

Médecine nucléaire et infection ostéo-articulaire

Examens ou Radiotraceurs à disposition

- ▶ Scintigraphie osseuse (^{99m}Tc)
- ▶ Scintigraphie aux leucocytes marqués au ^{99m}Tc ou ^{111}In (in vitro) ou Anticorps anti leucocytes (in vivo)
+/- complétée par scintigraphie médullaire
- ▶ TEP au ^{18}F -FDG

Autres :

- ▶ TEP ^{18}F -FNA (super scintigraphie osseuse)
- ▶ TEP Citrate de ^{68}Ga (\approx scinti ^{67}Ga)

Choix de l'examen :

Selon la disponibilité :

- tous les centres ne proposent pas les leucocytes marqués (marquage cellulaire)
- peu de places disponibles de TEP FDG sur caméras TEP saturées selon les centres

Selon le contexte clinique :

- Suspicion forte/faible d'infection (Se vs Spé ? VPN pour éliminer ?)
- Localisation axiale/périphérique, matériel/prothèse, etc...

Contre-indication: femme enceinte, < 18 ans pour les leucocytes marqués

Pour les Anticorps Anti-leucocytes: risque de réaction allergique si production HAMA (test)

1. Scintigraphie osseuse

- ▶ Injection IV de phosphonates marqués au ^{99m}Tc

3 temps :

- ▶ **Temps vasculaire** = 0 à 2 minutes post injection (facultatif)

Dynamique (champ limité)

Recherche d'hypervascularisation

- ▶ **Temps précoce ou tissulaire** = env 5^e minute

Statique ou SPECT-CT 3D (champ limité \pm CT low dose)

Recherche d'hyperhémie tissulaire = reflet de l'inflammation ++

- ▶ **Temps tardif ou osseux** = 2 à 4 heures

Balayage corps entier (2D ou 3D) / statique / SPECT-CT 3D

Reflet du métabolisme osseux = activité OSTEOBLASTIQUE

Recherche de réaction osseuse pathologique, remodelage osseux



- ▶ Exploration fonctionnelle de l'os = les **données cliniques** sont indispensables !
- ▶ Examen **Très Sensible, moins spécifique** mais **Spé augmentée par SPECT-CT**
- ▶ Indications très variées :
« **Question bien posée = interprétation plus pertinente** »

Oncologie: Bilan d'extension des cancers ostéophiles

- Cancers du sein, de la prostate et du poumon
- Lésion radiologique osseuse suspecte et/ou évolutive

Rhumatologie: Bilan de pathologies rhumatismales

- Maladie de Paget, polyarthrite rhumatoïde

Infectiologie: Diagnostic d'infections ostéo-articulaires

- Ostéomyélites, ostéoathrites, spondylodiscite

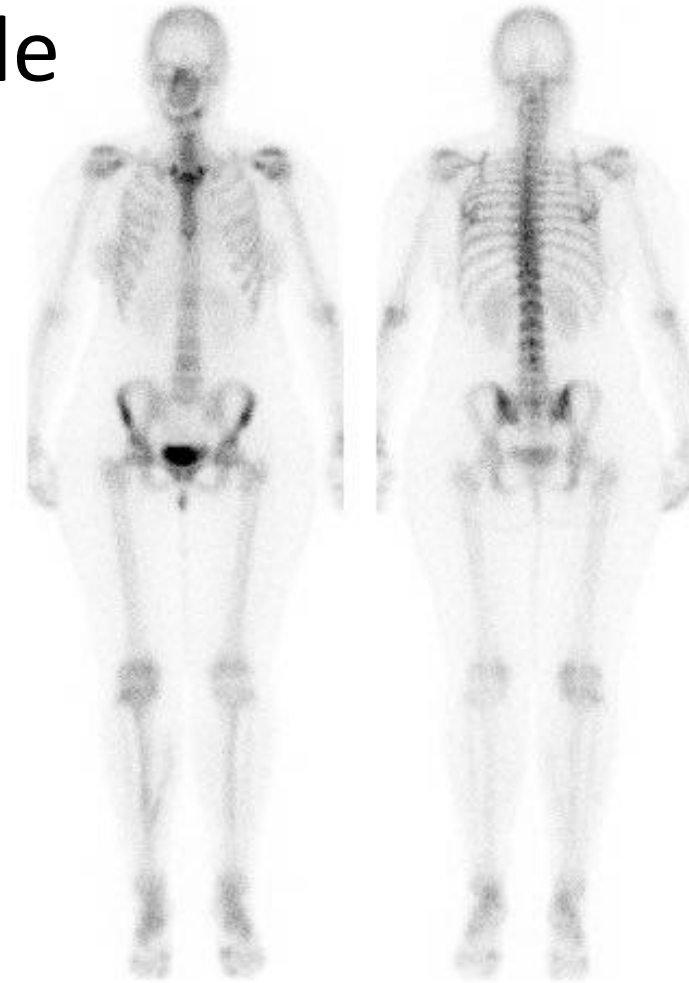
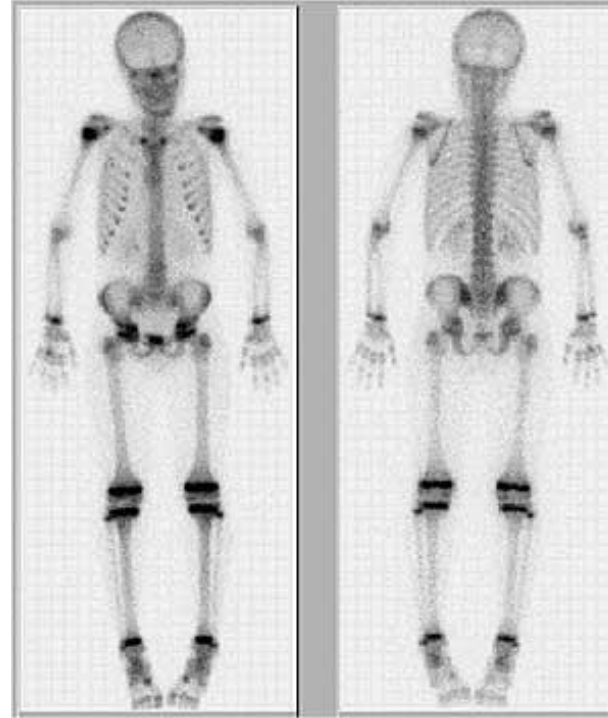
Endocrinologie: Bilan de maladies métaboliques

- Hyperparathyroïdie, hypercalcémie, ostéomalacie

Orthopédie/traumatologie:

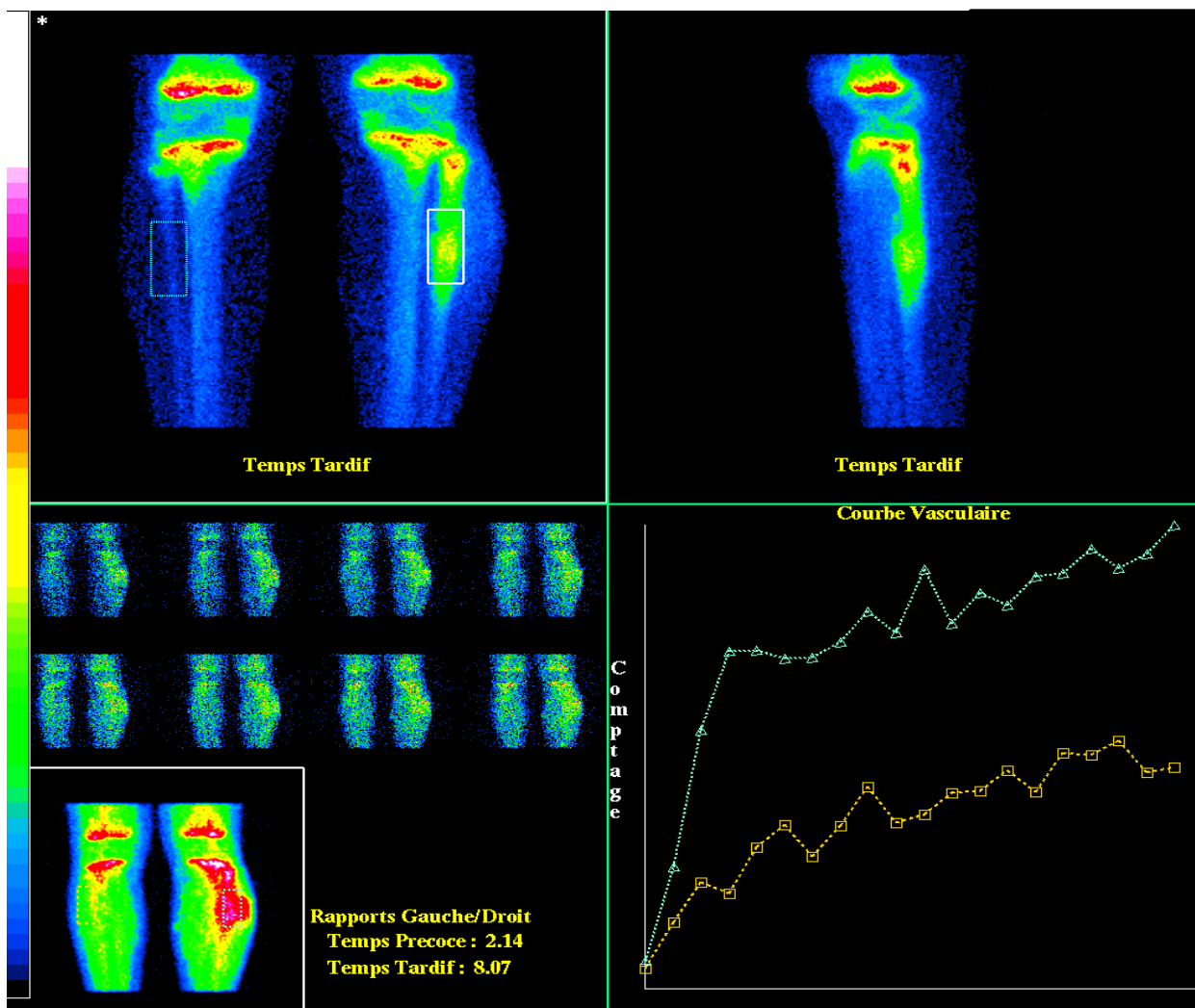
- Algodystrophie, **descellement de prothèse**, ostéonécrose, arthrose, fractures/fissures
- Douleurs osseuses ou articulaires non expliquées par les radiographies

Scintigraphie osseuse normale



- symétrie, uniformité, variations physiologiques:
- âge: cartilages de croissance,
- contraintes mécaniques: activité professionnelle, sports...
- contaminations urinaires
- quelques fixations extra-osseuses = amylose cardiaque TTR, calcifications, hématome, ganglions ...

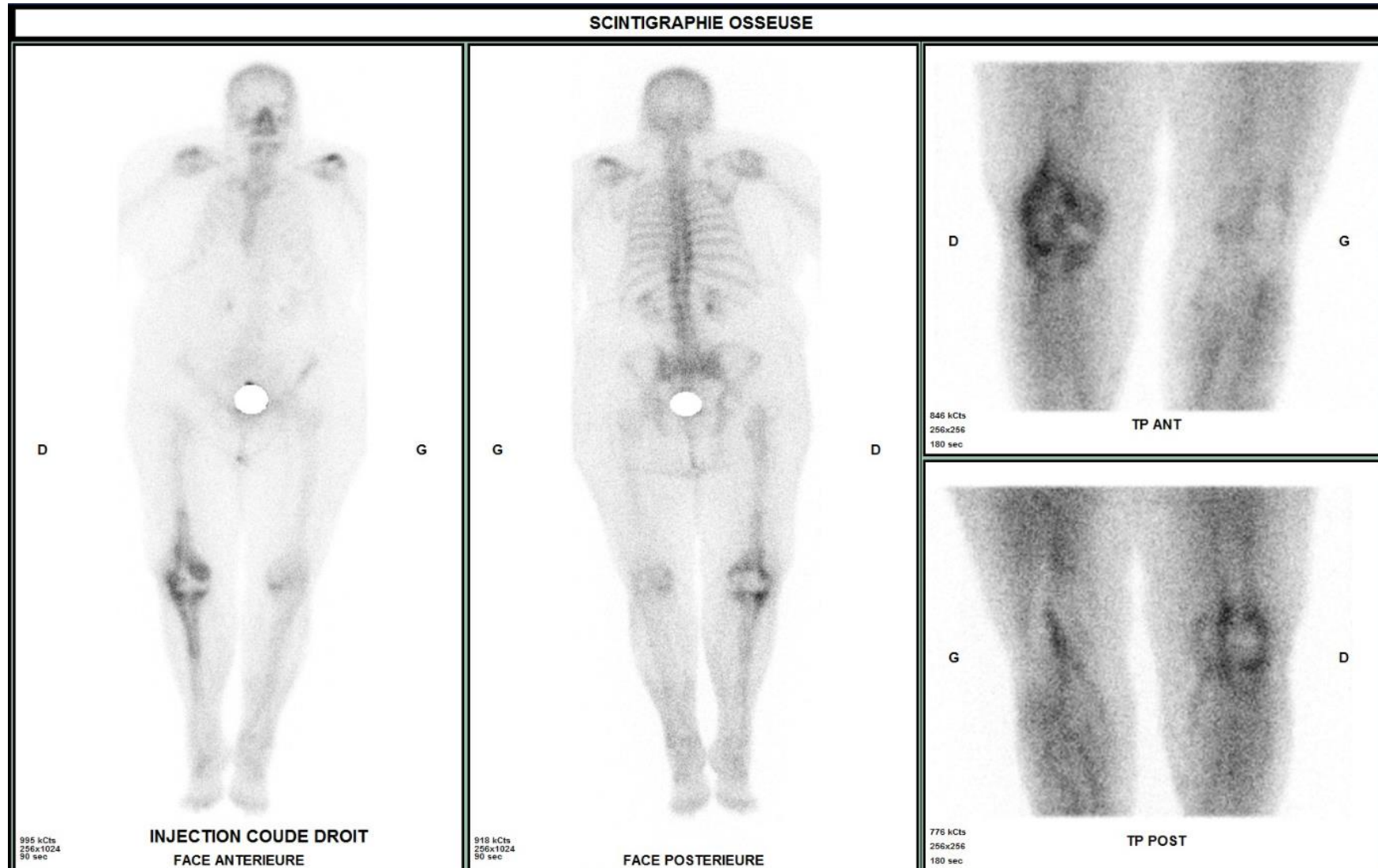
Ex. Infection osseuse: ostéomyélite de l'enfant



