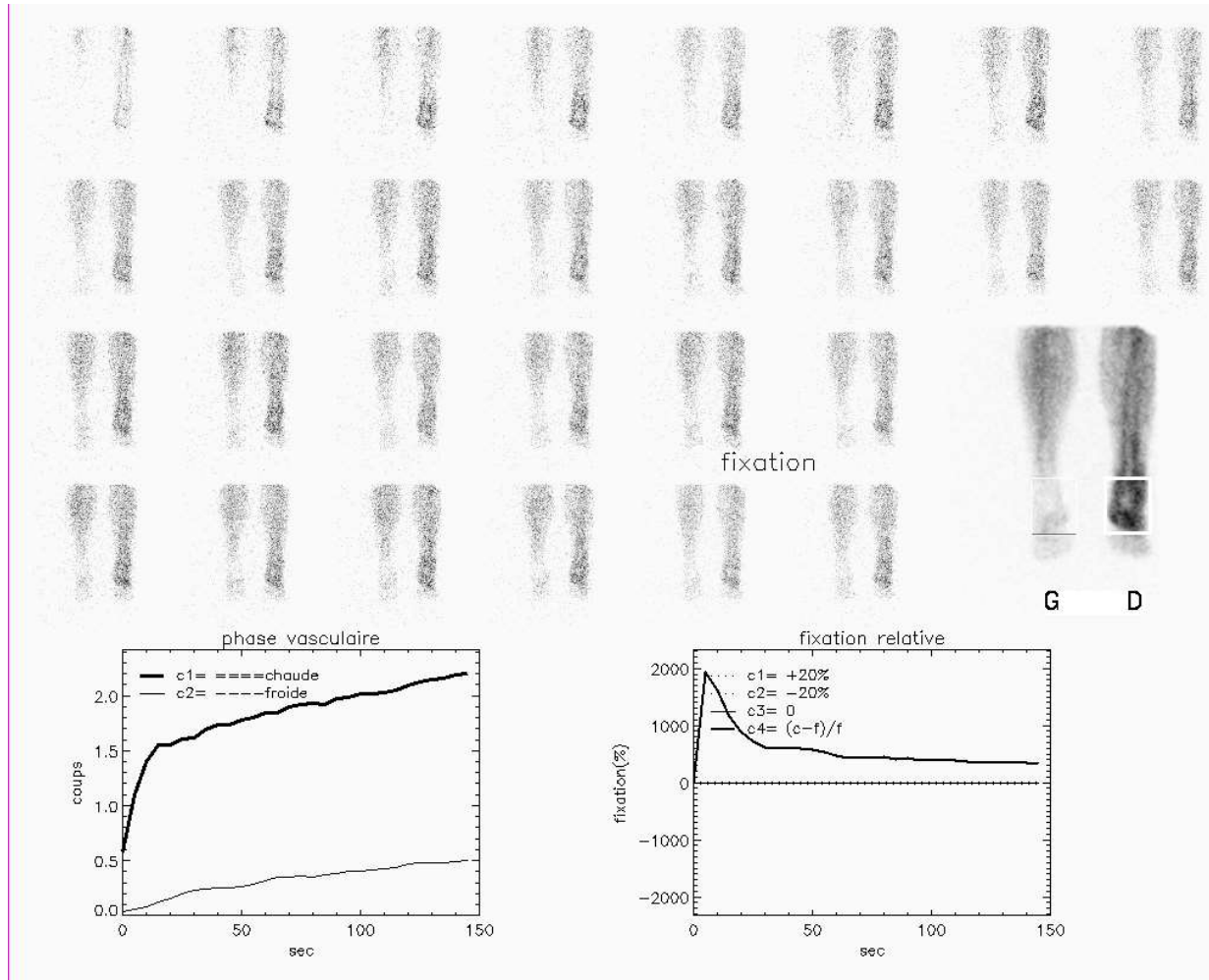


Algoneurodystrophie

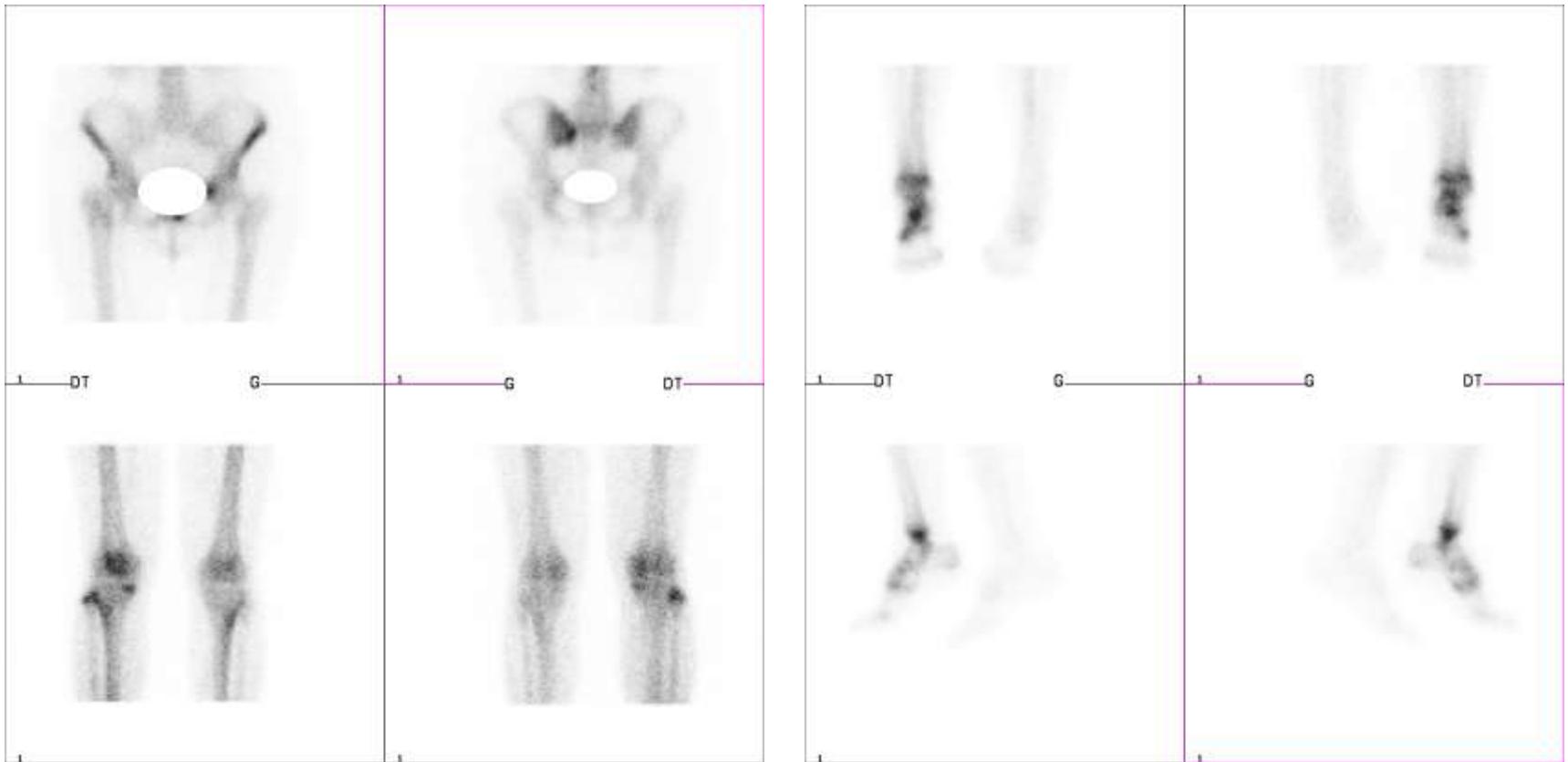
Algoneurodystrophie ou SRDC

- Confirmation du SRDC
- Évaluation du stade de l'algodystrophie
- Hyperfixation pour la forme chaude
- Hypofixation pour la forme froide
- Déminéralisation osseuse mouchetée