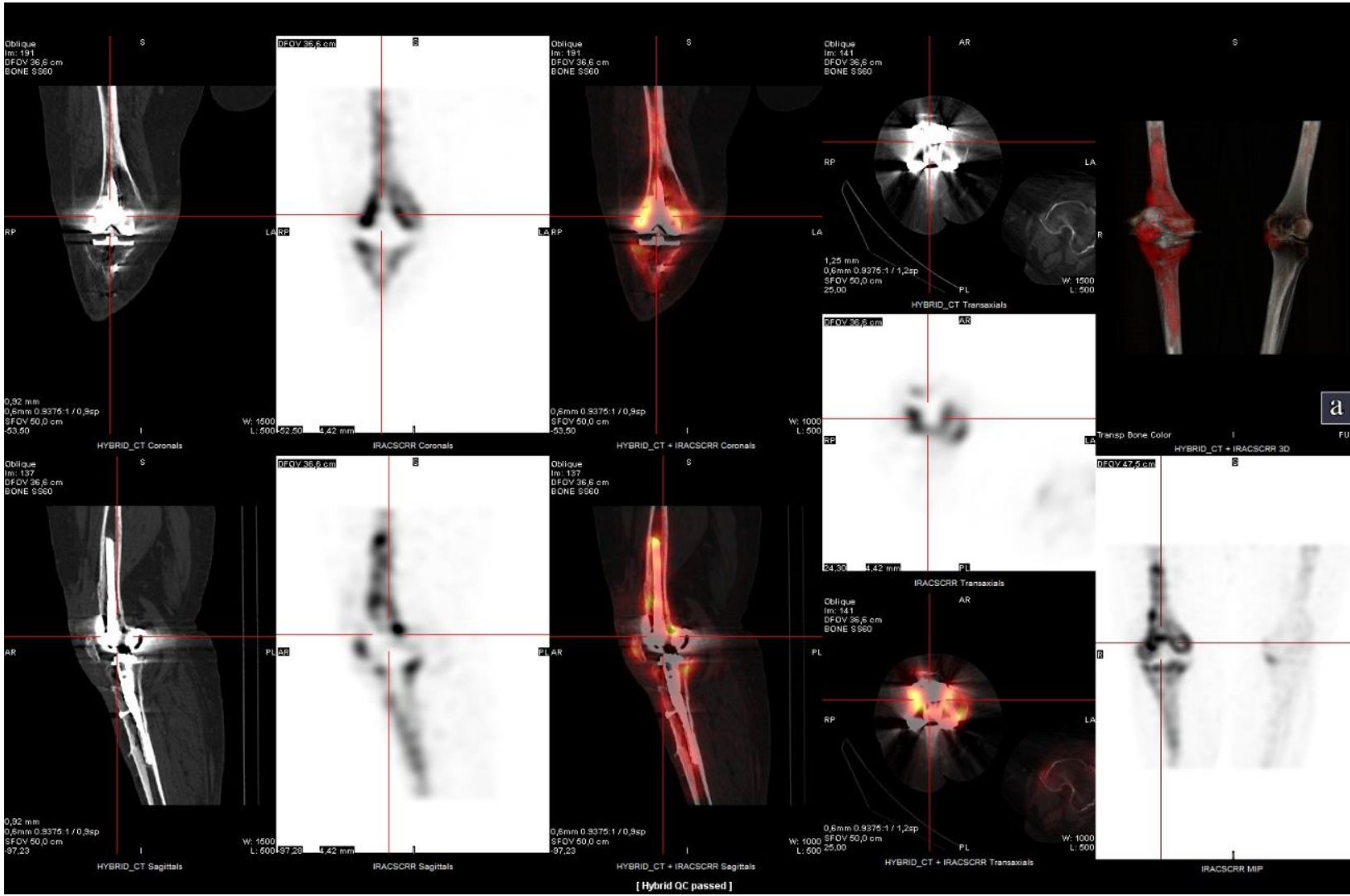
Cliché dynamique + statique précoce/tardif face Ant:

Hypervascularisation et hyperhémie tissulaire
Hyperfixation de l'extrémité supérieure de la fibula G

Ex. Descellement septique PTG droite à S. aureus (1)



Ex. Descellement septique PTG droite à S. aureus (2)



Imagerie hybride 3D SPECT-CT

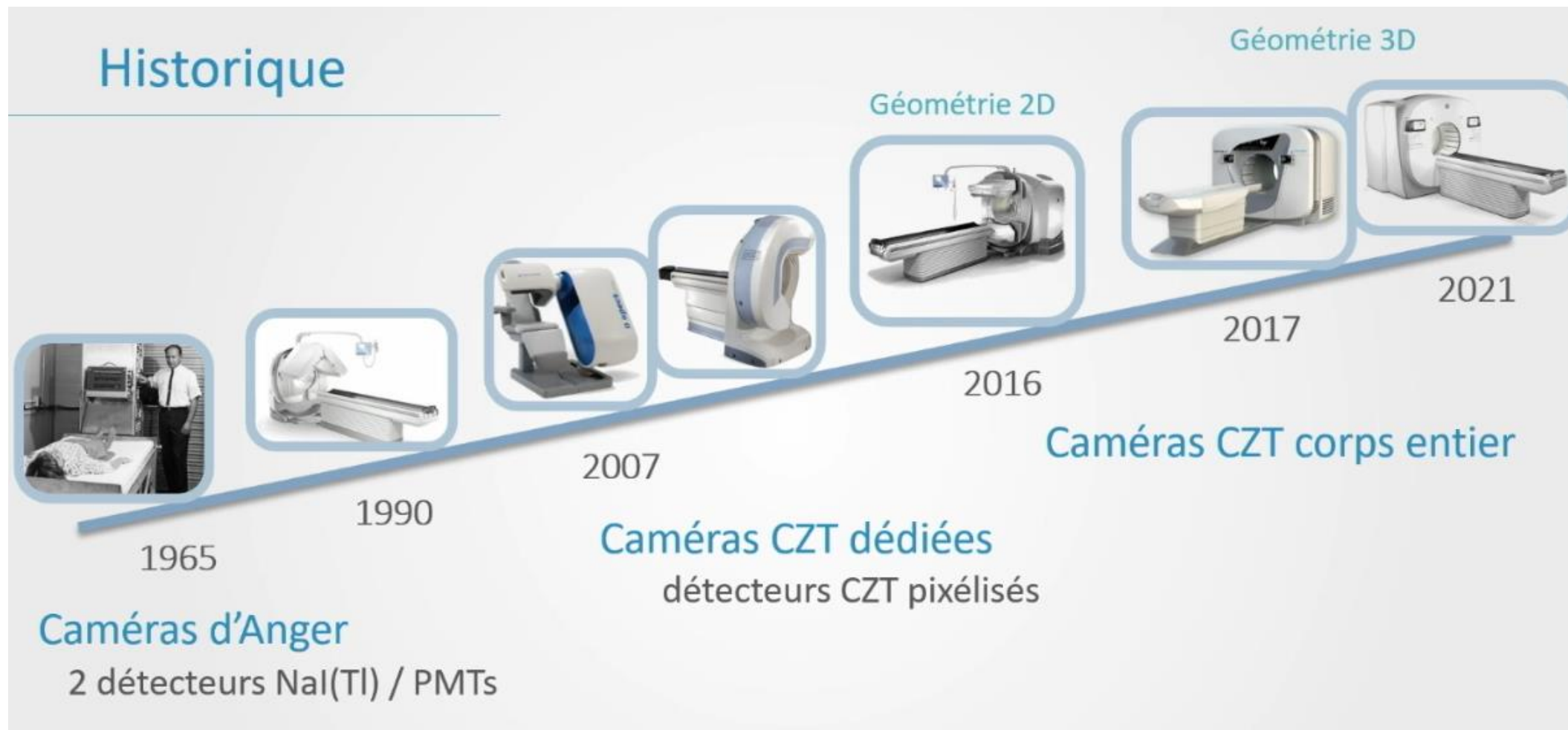
Avantages:

- Localisation / repérage
- Sémiologie du scanner
- Améliore la Spécificité

En cas de matériel (artéfacts)
reconstruction MAR ++

Radiographie standard reste
très utile (à défaut, le
topogramme ou scout-view)

Scintigraphie : progrès technologiques

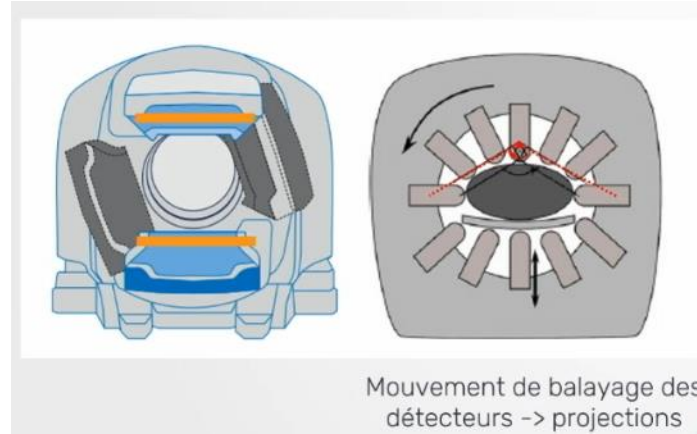


Scintigraphie : progrès technologiques

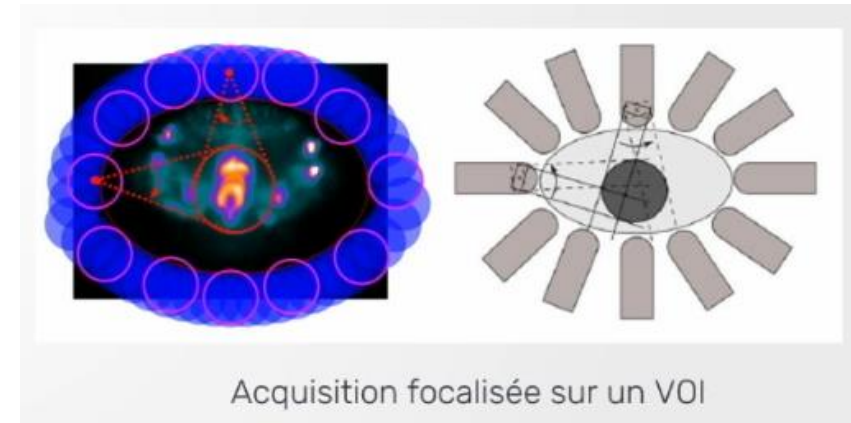
Détecteur CZT



Géométrie d'acquisition



Mode d'acquisition



Rendement de détection
Taux de comptage
Résolution énergie
Résolution spatiale

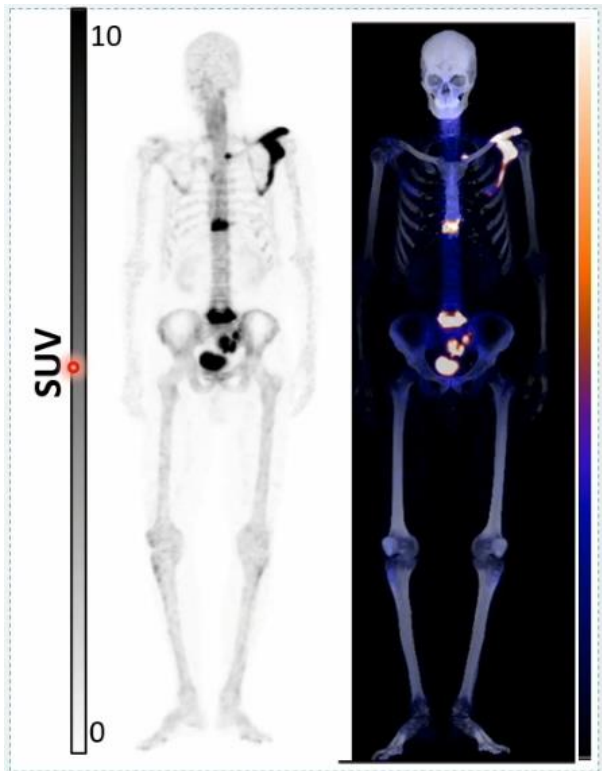
Détecteur au plus proche du patient

2D « pseudo-planaire »
3D « champ limité ou corps entier »
4D – acquisition dynamique

Amélioration qualité des images + résolution + sensibilité de détection

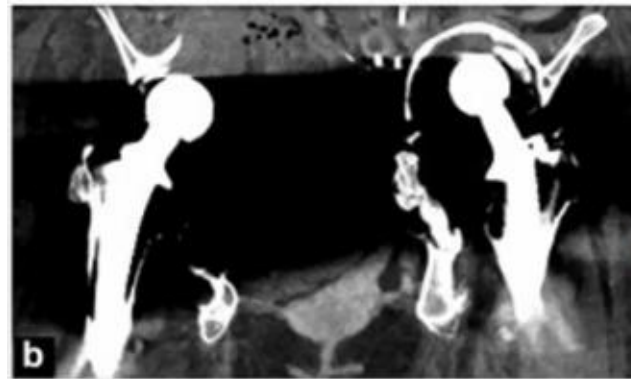
Scintigraphie : progrès technologiques

Acquisition 3D SPECT-CT corps entier
+ meilleurs algorithmes de reconstruction
= possibilité de **Quantification** (SUV)
Intérêt pour le suivi thérapeutique