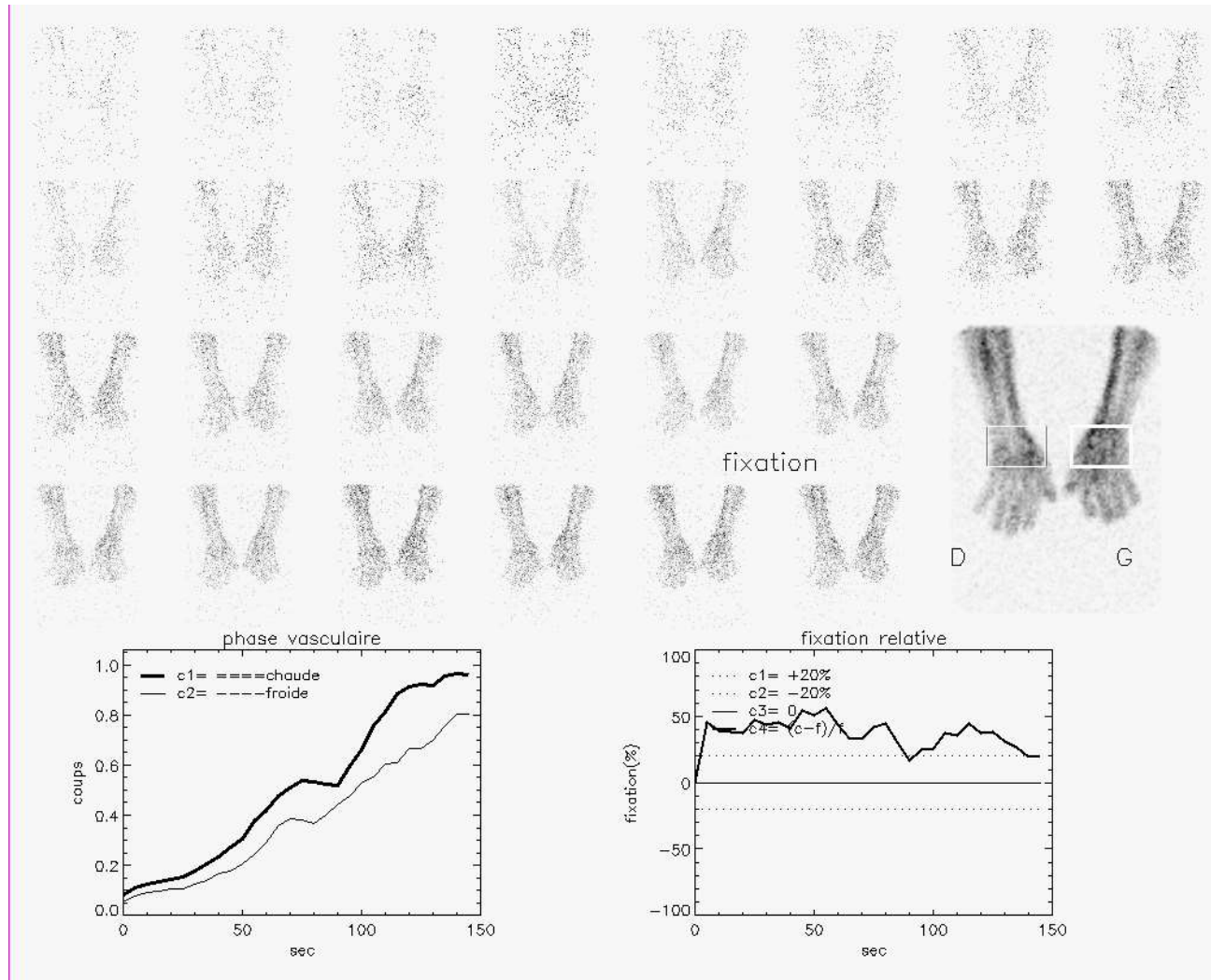
Algoneurodystrophie



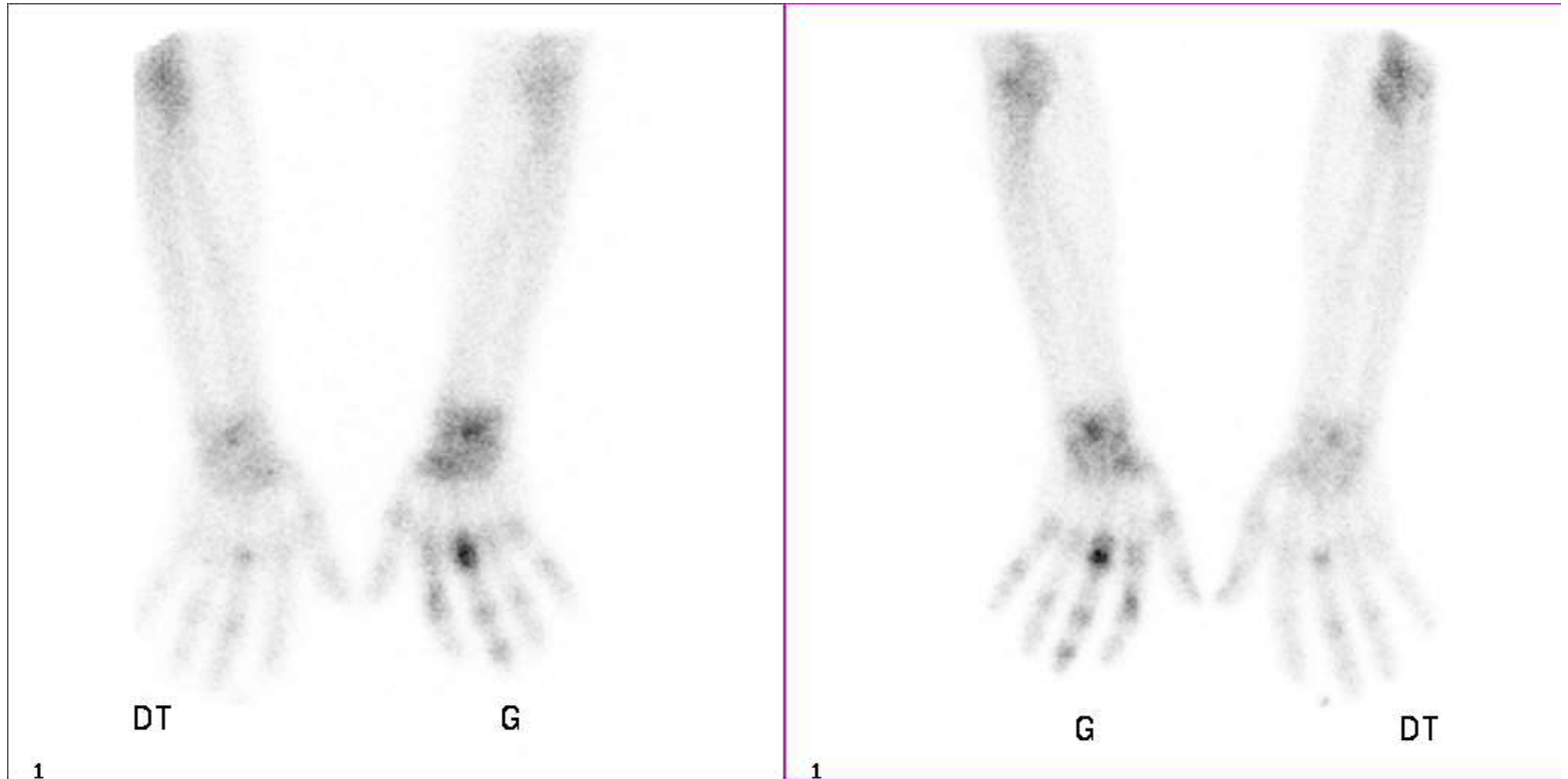
Algoneurodystrophie



Algoneurodystrophie



Algoneurodystrophie



Algoneurodystrophie



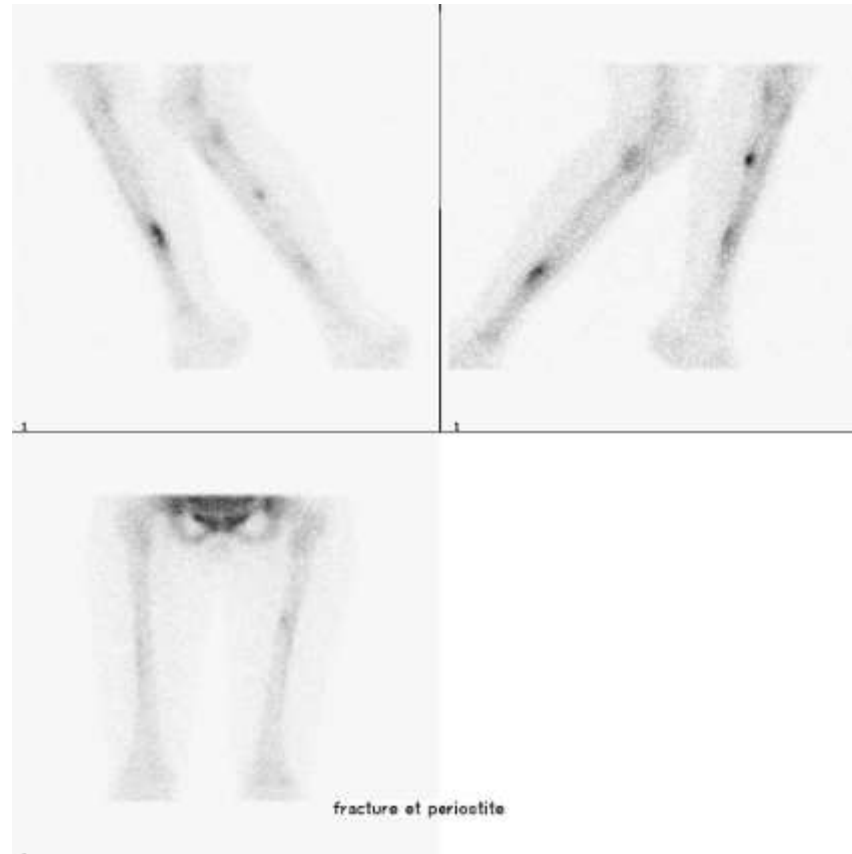
Algoneurodystrophie



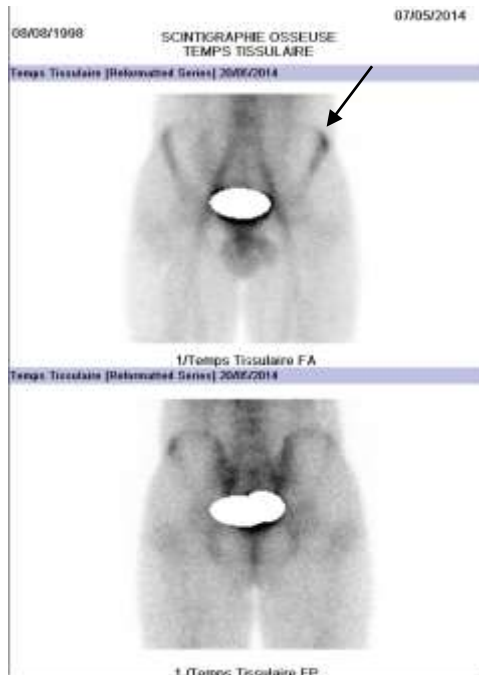
Fracture de fatigue et périostites



Fracture de fatigue et périostites



Pathologie d'insertion



Matériel



Indications

Pathologies non-traumatiques bénignes

- Lésions dégénératives
- Ostéonécrose
- Ostéome ostéoïde
- Dysplasie fibreuse
- Paget
- Tumeurs bénignes...

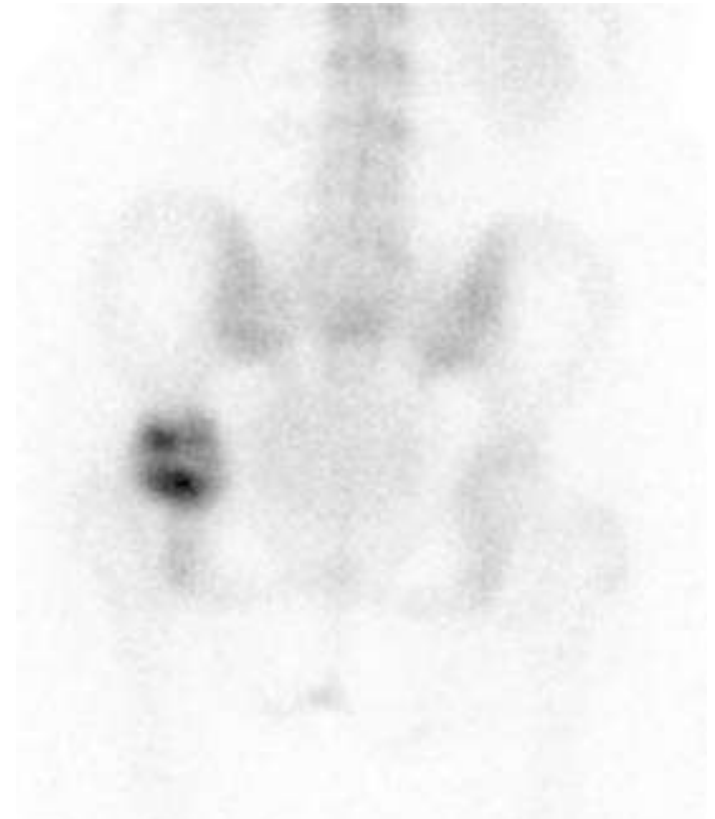
Lésions dégénératives

Caractère évolutif

Etendue



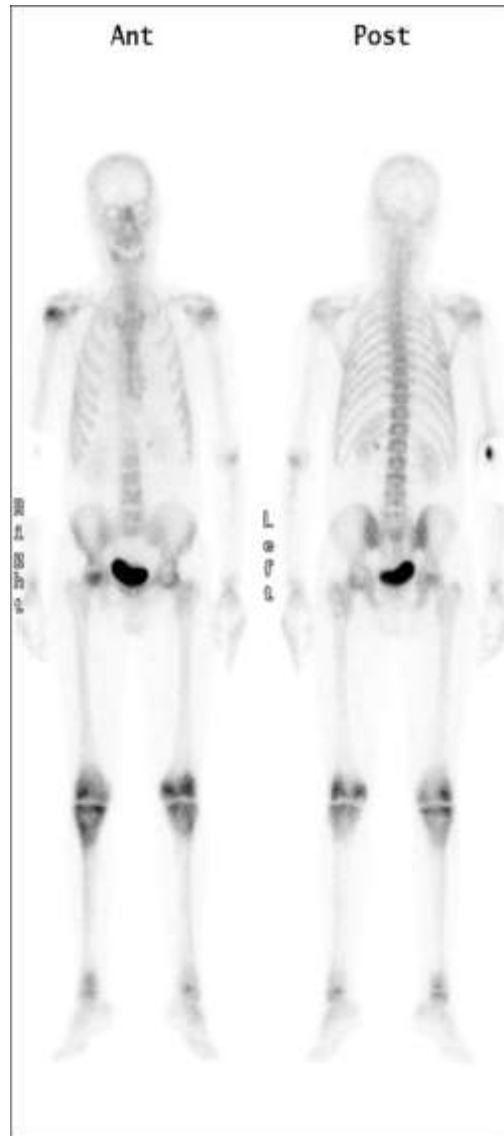
Ostéonécrose



Ostéonécrose



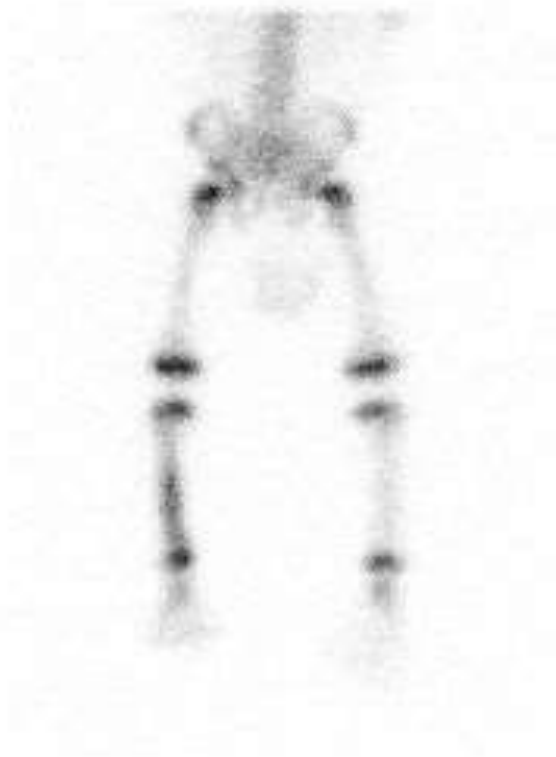
Ostéonécrose multifocale



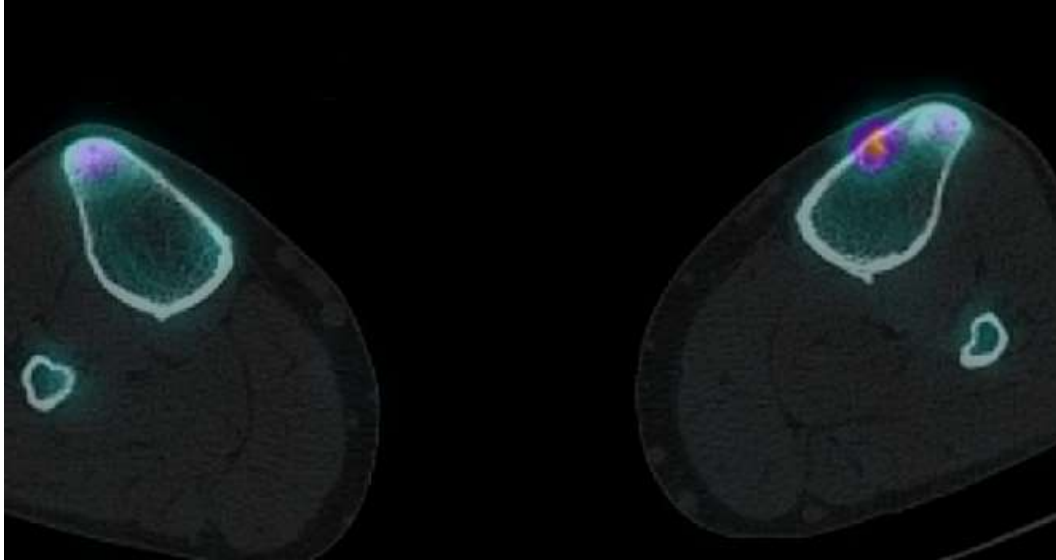
Ostéochondrite



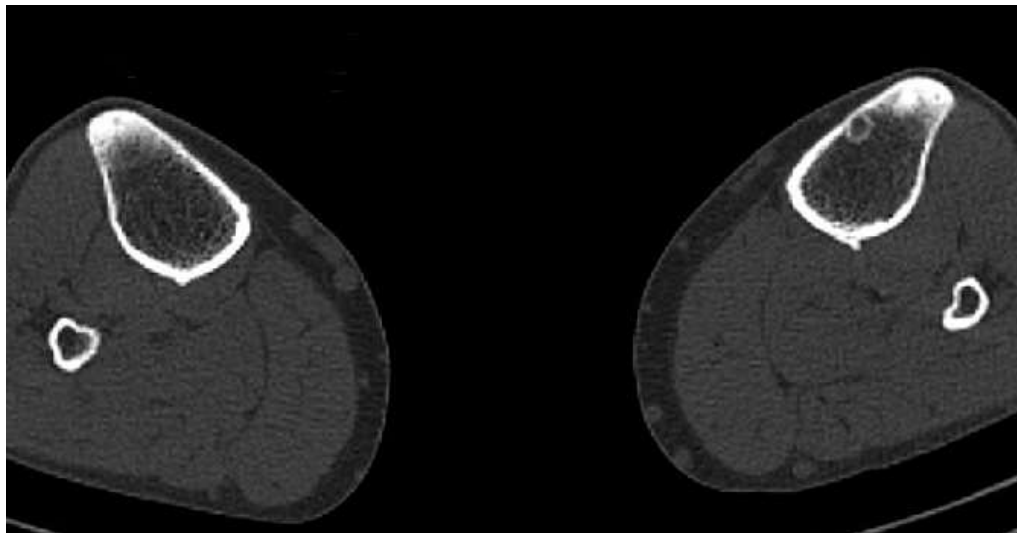
Ostéomyélite



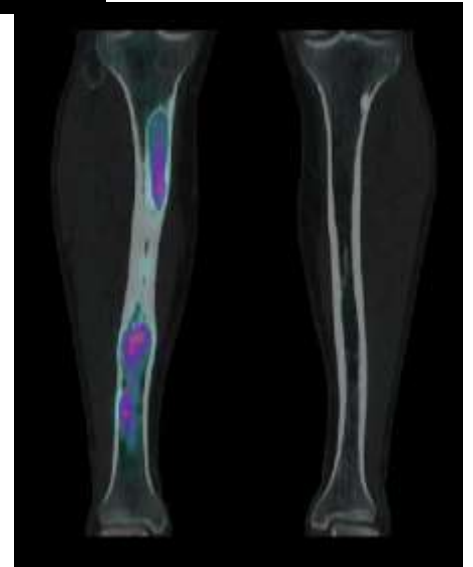
Ostéome ostéoïde



Utile en per-opératoire



Dysplasie fibreuse



Maladie de Paget

extension et évolutivité



Maladie de Paget



Tumeur bénigne

chondroblastome



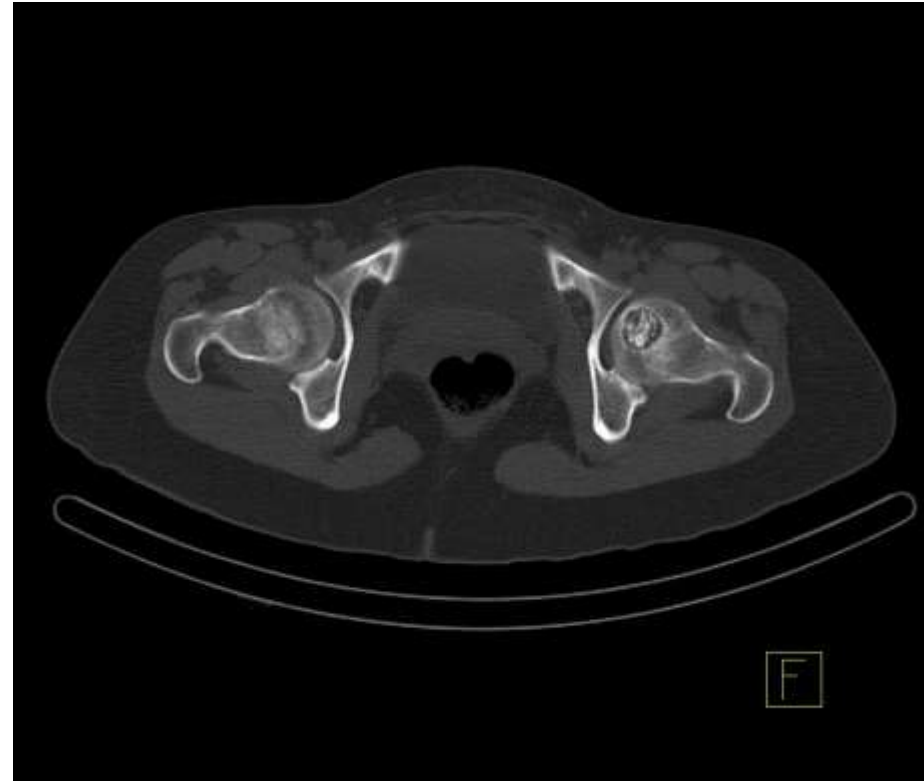
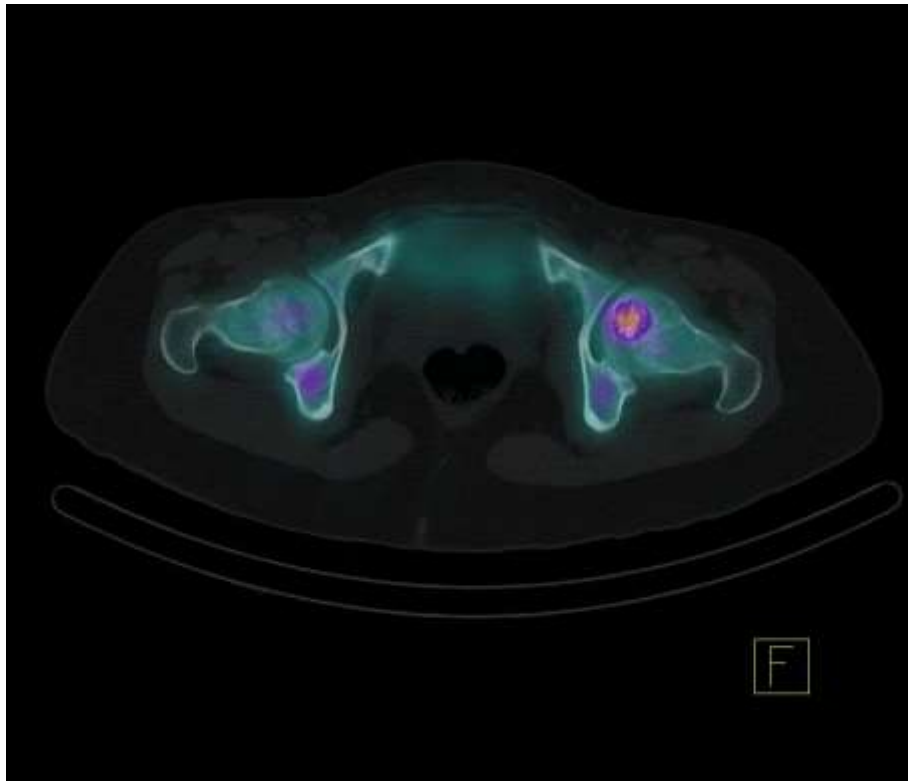
Tumeur bénigne

Tumeur à cellules géantes



Tumeur bénigne

Enchondrome



Indications

Pathologies non-traumatiques malignes

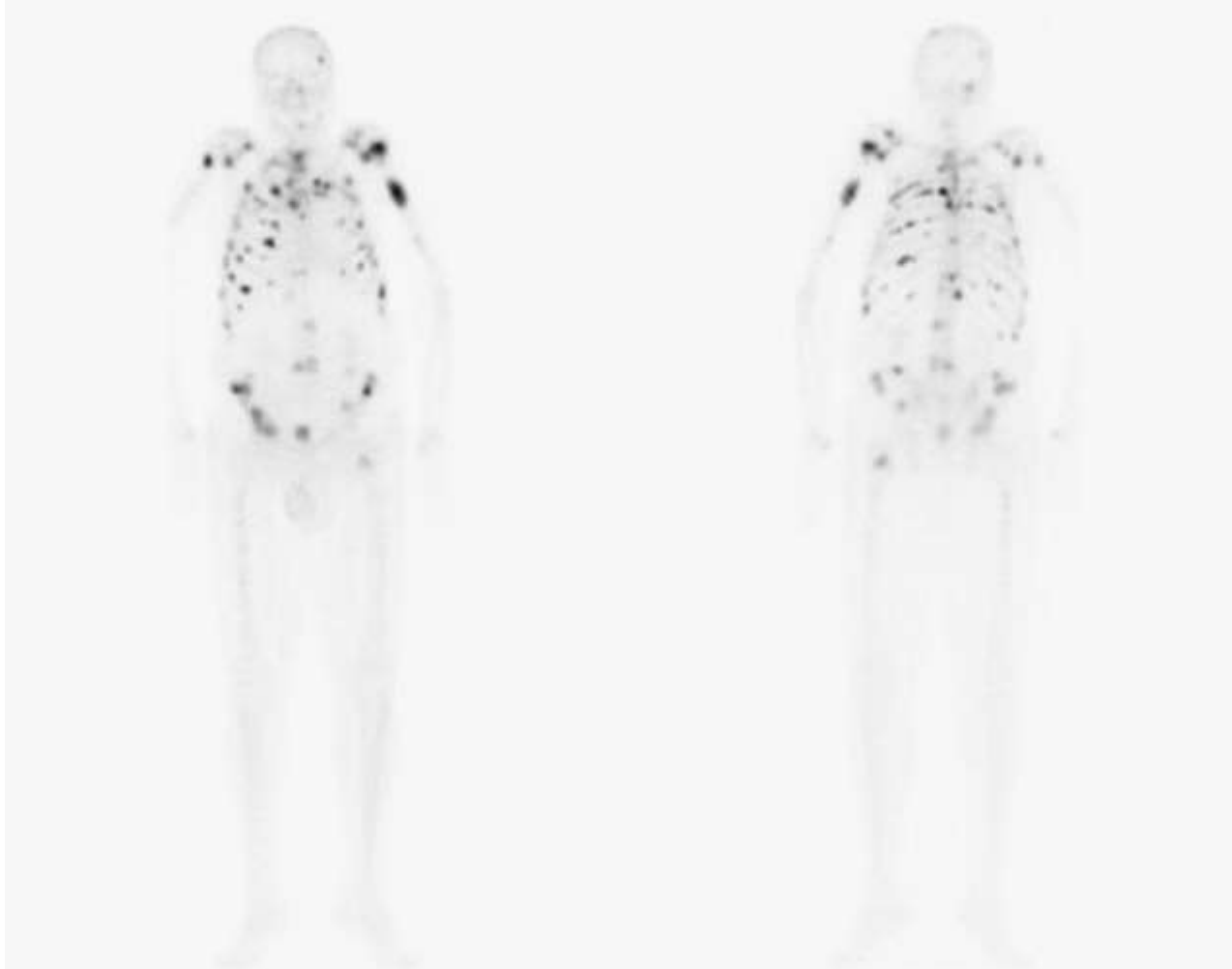
- Lésion primitive
- Lésion secondaire (Sensibilité 91%, spécificité 93%
Savelli G 2001)
- Bilan d'extension, évaluation thérapeutique, suspicion de récurrence, surveillance..