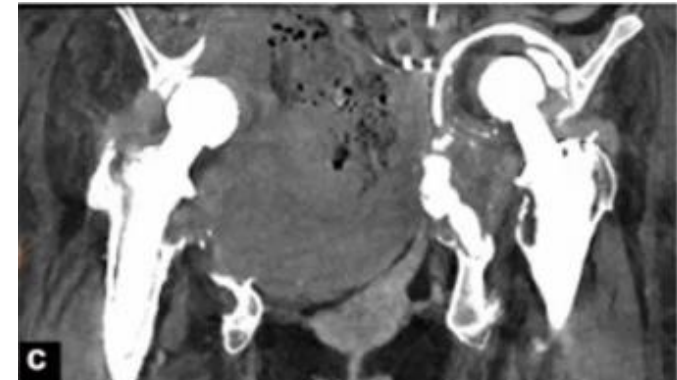


Algorithmes de **réduction d'artéfacts métalliques (MAR)**

- *amélioration diagnostique (localisation et sémiologie CT)*
- *améliore la sensibilité de détection (correction d'atténuation)*



b MPR frontale avec la reconstruction itérative



c MPR frontale avec le MAR

Blum et al. 2017

2. Scintigraphie aux leucocytes marqués ou Anticorps anti leucocytes (leukoscan®/scintimun®)

- ▶ Leucocytes ou PNN marqués au ^{99m}Tc -HMPAO ou ^{111}In -oxine
- ▶ Prélèvement sanguin
Séparation cellulaire
Marquage cellulaire durant 3-4h dans une hotte à flux laminaire
(équipement spécifique non disponible dans tous les centres - chronophage)
- ▶ Réinjection des PNN marqués ou injection des Anticorps anti leucocytes ^{99m}Tc
- ▶ Images centrées sur zone à **30 min**, **3-4h** et **24h++** +/- SPECT/CT (examen sur 2 JOURS)
Décroissance radioactive nécessite d'augmenter le temps d'acquisition (5 min – 15min – 45 min)
Faible taux de comptage en général

Positivité = Accumulation des PNN sur la zone infectée + persistance dans le temps (concordant avec la SO)

Considéré comme le Gold Standard pour l'IOA en raison d'une **meilleure Spécificité pour l'infection** mais souvent au détriment de la Sensibilité (Faux Négatifs ++)

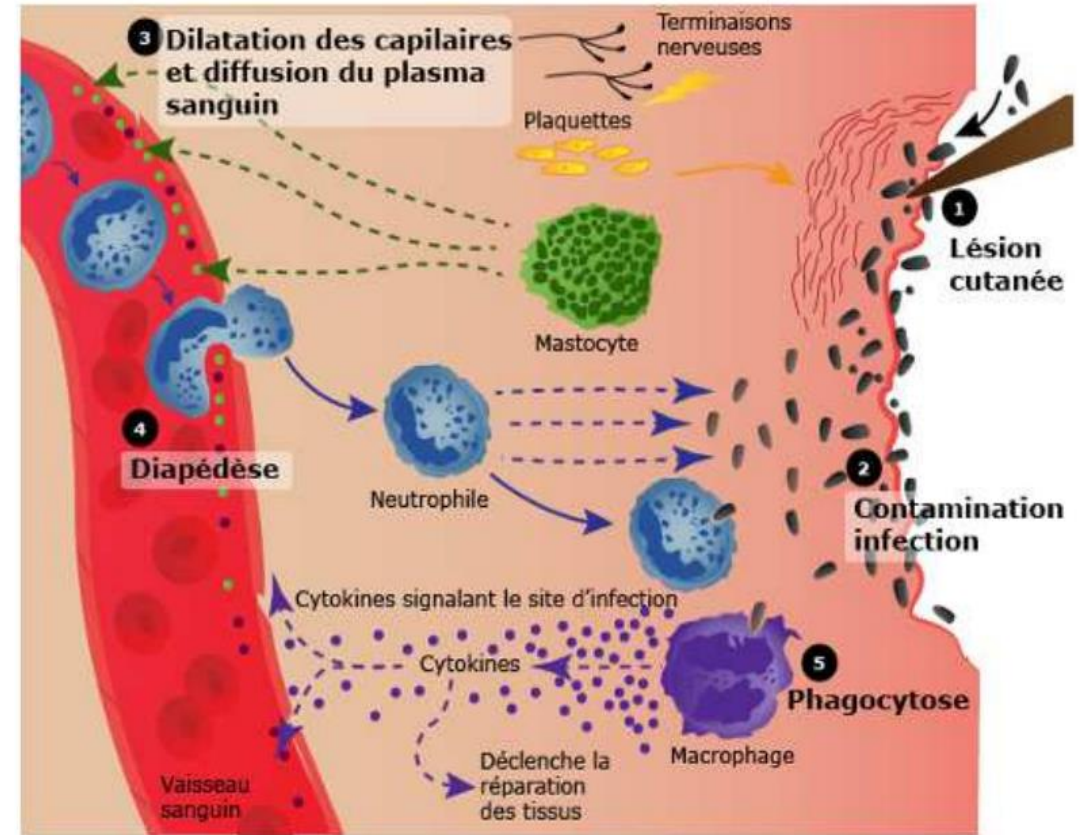
2. Scintigraphie aux leucocytes marqués ou Anticorps anti leucocytes (leukoscan®/scintimun®)

Processus physiopathologique:

- Hyperhémie
- Chimiotactisme
- Recrutement des PNN

Conditions d'utilisation:

- **chimiotactisme intact (CRP, biofilm, ATB)**
- **patient immunocompétent**
(bilan sanguin > 2000 GB/ml)
- **réponse cellulaire (PNN++)**



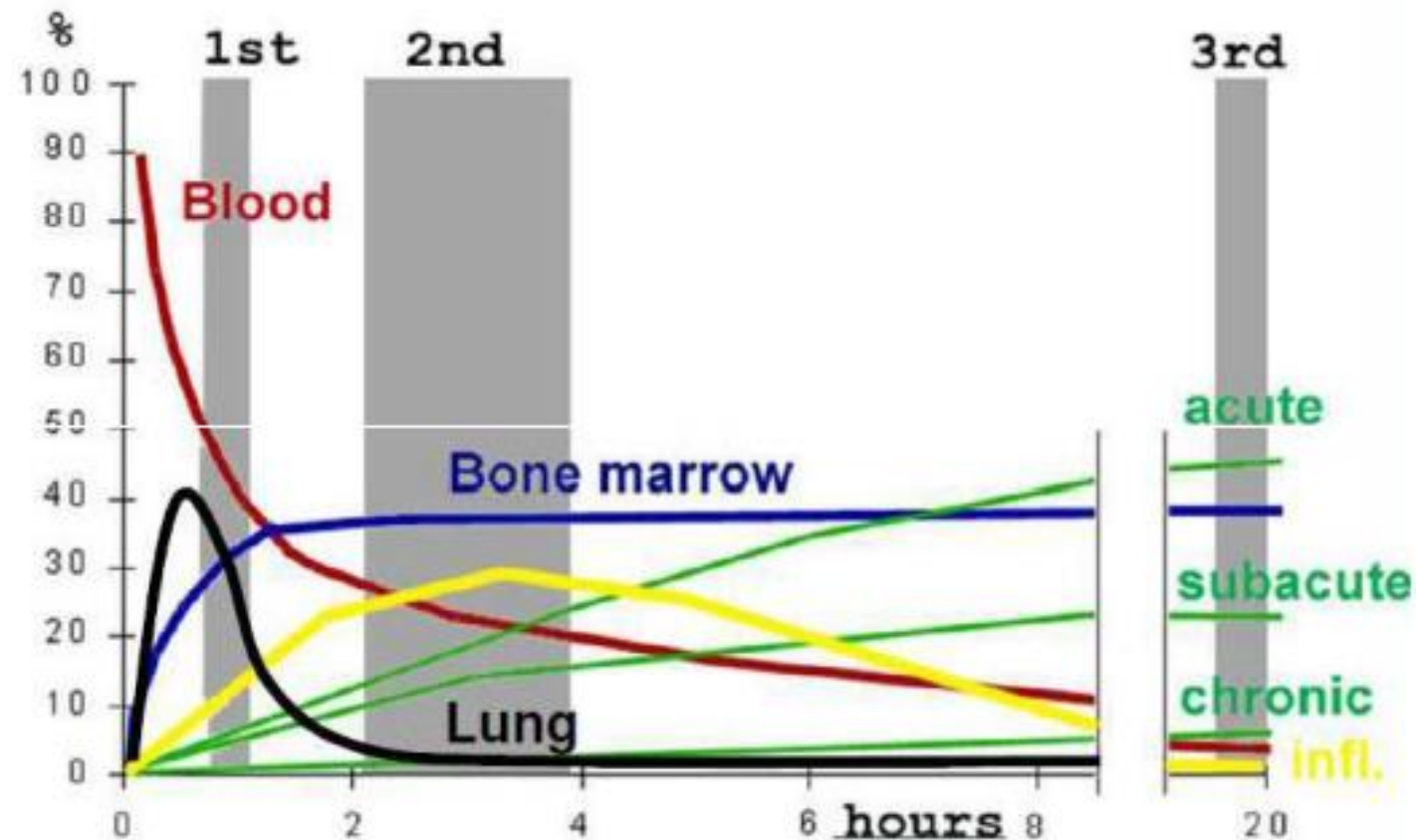
2. Scintigraphie aux leucocytes marqués ou Anticorps anti leucocytes (leukoscan®/scintimun®)

Le degré d'accumulation des WBC dépends:

- **du site** de l'infection (cardio-vasculaire avant squelette périphérique)
- **de l'intensité et l'extension** de l'infection
 - certaines bactéries produisent plus de facteurs chimiotactiques
 - moins d'accumulation tardive pour **infection chronique ou abcès**
- **du type de pathogène** (fongique < bactérie)
- **d'une antibiothérapie ou corticothérapie** (diminue la virulence bactérienne et la migration des WBC)
- **de l'état de vascularisation** du tissu infecté (capillaires comprimés par l'œdème vertébral dans la spondylodiscite, micro/macro-angiopathie du diabétique, athérosclérose sévère)

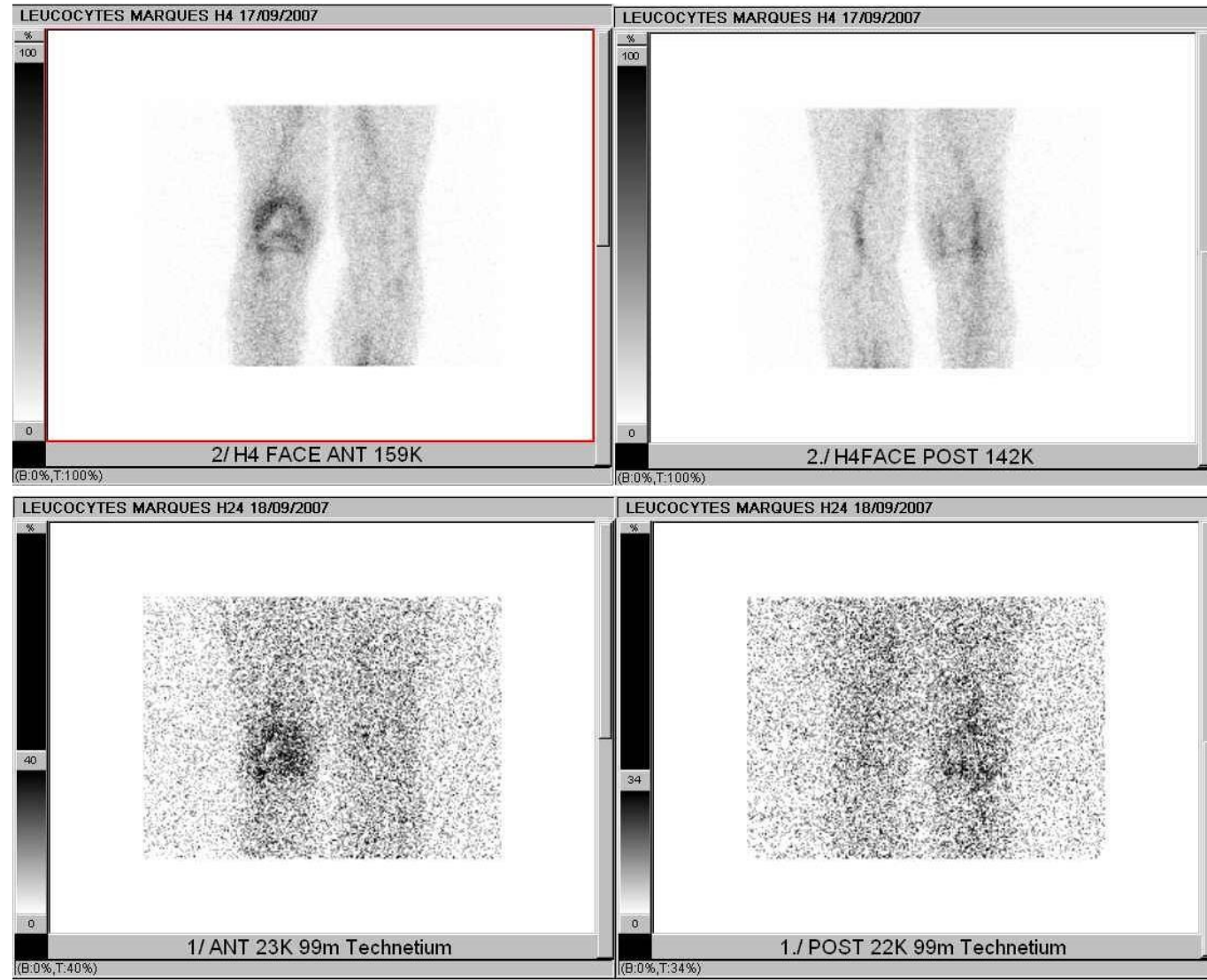
Critère d'interprétation des PNN marqués: **foyer hyperfixant à 4H stable ou se rehaussant à 24H**