Ostéosarcome



Métastases

Cancers ostéophyles et ostéocondensants, prostate++ et sein)



Métastases

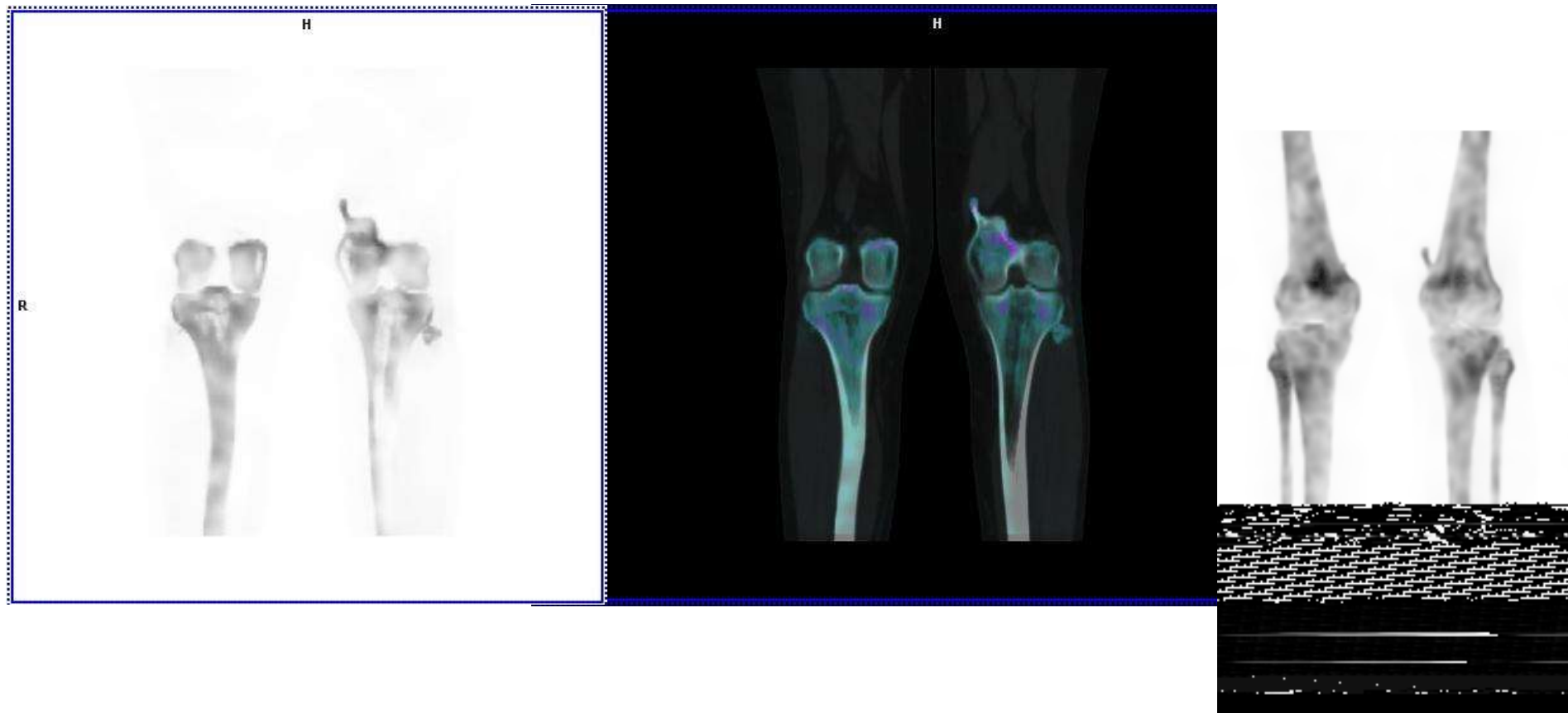


Intérêt de la quantification...

Evolutivité des lésions?

ostéochondromes, ostéomes para articulaires

1



Intérêt de la quantification...

Evolutivité des lésions?

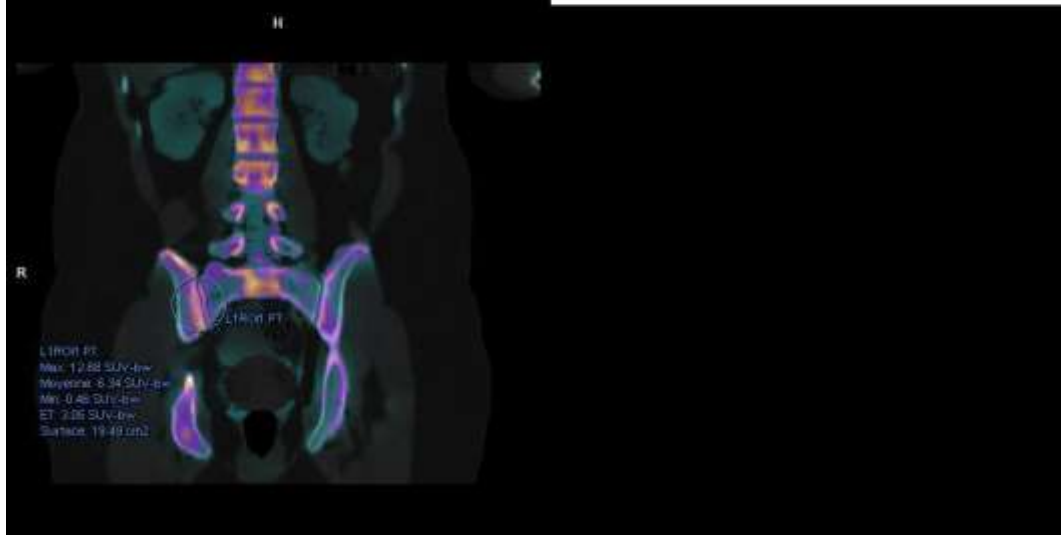
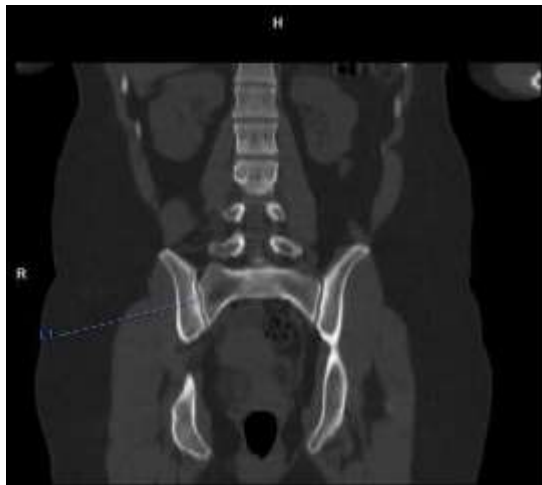
ostéochondromes, ostéomes para articulaires



Intérêt de la quantification

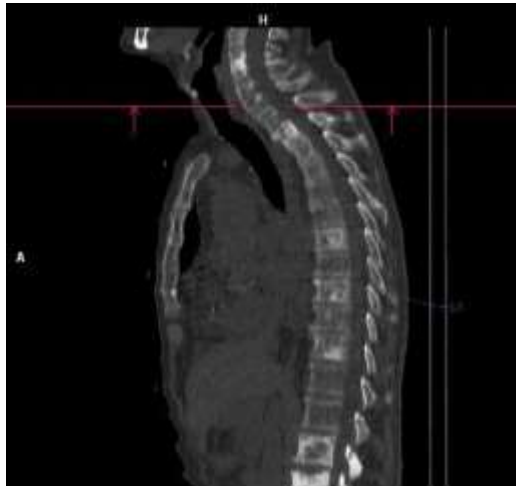
Processus inflammatoires (SPA...)

1



Intérêt de la quantification...

Information pronostique en cancérologie ??



1



En conclusion

- Explorations osseuses de MN avec TEMP-TDM ou TEP-TDM non limité au bilan d'extension !
- Examen sensible mais aussi spécifique en particulier grâce à l'apport de la TDM

CAS CLINIQUES

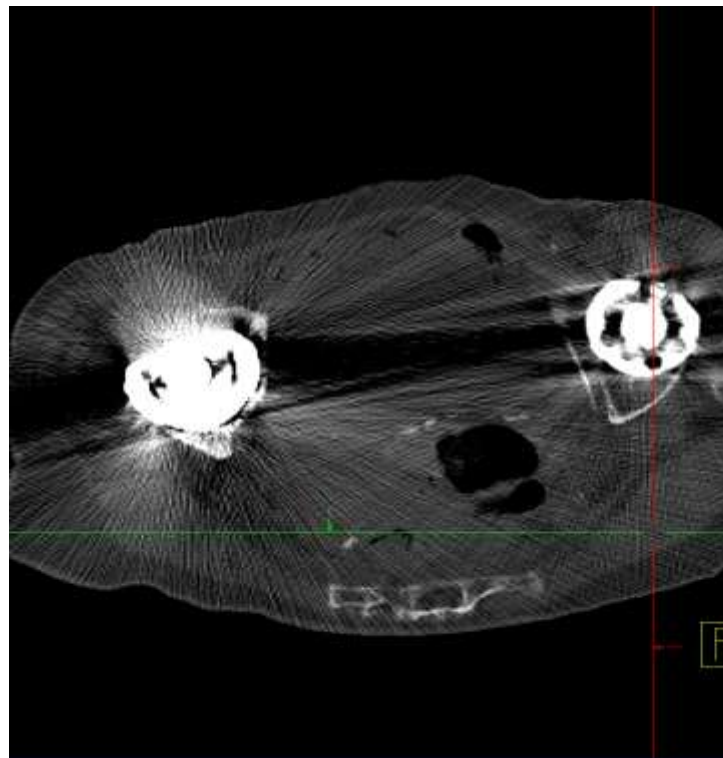
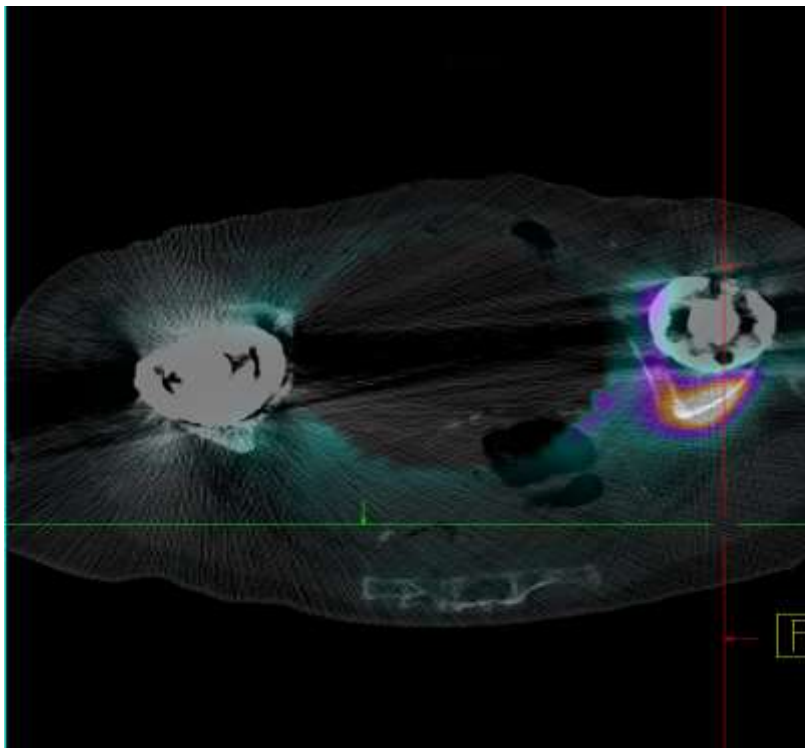
Cas clinique 1

Patiente de 89 ans

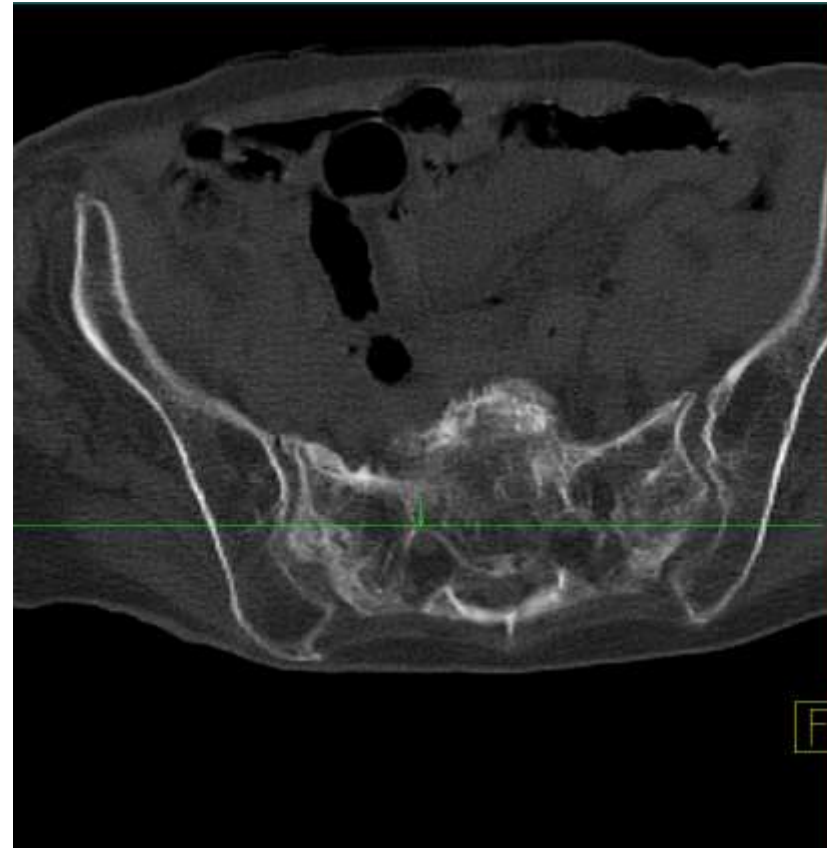
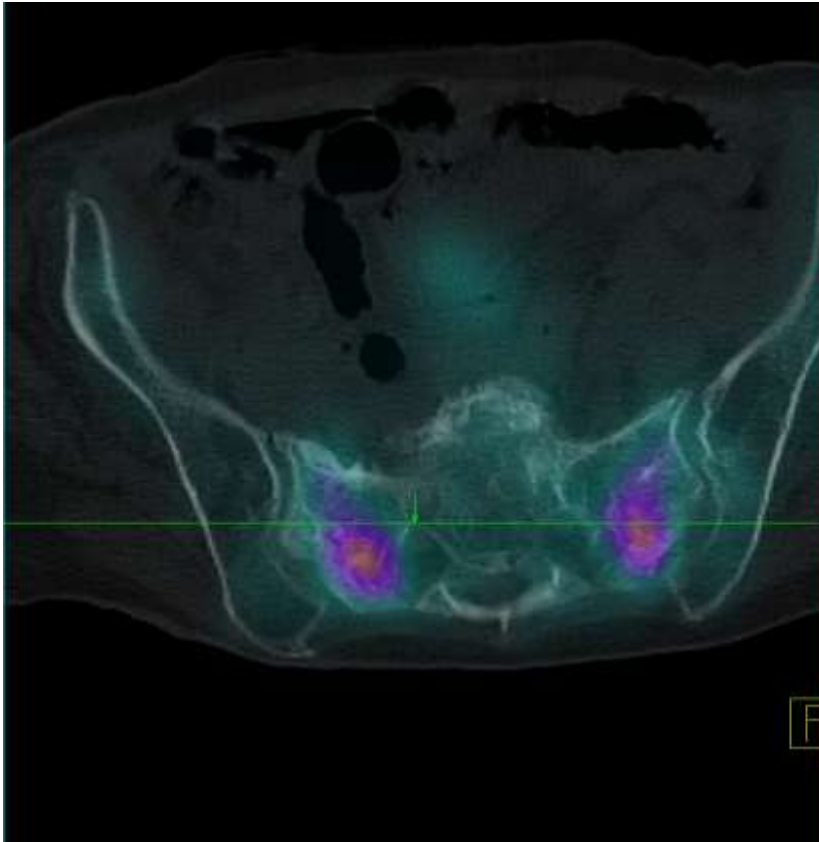
Douleur de hanche G, notion de chute.
Interrogatoire et ex clinique difficile

Radio : pas de fracture évidente
PTH G : Fracture sur PTH?



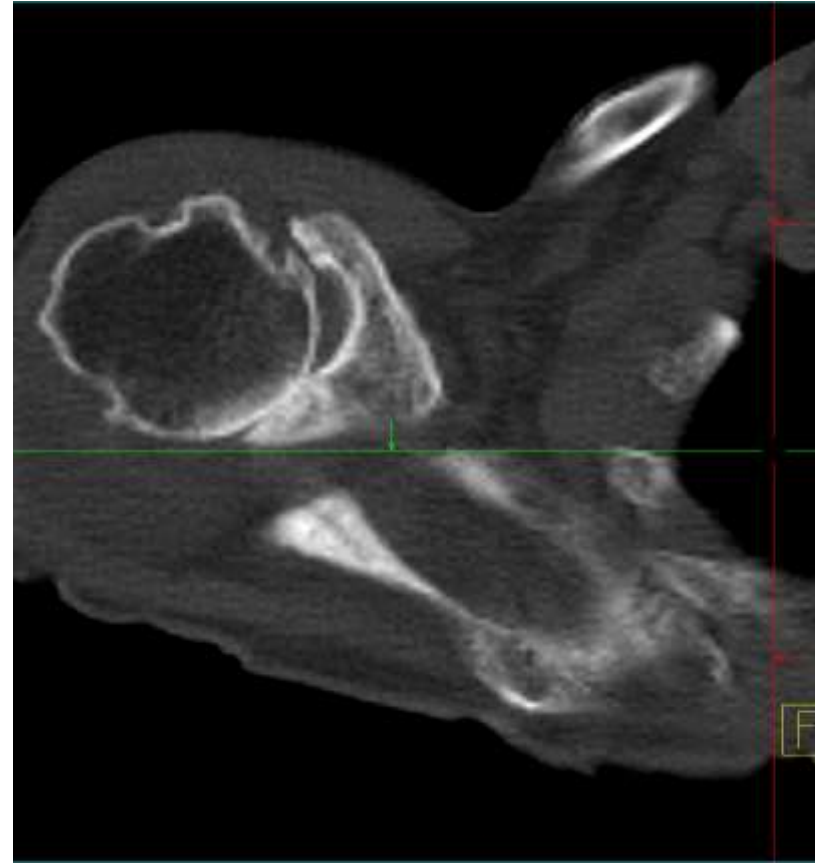
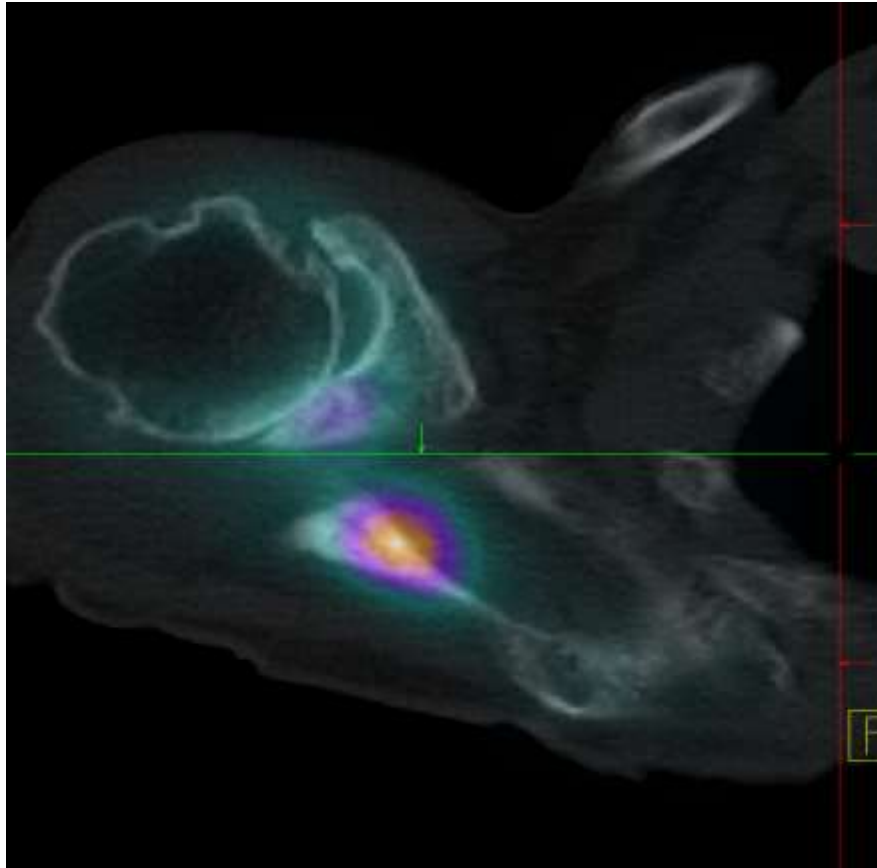


Fracture du cotyle

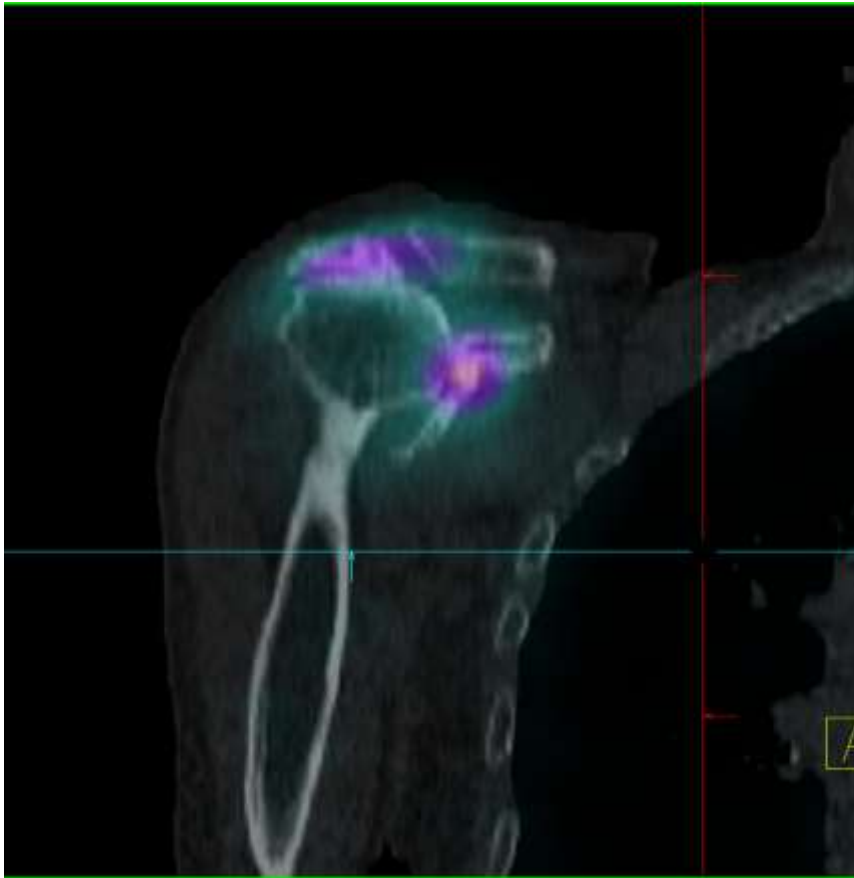


Fracture du sacrum





Fracture de l'épine de l'omoplate droite



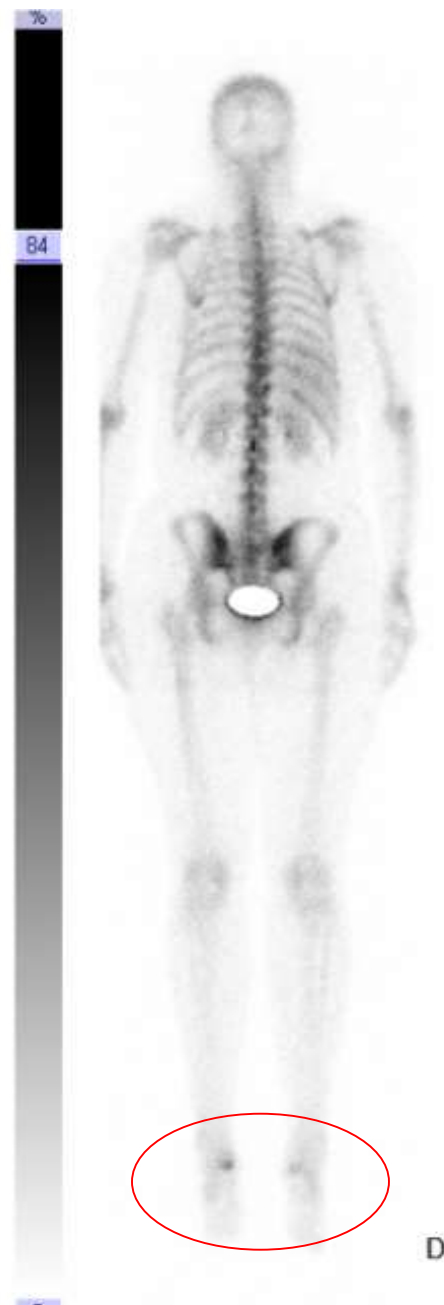
Omarthrose excentrée

Cas clinique 2

Patiente de 42 ans

Douleur talons bilatérale, apparition progressive

Rx std normales







Aponévrosite plantaire bilatérale

Pas de fracture de fatigue

Pas d'arthropathie évolutive

Cas clinique 3

Patiente de 60 ans

Bilan initial ADK prostate (G1 3+4, PSA à 20ng/ml)