- Migration rapide par poumons et (si non abimés) par foie, rate et système réticulo-endothélial dont la moelle osseuse
- Après 1 heure post injection → moelle osseuse et tissu infecté



Scintigraphie aux
leucocytes marqués
4H et 24H

Descellement
septique PTG



Attention !! Faux positif sur matériel (++PTH): fixation ostéomédullaire péri-prothétique amenant à la réalisation d'une **scintigraphie médullaire**

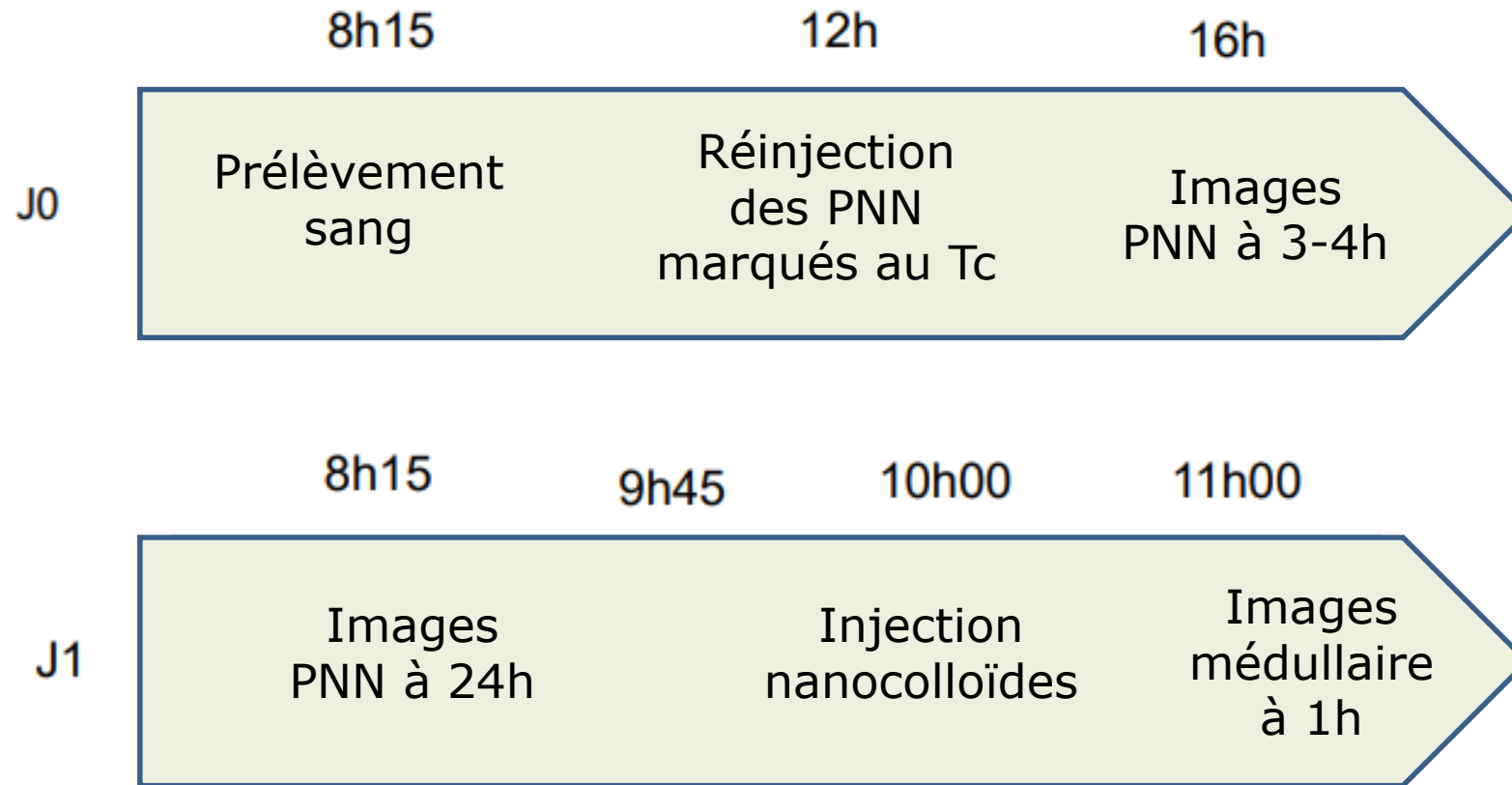
Scintigraphie médullaire

- ▶ 340 MBq colloïdes technetiés IV
- ▶ Images statique à 1H (+/- SPECT/CT)
- ▶ fixation sur la réaction osteomédullaire (péri-prothétique ++ PTH)
- ▶ WBC + scinti médullaire: **mismatch = infection**



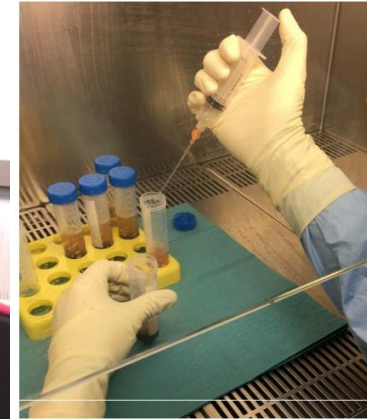
FIGURE 6. Infected left-hip arthroplasty. (A and B) There is intense activity along lateral aspect of femoral component of prosthesis (arrow) on anterior ^{111}In -labeled leukocyte image (A), with no corresponding activity on $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sulfur colloid bone marrow image (B). Study confirms infection but provides little information about extent. (C) On sagittal SPECT/CT image, infection extends anteriorly and posteriorly into soft tissues surrounding prosthesis (arrows). This information is useful for surgical planning.

Déroulement de l'examen: Leucocytes marqués +/- scintigraphie médullaire

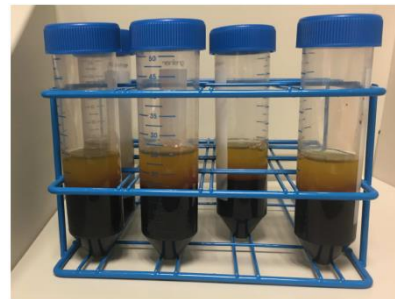


1) PNN marqués in vitro dans une hôte à flux laminaire

Prélèvement sanguin 50-100 mL



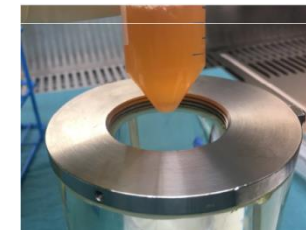
Sédimentation / centrifugation / marquage HMPAO-Tc99m



Culot leucocytaire



Culot plaquettaire



Contrôles qualités / Seringue patient 2 ml 550 MBq



2) Marquage in vitro par Leukokit®



3) Marquage in vivo par Ac monoclonaux marqués au Tc ciblant un Ag sur leucocytes activés

Anti NCA-90 (Sulesomab)

AMM 1998 **Leukoscan®**
Fragment Fab' d'ac murin

Elimination rénale

Anti NCA-95 (Besilesomab)

AMM 2010 **Scintimum®**
Ac monoclonal murin IgG1

Induit la production d'**HAMA**
Human Anti Mous Antibodies
Risque d'allergie+++ à la 2^e injection

Fixation plus intense:

- Moelle osseuse
- PNN dans le sang et le site infectieux

Plus stable dans le temps (++ 20-24h)

Scintimum vs WBC-HMPAO :

- Se globale 80-90%
- moins spécifique

3. TEP-TDM au 18 FDG

- ▶ **Analogue du glucose**
 - => **exploration du métabolisme glucidique**
 - => **excellente cartographie de l'inflammation et infection ++**
 - => Quantification (SUV) permet un suivi thérapeutique

- ▶ 18F = demi-vie 110 min
- ▶ A jeun 4 à 6 h +++
- ▶ injection IV 2,5 MBq/kg
- ▶ Repos strict 60 minutes après l'injection
- ▶ Acquisition : **10-15 min** du crâne à mi-cuisse
15-20 minutes si corps entier complet

Avantages:

- Plus rapide (< 2H dans le service)
- **Très sensible** pour l'inflammation et infection
- Bonne **VPN** (élimine l'infection)
- Meilleure **résolution** mais moins spécifique avec des Faux Positifs (inflammation ++)
- Bilan « corps entier » : permet de trouver d'autres foyers infectieux (embols, porte d'entrée)

EANM/SNMMI Guideline for ^{18}F -FDG Use in Inflammation and Infection*

Francois Jamar¹ (Chair), John Buscombe², Arturo Chiti³, Paul E. Christian⁴, Dominique Delbeke⁵, Kevin J. Donohoe⁶, Ora Israel⁷, Josep Martin-Comin⁸, and Alberto Signore⁹

THE JOURNAL OF NUCLEAR MEDICINE • Vol. 54 • No. 4 • April 2013

Published Studies with More Than 10 Patients Before December 2011

Disease	Considered papers	Sensitivity	Specificity	Accuracy	References
Sarcoidosis	7 (173 patients)	93.5% (7 papers)	Data not available	95.5% (1 papers)	9–15
Osteomyelitis	8 (287 patients)	94.6% (8 papers)	91.5% (8 papers)	94.5% (6 papers)	16–23
Spondylodiskitis	5 (136 patients)	100.0% (5 papers)	89.3% (5 papers)	91.0% (4 papers)	24–28
FUO	15 (758 patients)	90.6% (15 papers)	76.9% (15 papers)	86.4% (10 papers)	29–44
Vasculitides	12 (283 patients)	80.4% (12 papers)	89.3% (12 papers)	85.0% (3 papers)	45–56
Diabetic foot	5 (220 patients)	70.6% (5 papers)	84.4% (5 papers)	80.0% (5 papers)	88–92
Prosthesis (knee + hip)	17 (770 patients)	95.0% (17 papers)	98.0% (17 papers)	78.0% (8 papers)	93–109
Vascular grafts	5 (189 patients)	88.9% (5 papers)	64.6% (4 papers)	74.5% (4 papers)	110–114

Quel type d'examens selon les
indications

▶ OSTEOMYELITIS

- ▶ sans antécédant orthopédique +++
- ▶ Scintigraphie osseuse précoce / Tardive + SPECT-CT
- ▶ Leucocytes marqués : si besoin de Spécificité avant biopsie ou chirurgie contre-indiqué chez l'enfant
- ▶ TEP-FDG : si besoin d'éliminer, si fistulisation, si ostéite chronique

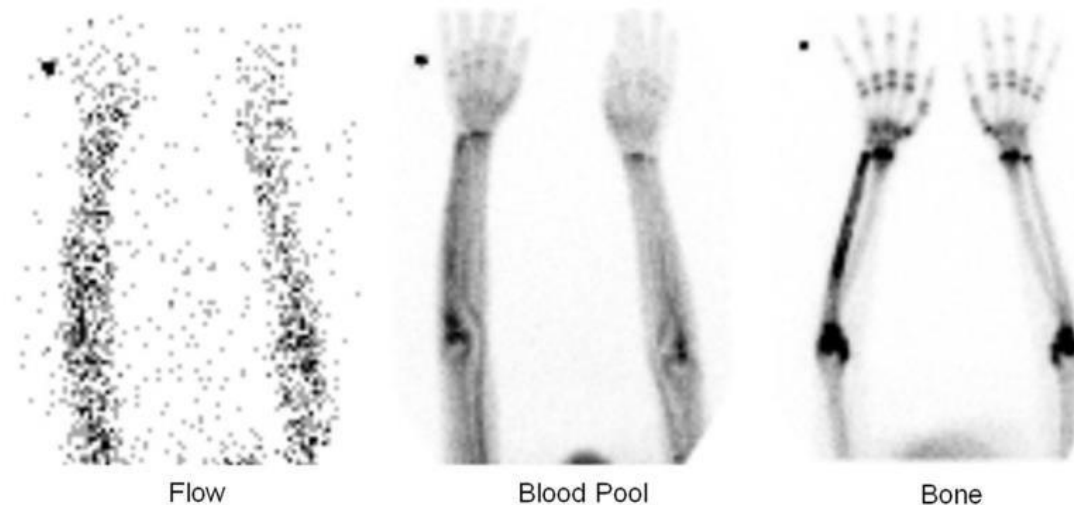


Figure 1 Right ulnar osteomyelitis. There is focal hyperperfusion, focal hyperemia, and focally increased bone uptake of radiopharmaceutical in the right ulna.

TEP-FDG



Ostéite chronique
Traumatisme ancien

Tiers proximal tibia droit

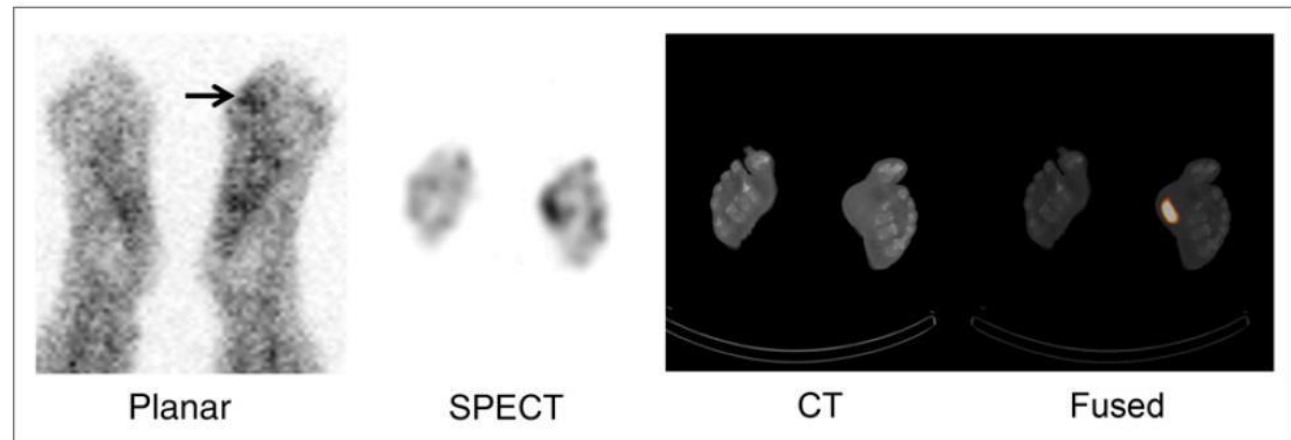
Foyer hypermétabolique
intra osseux

Fistulisation vers tissus mous

► Pied diabétique

- **Leucocytes marqués** : examen de MN de référence:
- Lauri et al. 2017 Méta-analyse (10 études, n = 406 patients ; Se 91 % ; Sp 92 %)
- Palestro et al. 2009 (analyse de 3 études) : leucocytes marqués au ^{99m}Tc : Se 86 à 93 % et Sp 80 à 98 % pour le diagnostic d'ostéomyélite sur pied diabétique
- Résultats améliorés par **SPECT/ CT** +++ (localisation de l'infection: os ou tissu mou)
- Rôle **TEP FDG** pas bien établi: Peu d'étude, méthodologie imparfaite, résultats pas toujours concordants, manque de spécificité...
mais Avantage: meilleure **Se, résolution spatiale** +++ et **VPN** +++
- Difficultés diagnostiques pour le pied de Charcot vs infection (SO + SPECT-CT WBC + médullaire > IRM)

WBC
SPECT/CT



TEP-FDG excellente résolution

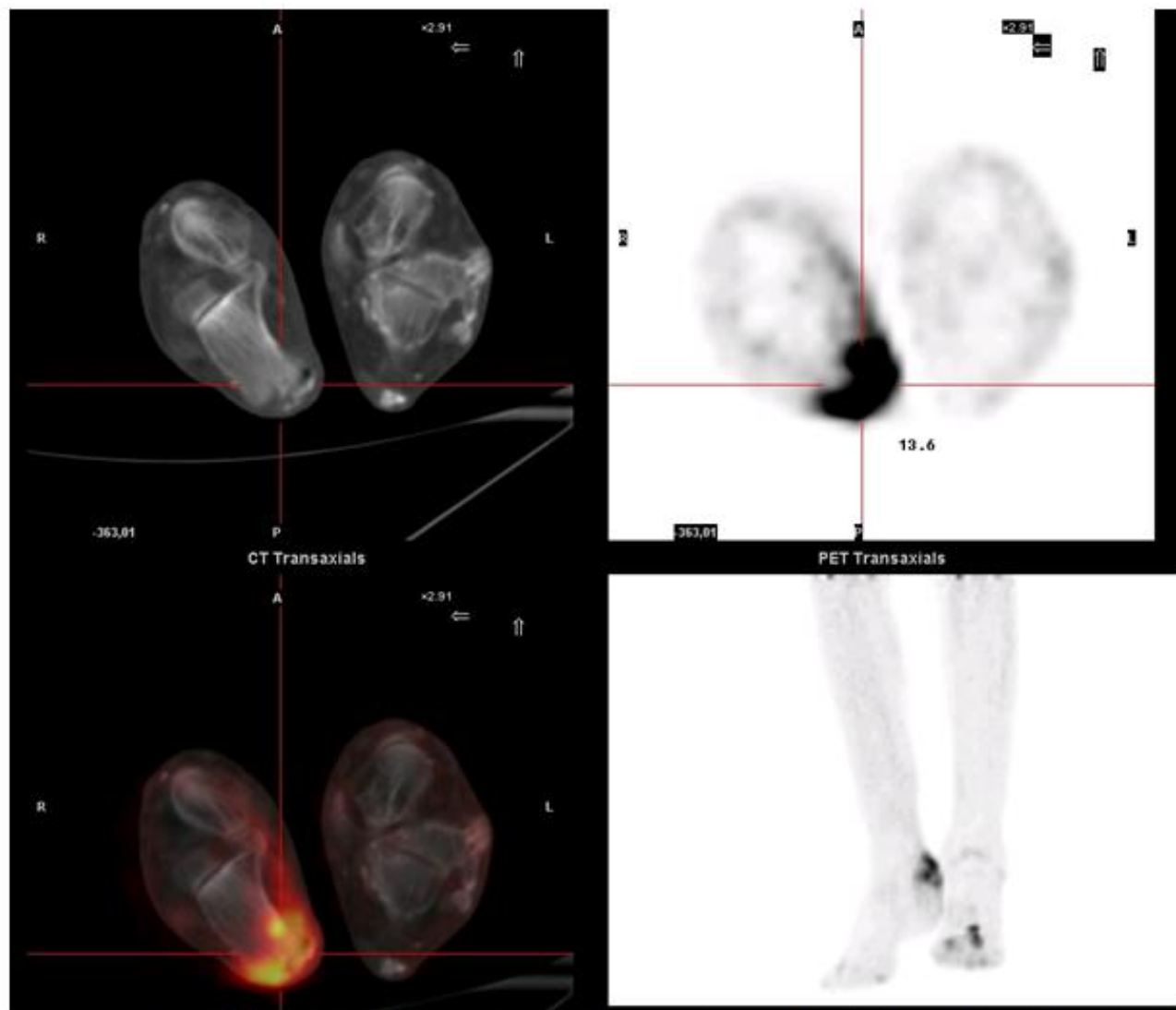
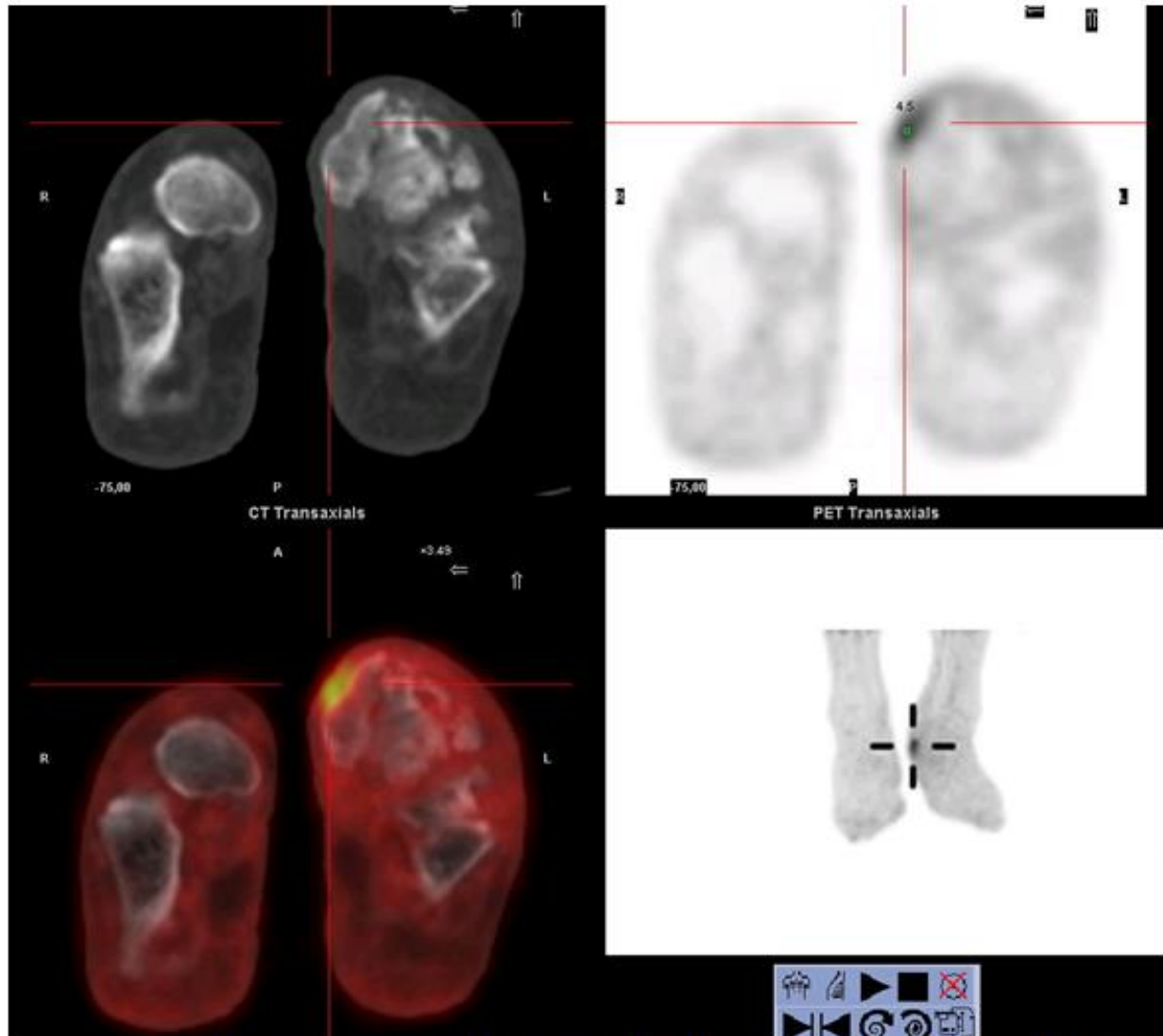


Fig. 1 A positive Case of Osteomyelitis. The uptake is localised on the bone and on the soft tissues.

TEP-FDG excellente résolution et VPN ++

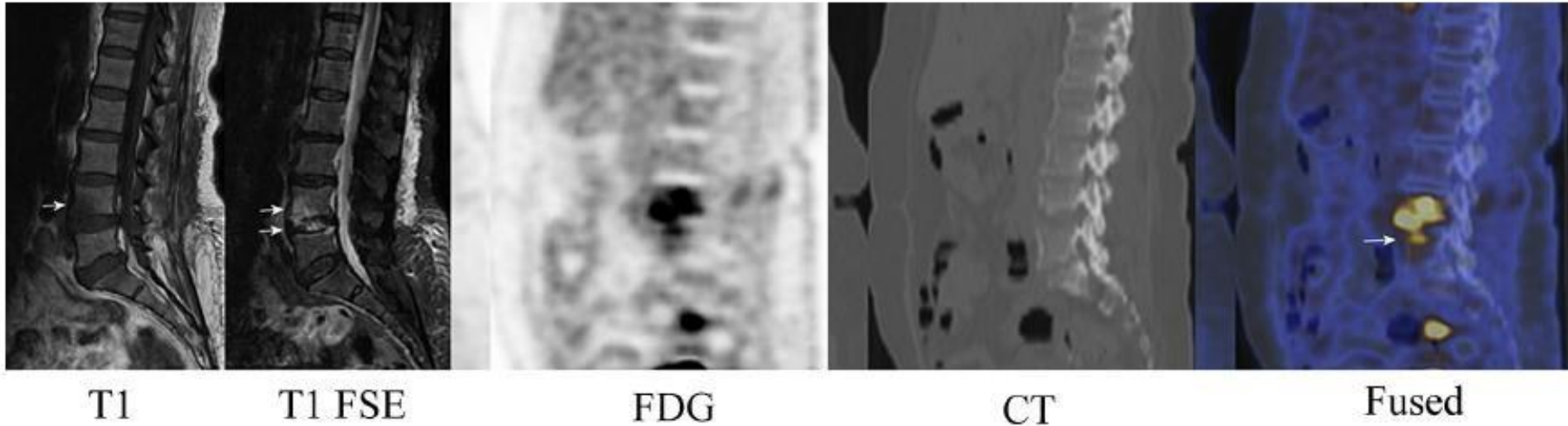


En pratique, souvent utilisé pour recherche d'ostéite de contiguïté sous-jacente lors d'un retard de cicatrisation d'ulcère ou d'un mal perforant plantaire.