Douleurs lombaires



D



FACE ANTERIEURE

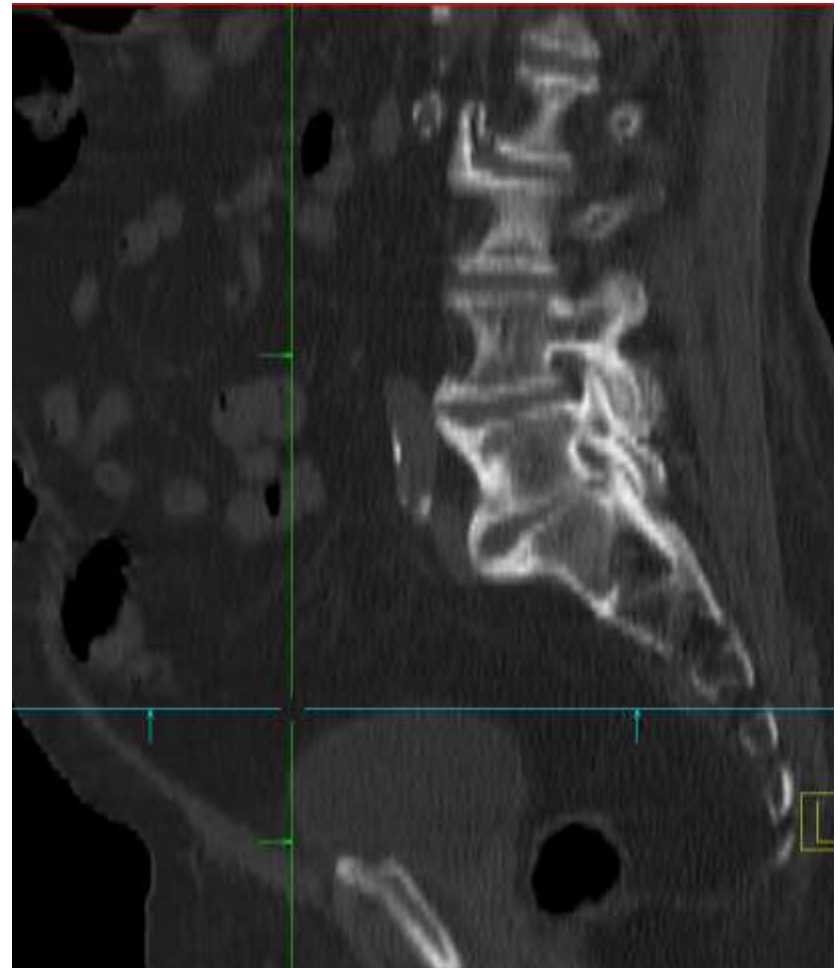
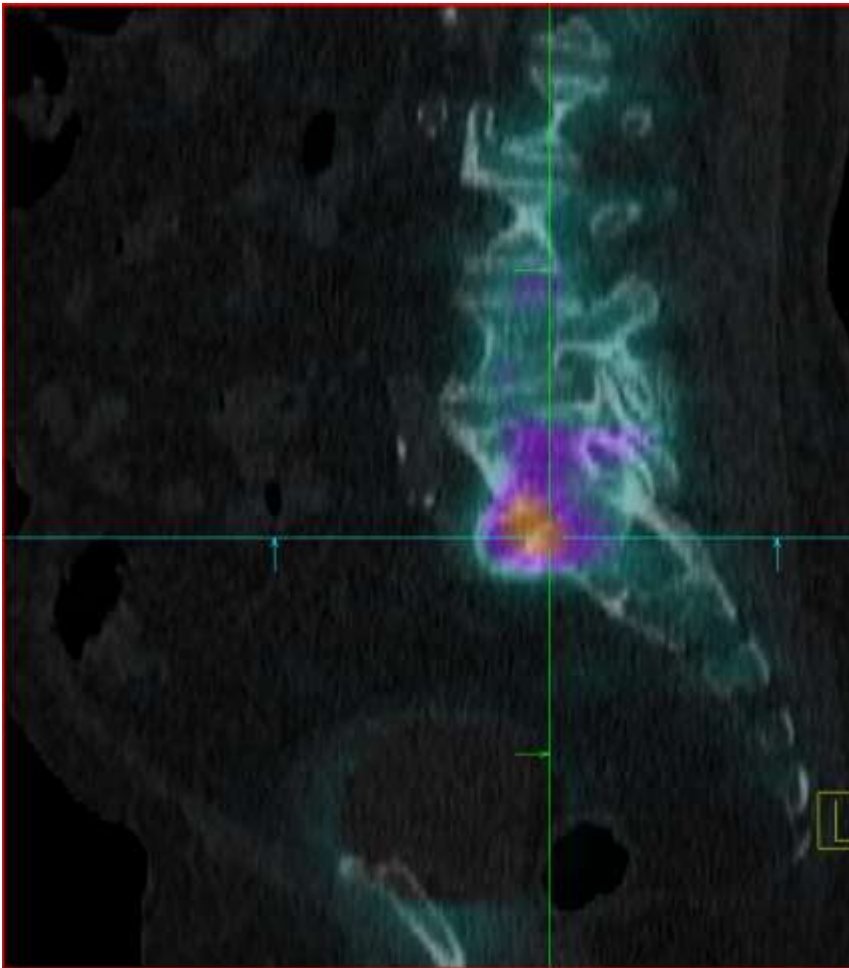


D

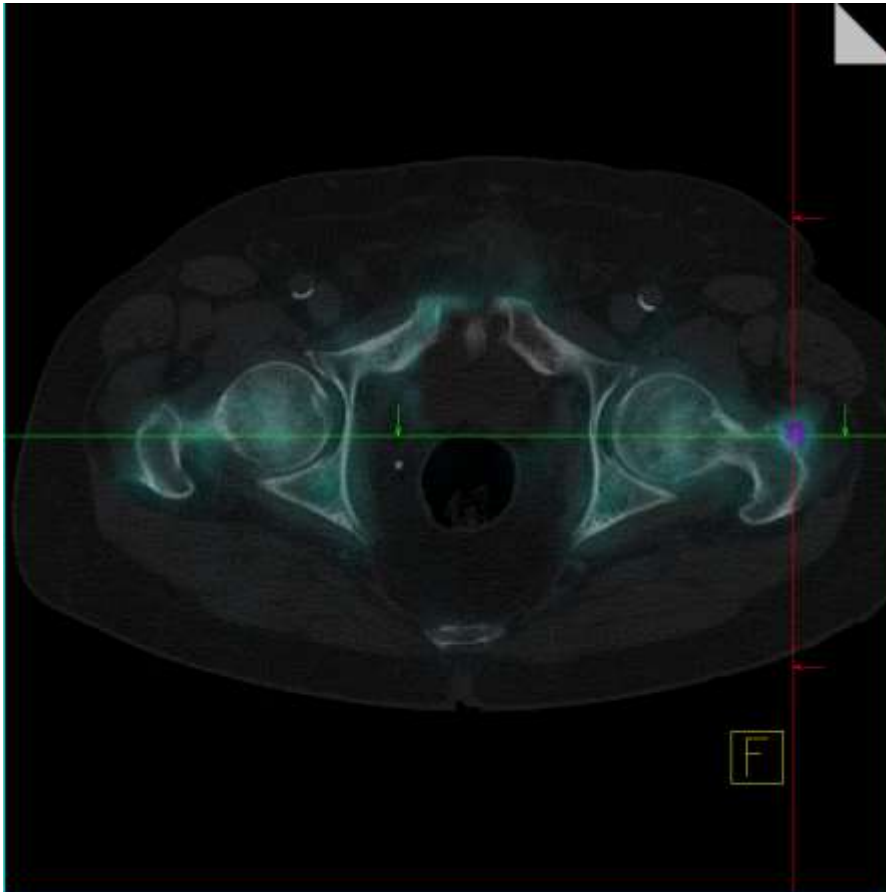


FACE POSTERIEURE





Discarthrose étagée, avec atteinte évolutive à l'étage L5/S1

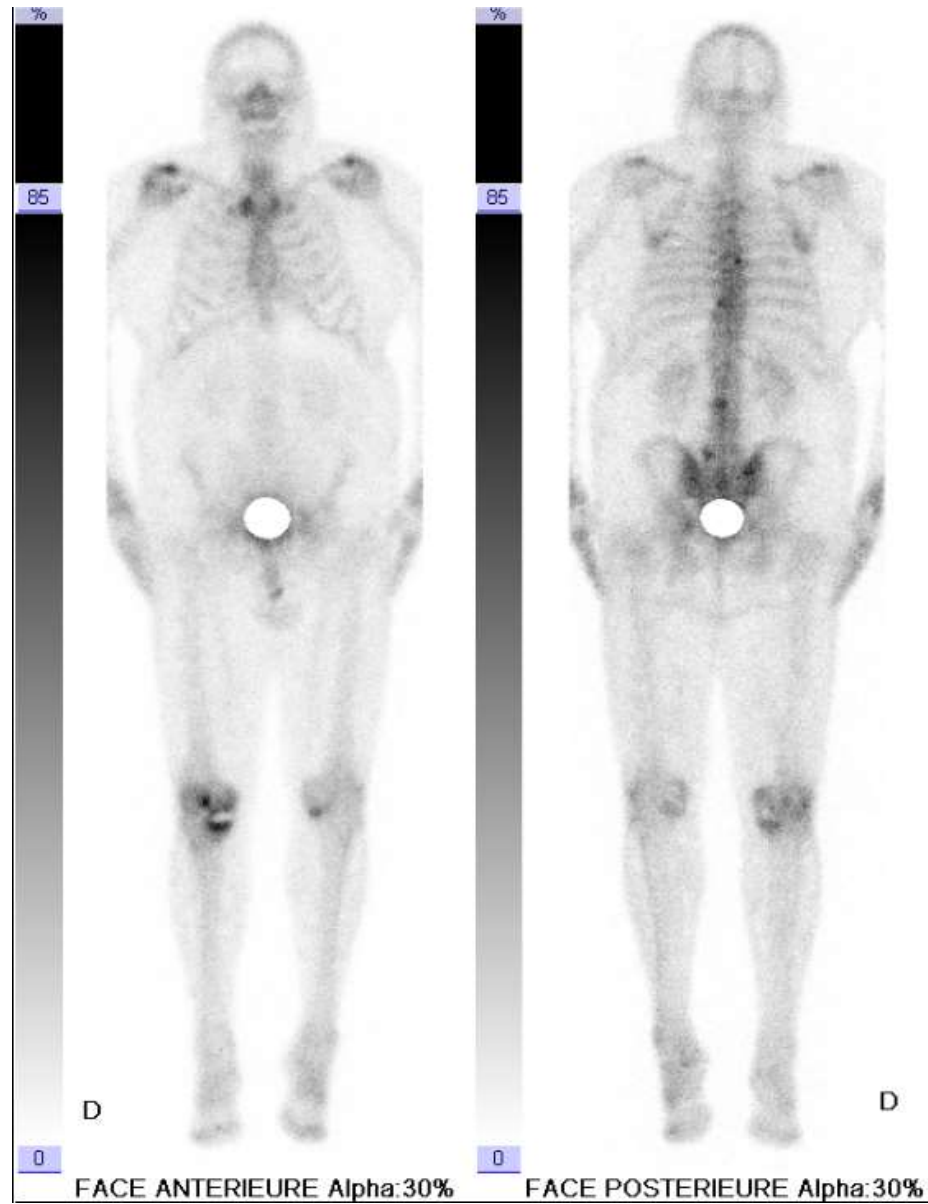


Pathologie d'insertion

Cas clinique 4

Patient de 56 ans

Douleur à 6 mois de la pose d'une PUC du genou droit







Cas clinique 5

Patiente de 73 ans

Douleurs chroniques hémi bassin droit

Arthrose diffuse, notamment lombaire, sacro iliaque, coxofémorale droite.