Fig. 2 A positive Case of Soft tissue infection. The uptake is not localised on the bone

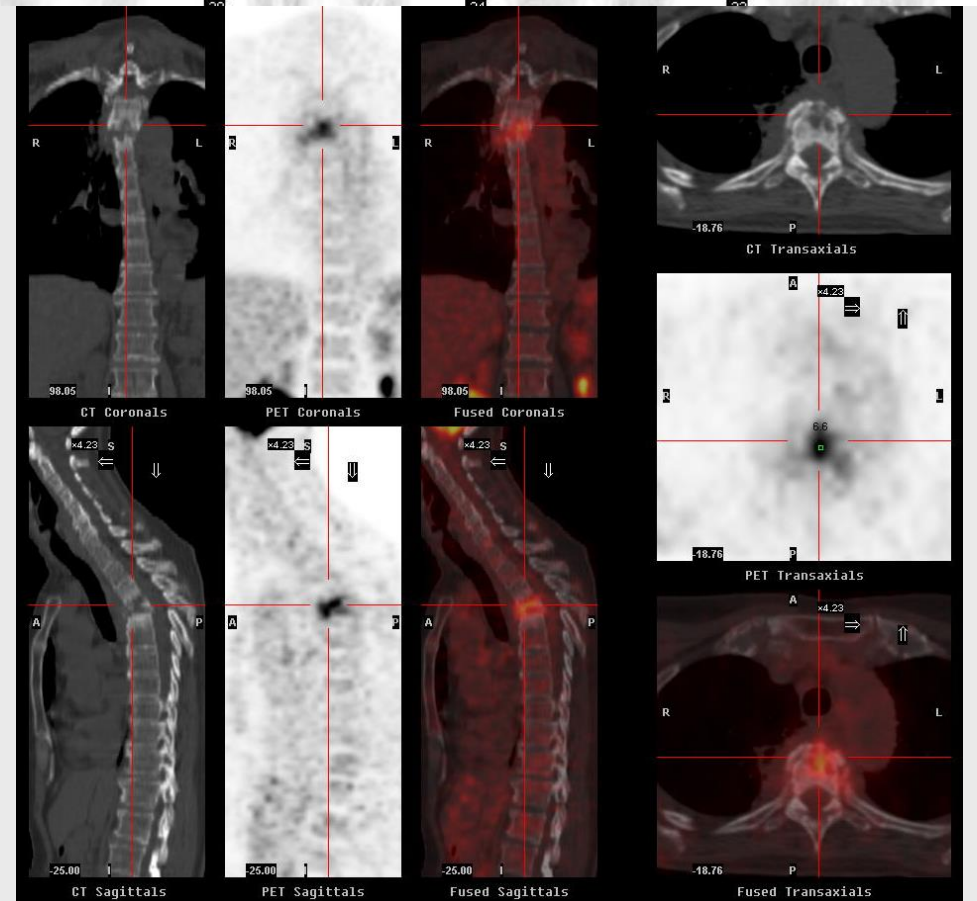
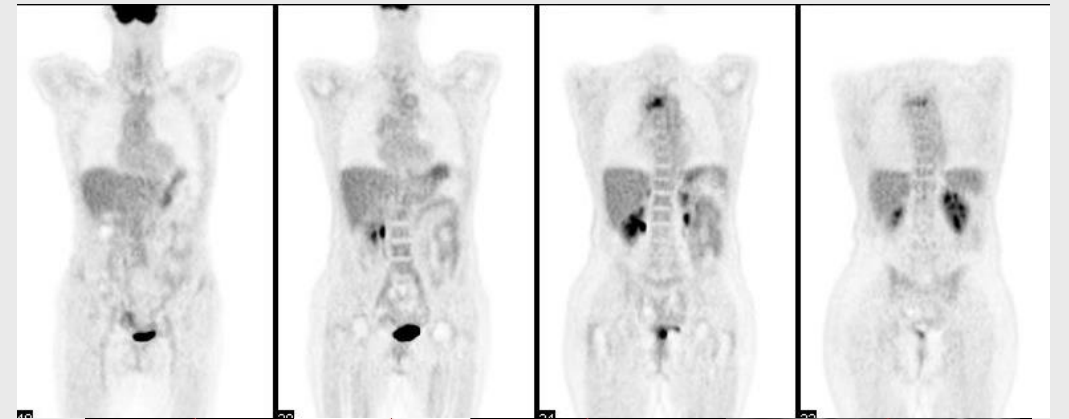
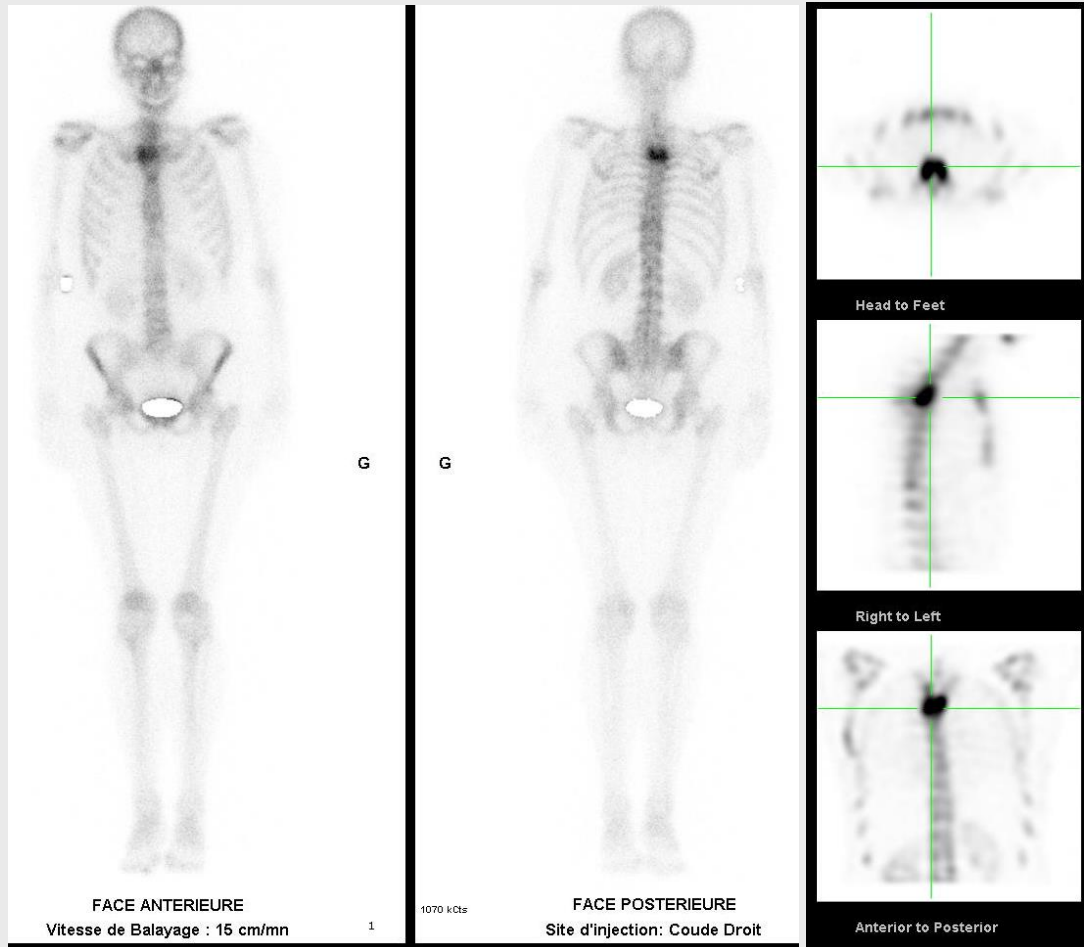
▶ Infection rachis : spondylodiscite

- ▶ Scanner et IRM en première intention
- ▶ Scintigraphie osseuse: bilan de dorsalgie (diagnostics différentiels)
- ▶ **TEP FDG +++** (diagnostique et évaluation réponse thérapeutique)
- ▶ Étude avec 68 Ga: sensibilité 100%, 75% spé
- ▶ **Leucocytes très mauvais**



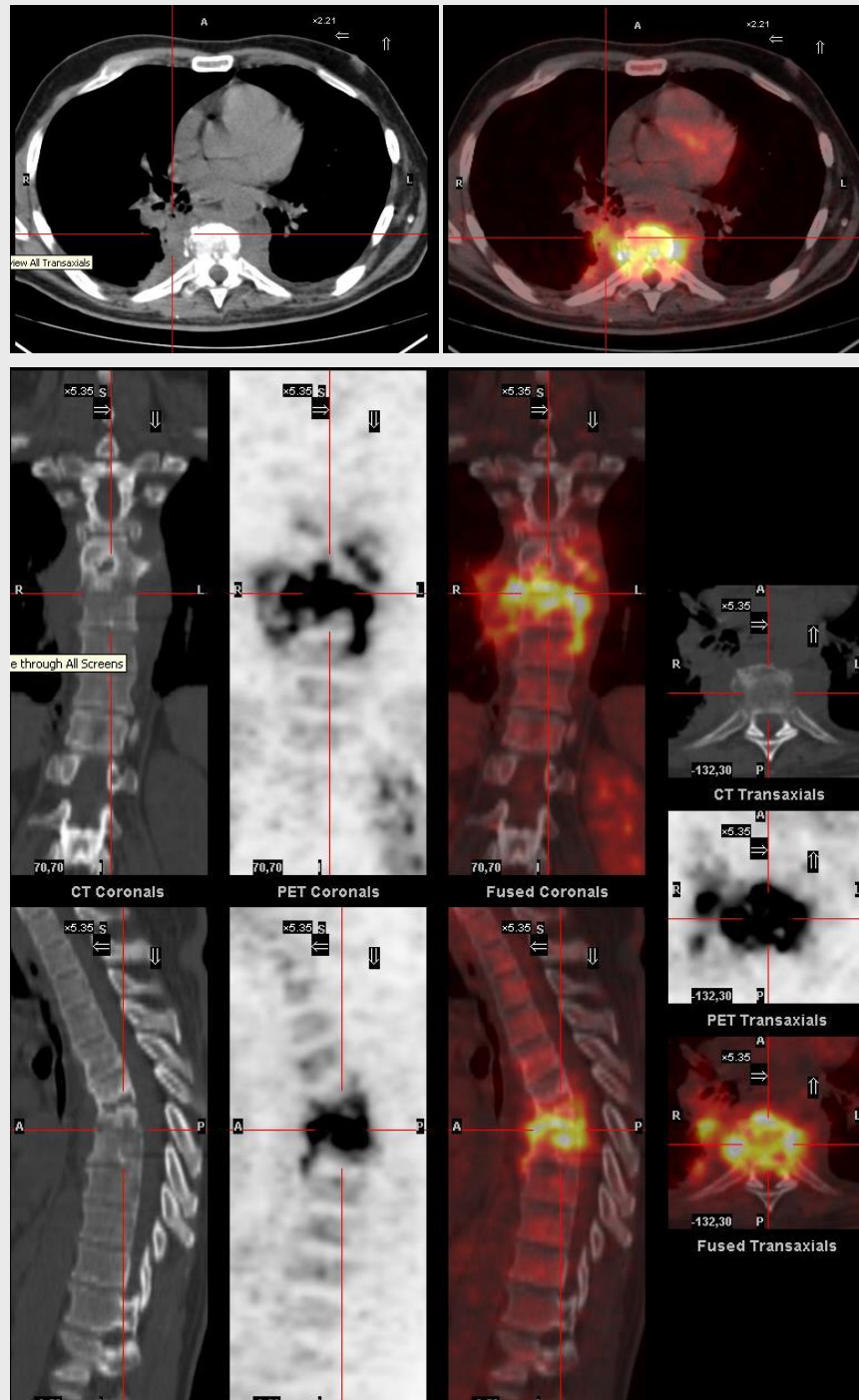
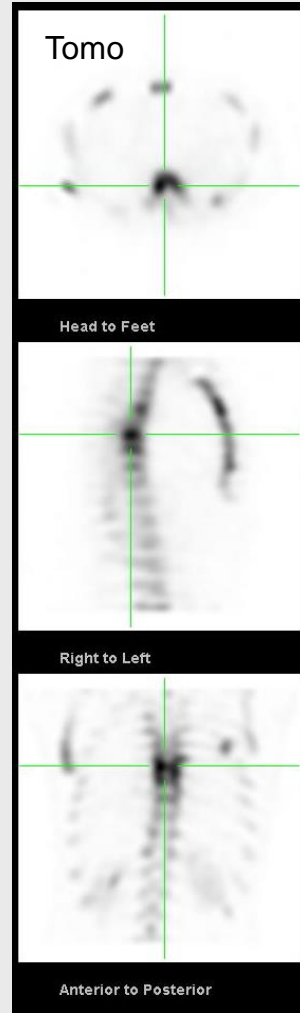
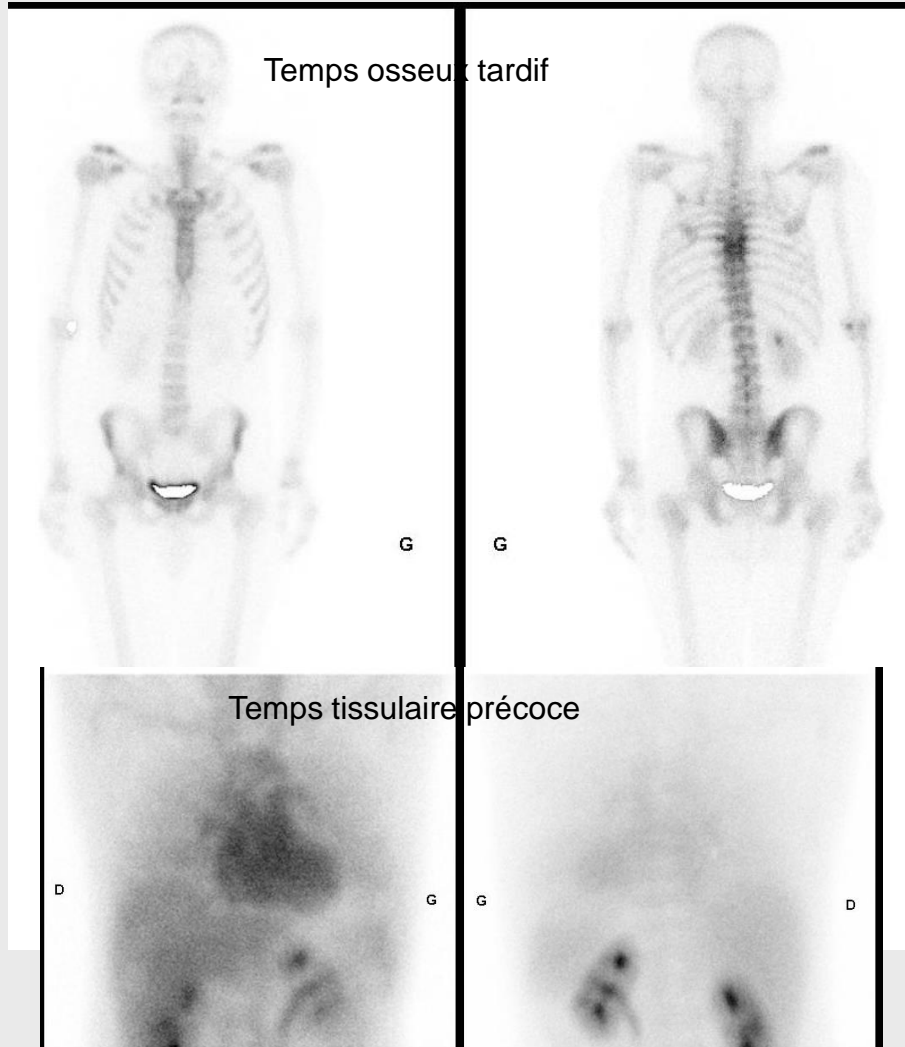
Ex : Spondylodiscite à P. aeruginosa

SO +
FDG-PET +



Ex : Spondylodiscite à Tuberculose

SO +
FDG-PET +



Abcès en fuseau

Bilan complet:
atteinte osseuse,
tissulaire
et à distance
(embols
septiques ou
porte d'entrée)

► Infection matériel orthopédique non prothétique

► Matériel des membres périphériques:

Combinaison **scintigraphie osseuse**

+ **leucocytes marqués** ± scintigraphie médullaire

ou **TEP-FDG** (fistulisation ++, localisation précise du foyer infectieux)

► Pour matériel sur rachis :

Scintigraphie osseuse si douleurs, descellement ou diagnostics différentiels (arthrose, fracture...)

Bons résultats du **FDG**

+++ si négatif (VPN) ou fistulisation

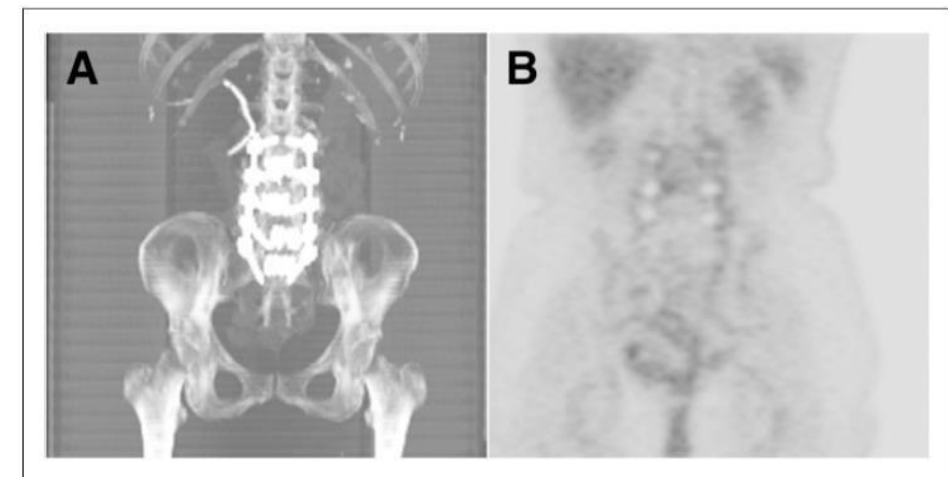
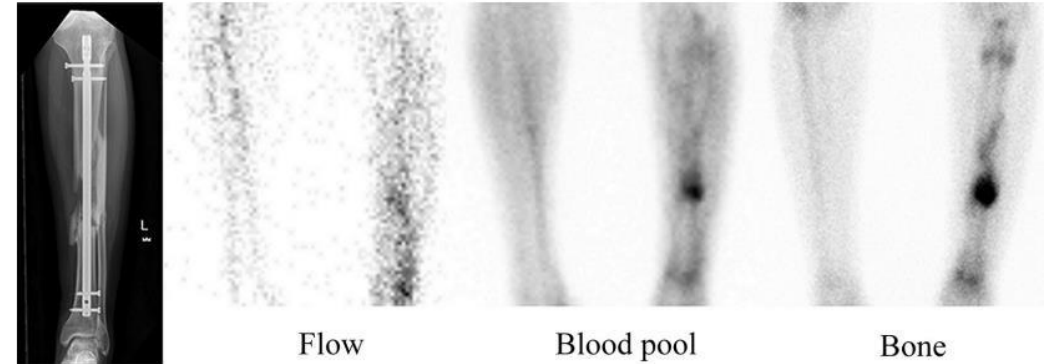


FIGURE 4. Uninfected spinal hardware. (A) ^{18}F -FDG PET/CT scout radiograph demonstrates lumbar spine hardware. (B) Coronal ^{18}F -FDG image reveals normal lumbar spine activity. Normal ^{18}F -FDG findings effectively exclude infection.

▶ Infection de prothèses de hanche et de genou

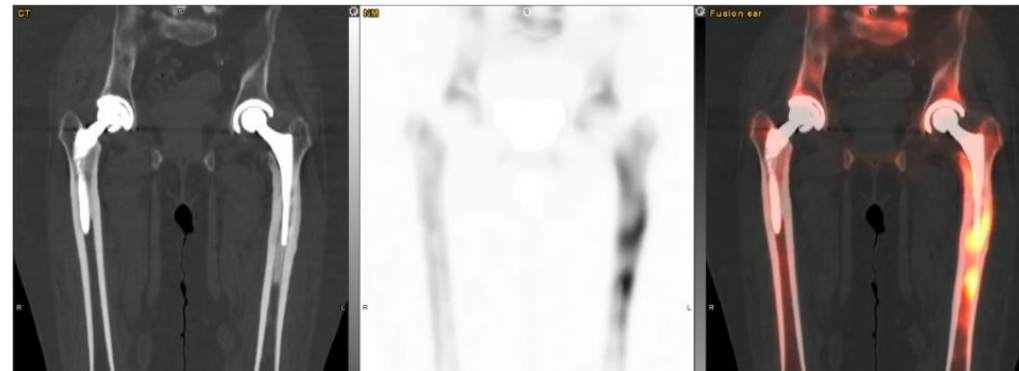
Algorithme = scintigraphie osseuse
+ scintigraphie aux leucocytes marquées
+/- scintigraphie médullaire

Spé : 99,5% **Se** : 80%



Scinti osseuse : test de dépistage

- ▶ Si -: faible probabilité d'infection ++ VPN
- ▶ si +: exactitude 50 à 70%
- ▶ Phase précoce positive (sauf infection de bas grade)
- ▶ **SPECT/CT** améliore le diagnostique, montrant des anomalies des **tissus mous**, un **descellement**, **épanchement** synovial, **collection intramusculaire**, ces anomalies font monter la Se à 100% et la Spé à 87%.



Alberto Signore et al, 2019

C. Love, C.J. Palestro / Clinical Radiology 71 (2016)

► Infection de prothèses de hanche et de genou

Si scintigraphie osseuse positive:

Leucocytes marqués + scintigraphie médullaire

- exactitude de 90%. Forte valeur prédictive négative
- Concordance avec la SO ++
- Résultats améliorés par **SPECT/ CT** augmentation de la sensibilité, spécificité et exactitude
- Permet de localiser le site et l'extension de l'infection

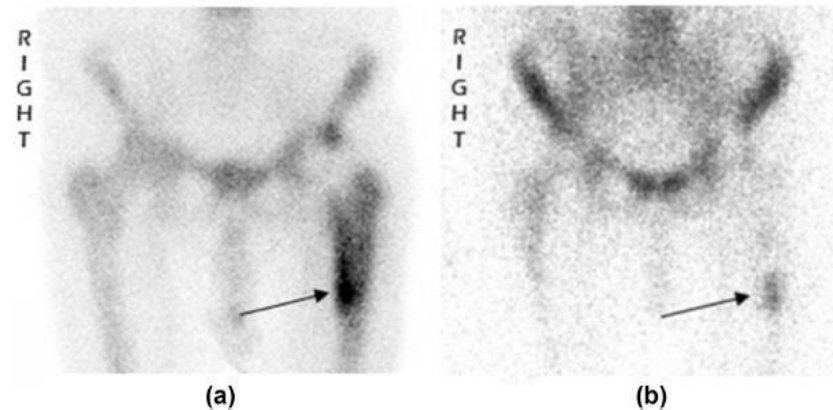


Figure 3 PJI: concordant uptake on bone and WCS. Bone scintigraphy (a) and WCS image (b) demonstrate coincident uptake indicative of infection (arrows).

Alberto Signore et al,2019

C. Love, C.J. Palestro / Clinical Radiology 71 (2016)

Sémiologie Scinti osseuse SPECT/CT

Infection de prothèse

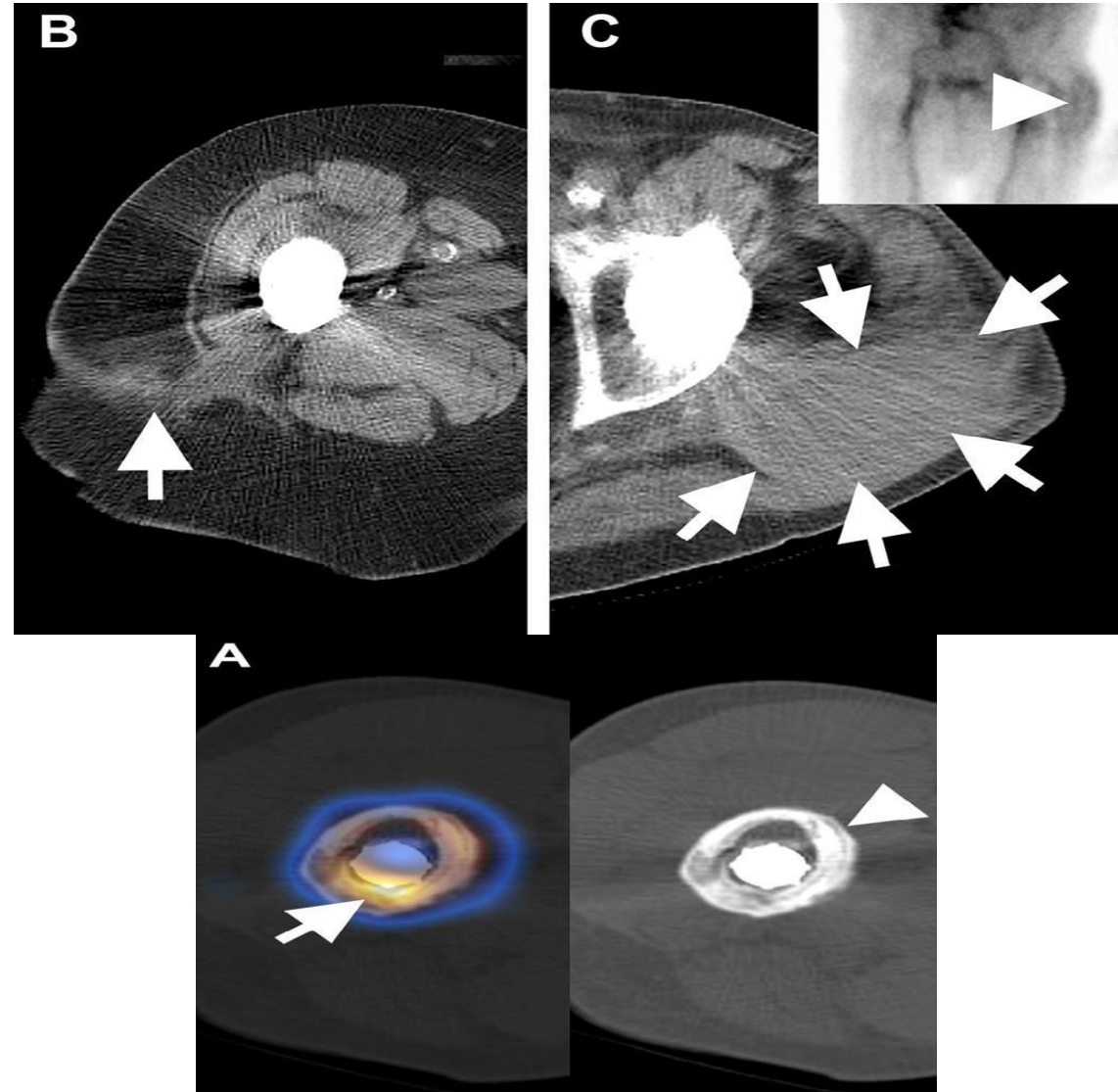
► **Temps précoce** : Positif ++

Attention aux infections à bas bruit, qui peuvent être négatives

► **Temps tardif**: Positif ++
(hyperfixation circonférentielle)

► **SPECT-CT+++** :

- Ostéolyse
- Distension articulaire
- Extension aux tissus mous
- Collection
- Fistules
- Bord flou/ festonnage au contact de la prothèse
- Réaction périostée
- Séquestre osseux



Rappel signes radiologiques d'intérêt

Il est **fortement recommandé** de réaliser une **Radiographie Standard** même si 50 % d'entre-elles restent normales et s'il n'existe aucun signe radiographique formel d'infection sur matériel (grade B).

Les signes radiologiques à rechercher sont les suivants (niveau 2) :

- présence d'un **séquestre**, petit fragment osseux très dense ;
- **liseré clair et étendu autour du matériel** dont la largeur évolue de plus de 2 mm pendant une période d' 1 an ;
- **zones d'ostéolyse** floues et mal définies ;
- **réaction périostée** extensive circonférentielle ;
- présence de **gaz intra-articulaire** ;
- **mobilisation ou fracture du matériel d'ostéosynthèse**

La sensibilité de la radiographie est de 14 % et sa spécificité de 70 %.

Rappel signes scanographiques d'intérêt

Permet d'apprécier la **structure osseuse** sur os périphérique (grade B).

Il permet également l'**analyse des parties molles**.

Il peut être **artéfacté** par le matériel d'ostéosynthèse.