D

FACE ANTERIEURE Alpha:30%



D

FACE POSTERIEURE Alpha:30%





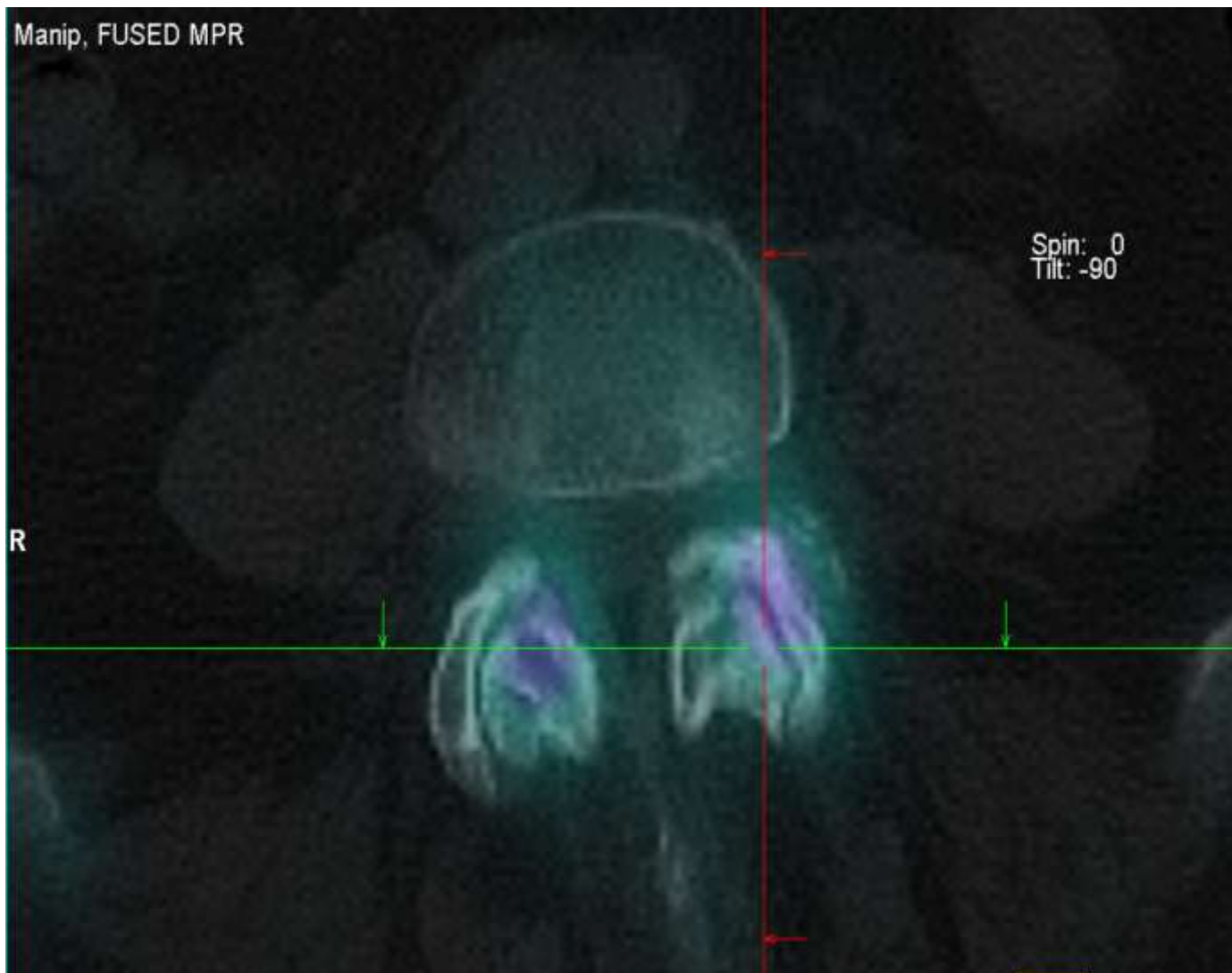
Coxarthrose droite



Manip, FUSED MPR

Spin: 0
Tilt: -90

R



Cas clinique 7

Patient de 30 ans

Course à pied +++

Douleur tibiale gauche depuis 1 mois

Rx std normales





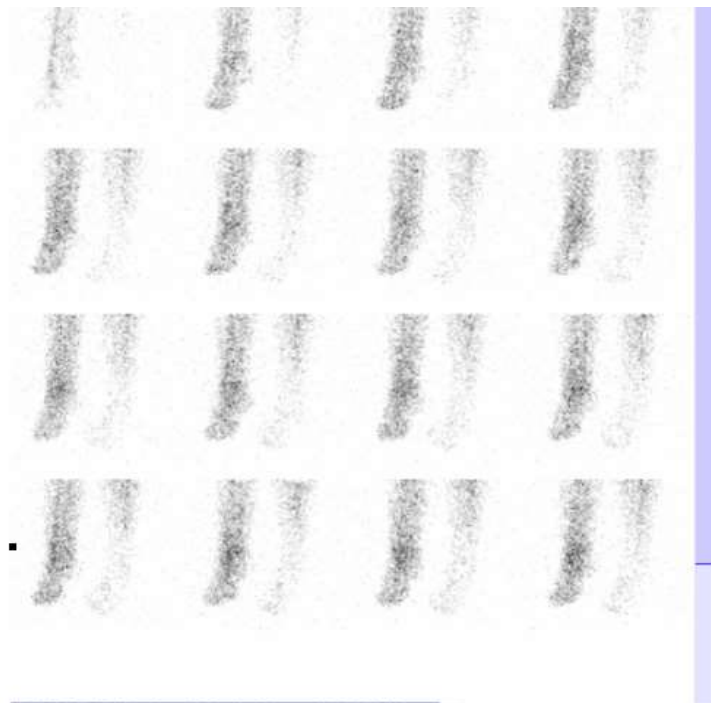


Fracture de fatigue

Cas clinique 8

Patient de 45 ans

Suspicion d'algoneurodystrophie à 3 mois
d'une fracture tibiale + malléole externe de la cheville droite

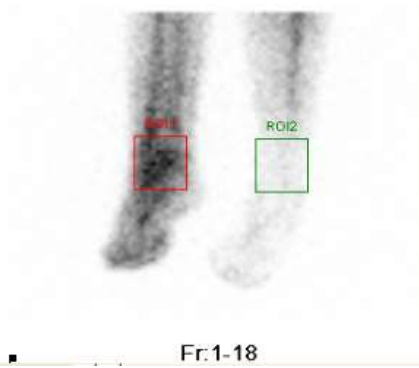


Dt

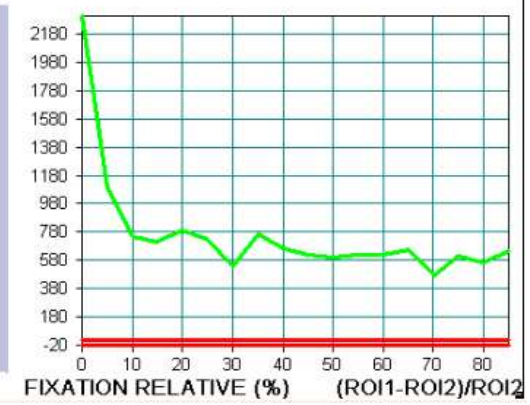
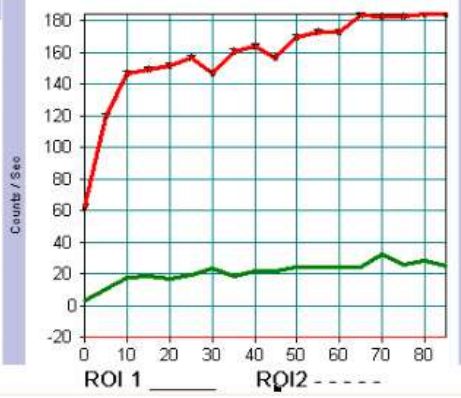


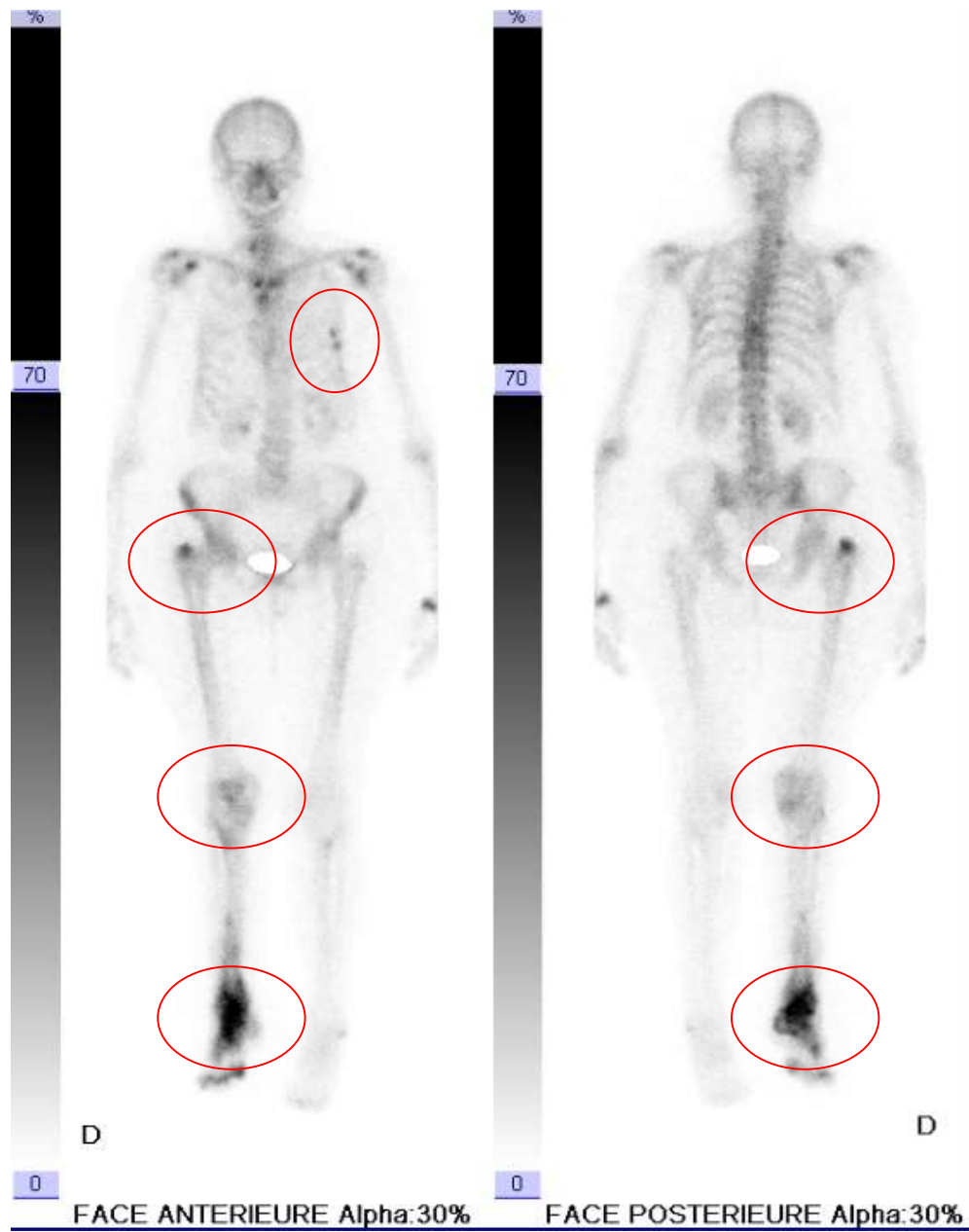
1/Temps Tissulaire FA

TVP DET 1 [Series ROI And Curve] 3/7/2012



Fr.1-18

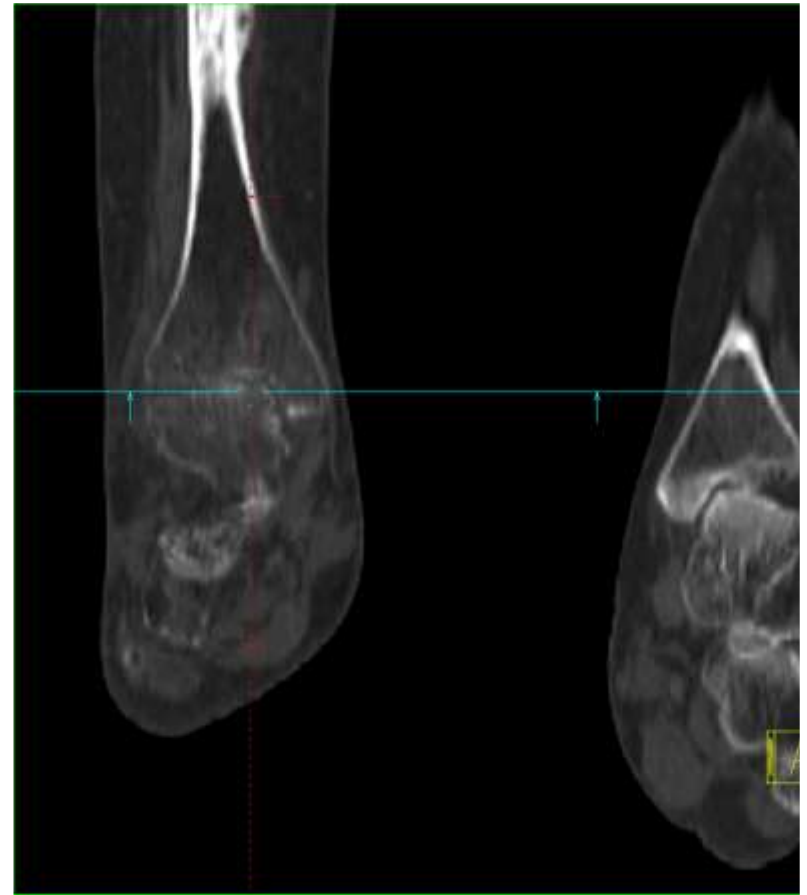
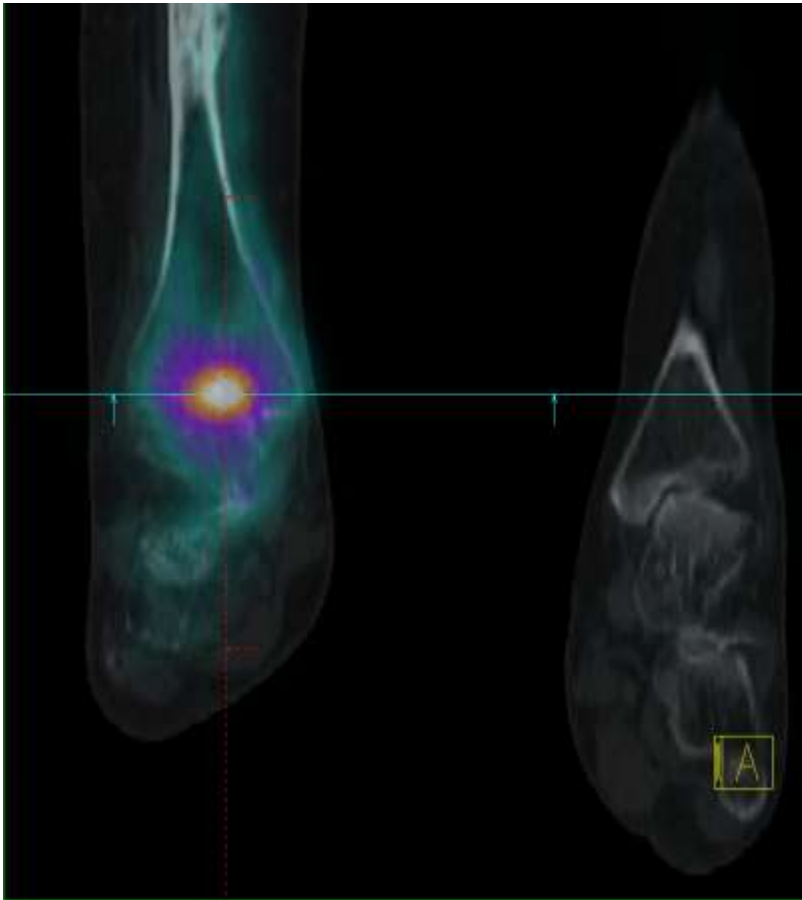








Pas d'hyperfixation pathologique au nv des sites fracturaires tibial et malléolaire



Algoneurodystrophie en phase chaude

Lésion ostéochondrale du dôme du talus?

Cas clinique 9

Patient de 35 ans

Douleur chronique de l'arrière pied droit chez une sportive





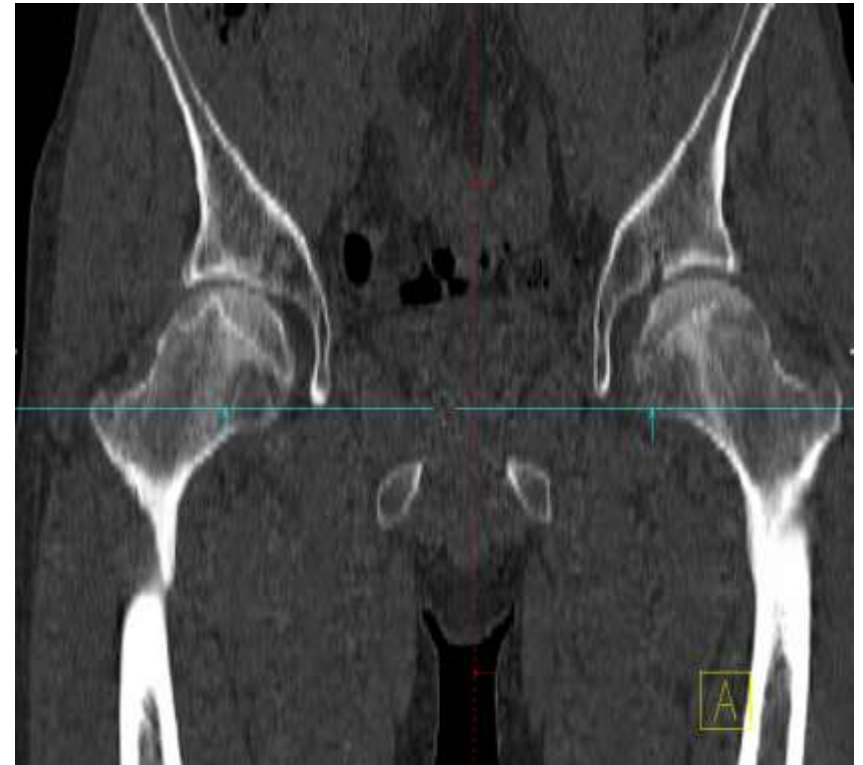
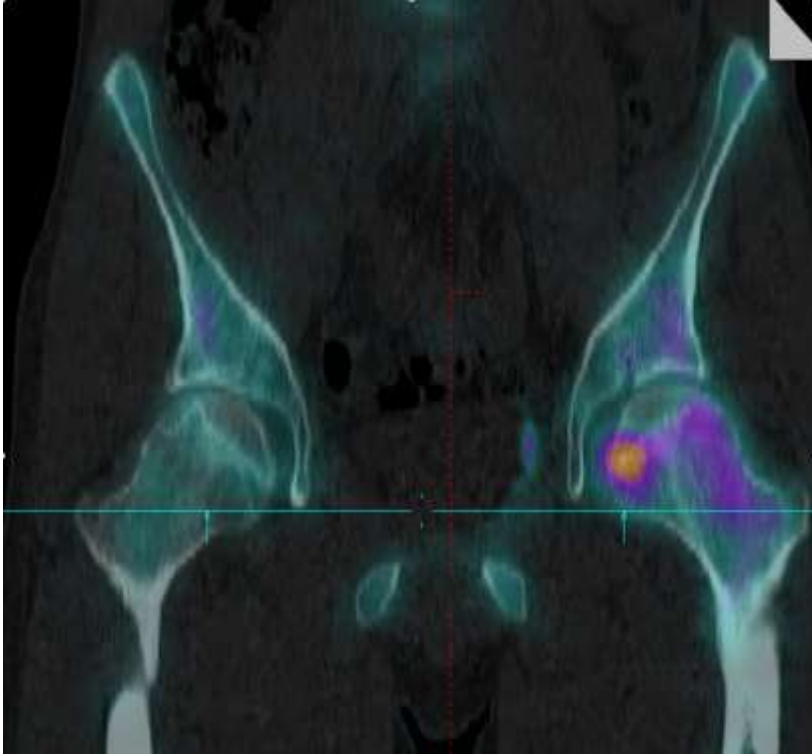
Cas clinique 10

Patient de 38 ans

Pas d'atcd particulier

Douleurs de hanches bilatérales d'apparition progressive, sans facteur déclenchant





Ostéonécrose bilatérale des têtes fémorales

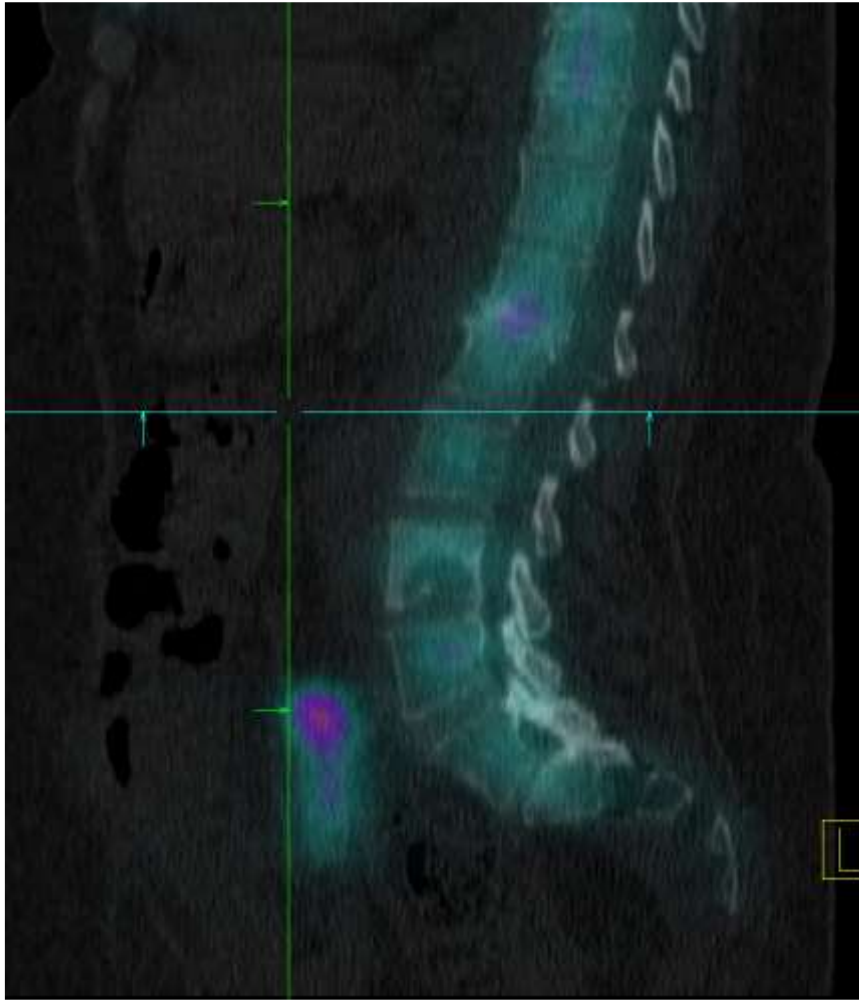
Cas clinique 11

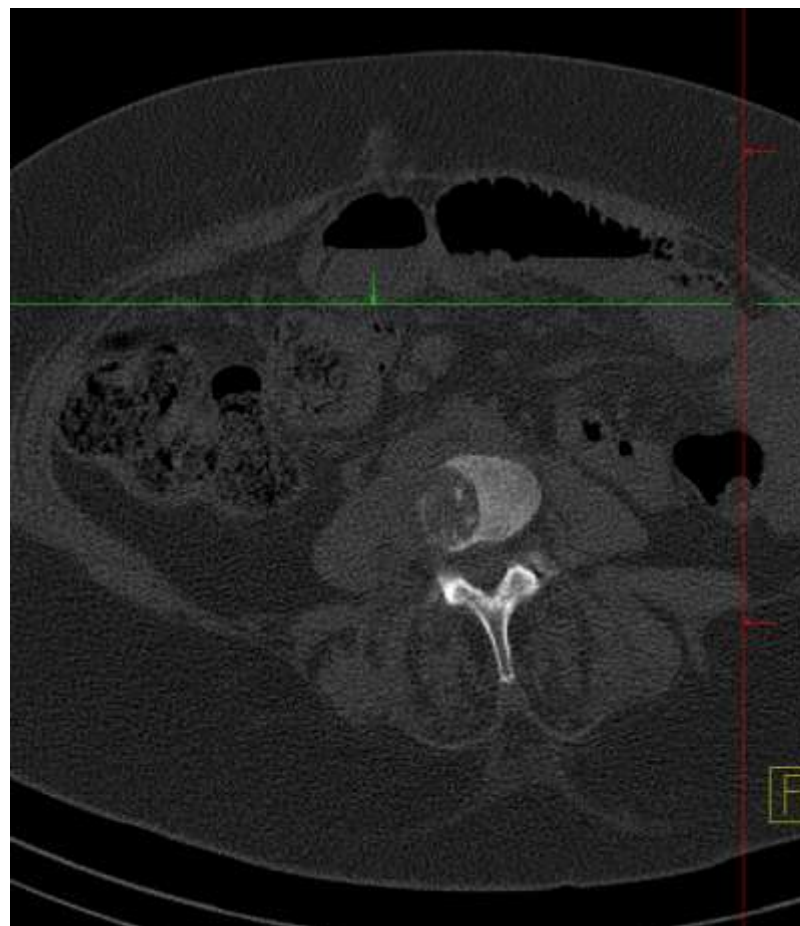
Patient de 60 ans

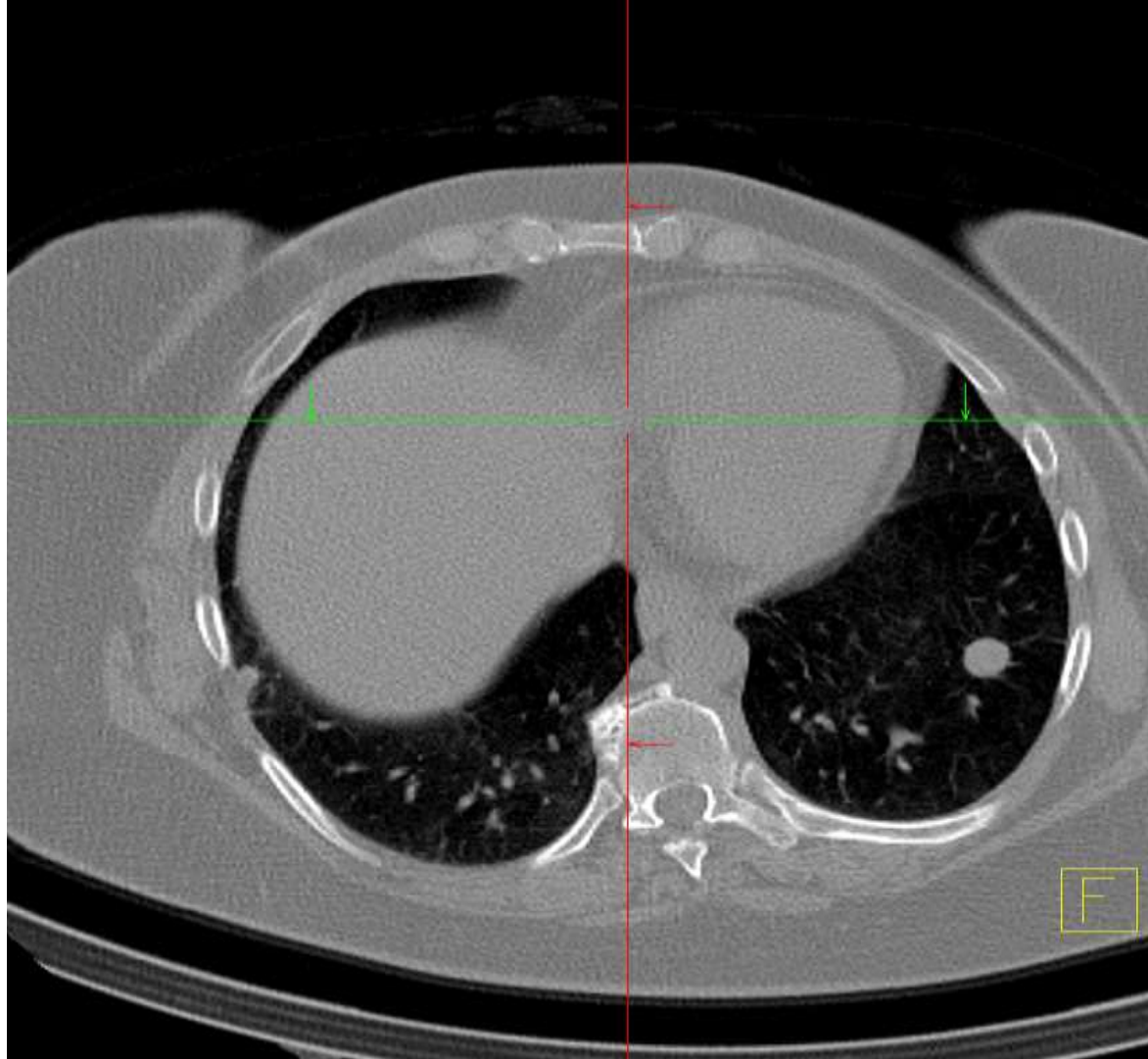
Néoplasie utérine avec métastases pulmonaires

Bilan d'extension









Cas clinique 12

Patient de 64 ans

Douleur chronique du pied droit.

Douleur à la base du 2ème métatarsien

Fracture de fatigue?





Absence d'argument en faveur d'une fracture de fatigue

Arthropathie évolutive talonaviculaire et tarsométatarsienne