Les signes tomодensitométriques d'une infection de prothèse sont les suivants (niveau 2) :

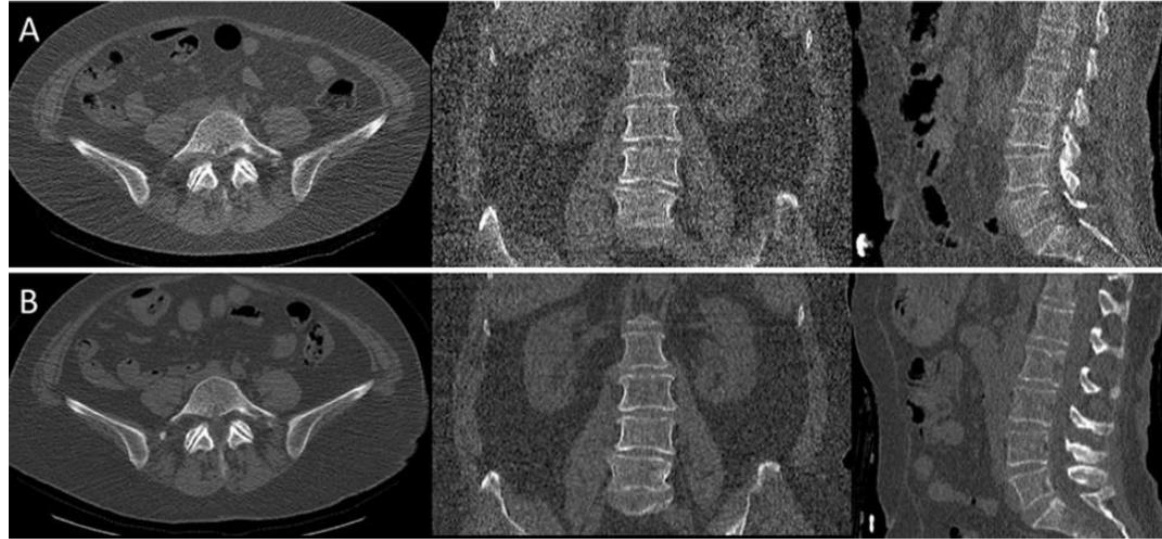
- présence d'**appositions périostées** ;
- **ostéolyses** floues et mal limitées autour du matériel ;
- anomalie des **tissus mous** ;
- **collection** dans les parties molles.

En cas de suspicion d'infection articulaire, **l'absence d'épanchement intra-articulaire** a une VPN de 96 %.

Apport TDM

« Low dose » VS TDM diagnostique

> 120 kV si matériel



Seul un niveau TDM de support anatomique précis permettra l'évaluation correcte du matériel prothétique :

-**compréhension optimale de la construction prothétique** (exemples : tige longue / courte et cimentée / non cimentée d'une prothèse fémorale, resurfaçage patellaire ou non d'une prothèse de genou, type d'arthrodèse rachidienne) et ses rapports avec le squelette du patient,

-**meilleure localisation** d'éventuelles anomalies de fixation et la recherche **d'anomalies scanographiques** causales ou liées,

-prise en compte d'éventuels phénomènes de **résorption osseuse peu hypermétaboliques en périphérie du matériel** (exemple : résorption granulomateuse associée à un descellement).

Les **acquisitions TEMP-TDM** deviennent indispensables

La TDM "basse dose" (niveau 1/2) permet une **localisation anatomique** mais ne permet pas souvent une évaluation diagnostique pertinente, avec le risque de rendre l'irradiation délivrée par le TDM sans bénéfice pour le patient.

La TDM de plus haut niveau (niveau 3/4) **doit être privilégiée**, et faire l'objet d'une optimisation (juste qualité d'image nécessaire à l'interprétation) adaptée à la zone explorée ainsi qu'au patient.

Artefacts du matériel

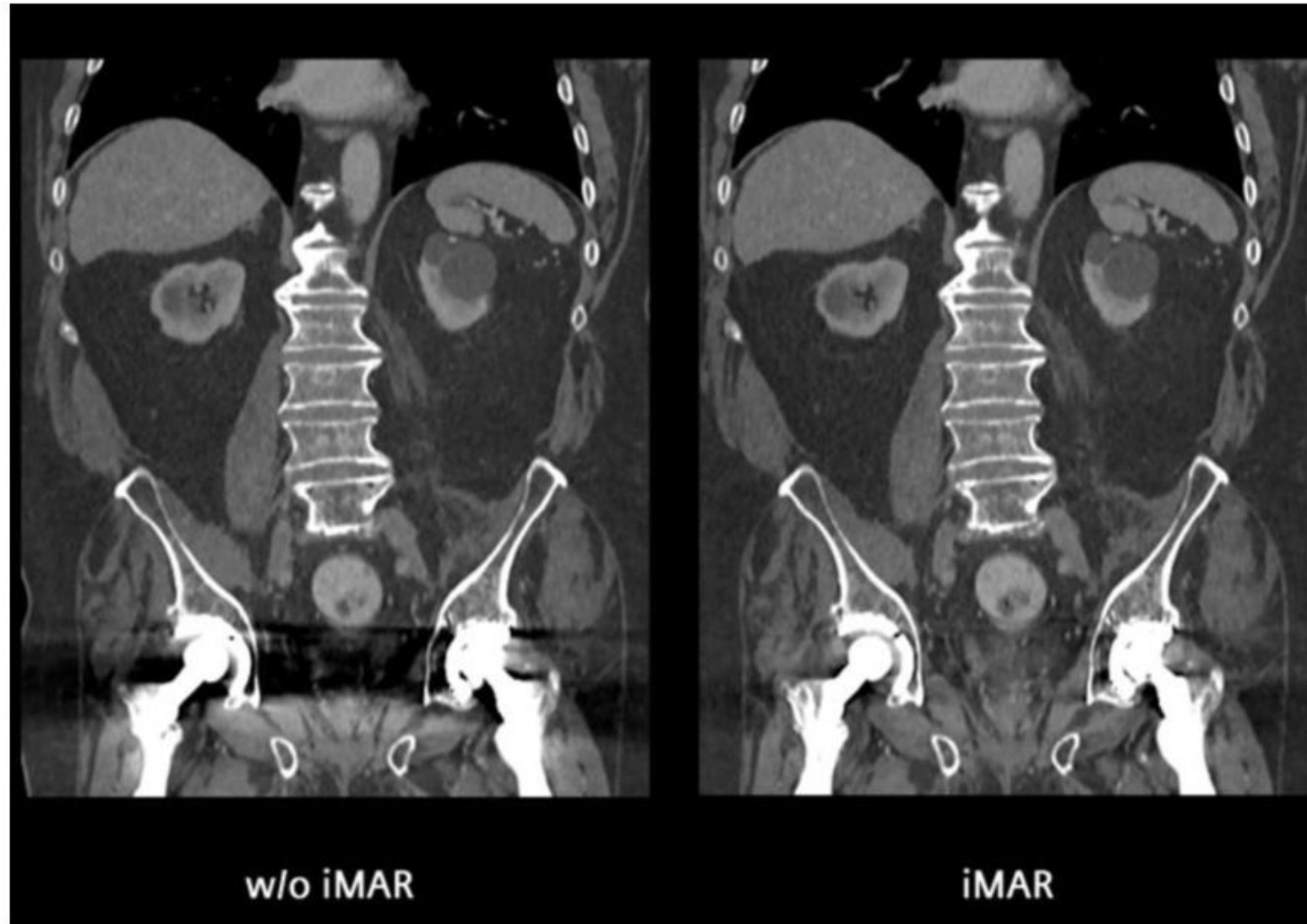


Figure 8: Exemple sans et avec MAR

Infection de prothèses de hanche et de genou en TEP FDG

- ▶ **TEP-TDM** au **¹⁸F-FDG**:
- ▶ intérêt croissant mais résultats variables
- ▶ sensibilité de 82% et spé de 87%
- ▶ résultats plus mauvais pour les genoux (75%),
- ▶ meilleurs pour les **hanches ++** (90%) : à privilégier par rapport aux leucocytes marqués

Selon la dernière recommandation d'experts:

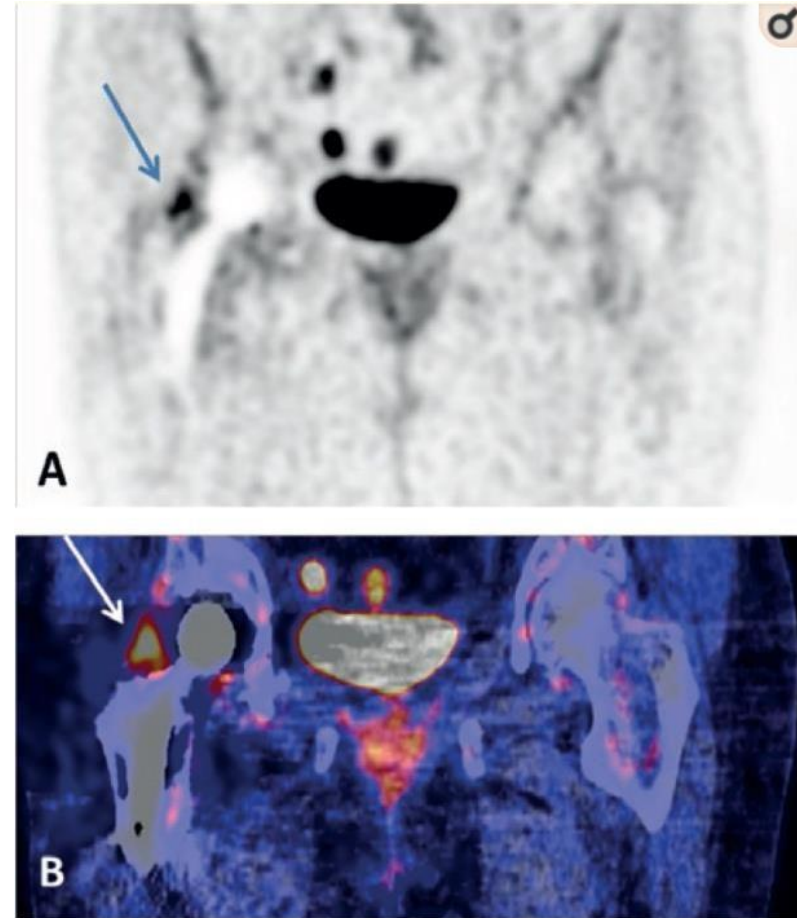
Bonne sensibilité mais beaucoup de faux positifs (granulome inflammatoire ++) et donc une plus faible spécificité

*Consensus document for the diagnosis of prosthetic joint infections:
a joint paper by the EANM, EBJIS, and ESR (with ESCMID endorsement)
EJNM. 2019 Alberto Signore et al,2019*

TEP FDG et infection de prothèse

Fixations physiologiques

- ▶ Durée de fixation physiologique non connue (1,2)
- ▶ Fixation physiologique en général au niveau du « col » de la prothèse (3,4).
- ▶ Pas de fixation au niveau des tissus mous adjacents (5)
- ▶ Critères d'interprétation (cf. infra)



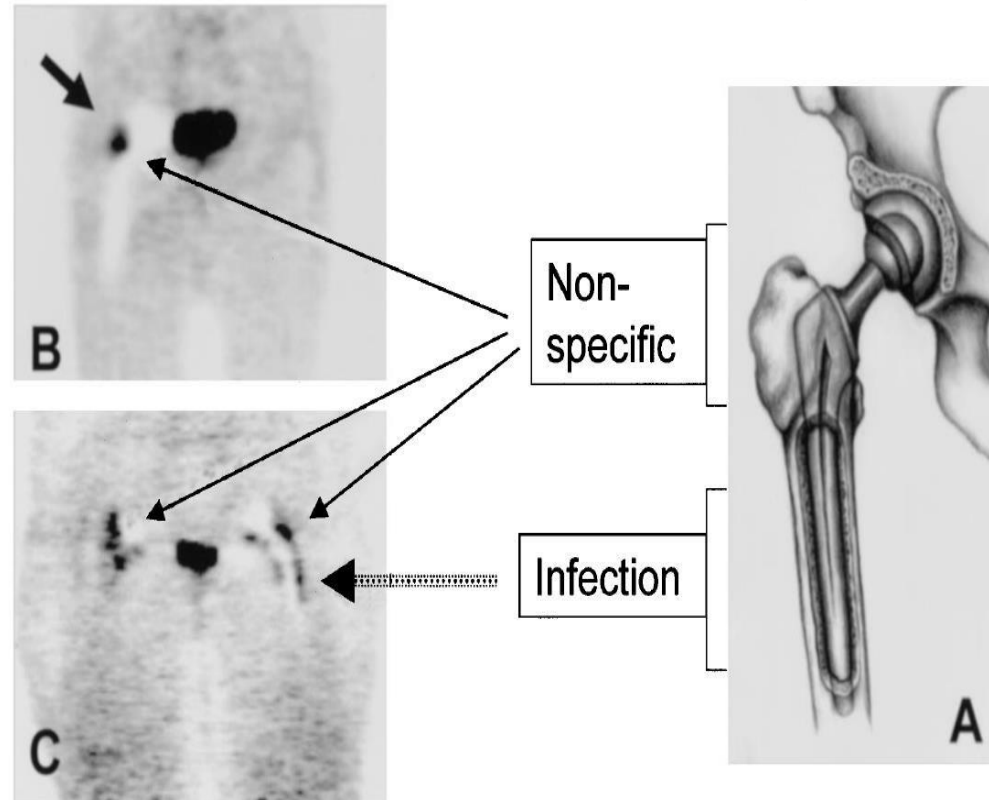
- 1.The implications of ^{18}F -FDG PET for the diagnosis of endoprosthetic loosening and infection in hip and knee arthroplasty: results from a prospective, blinded study. Love et al 2006
- 2.The accuracy of imaging techniques in the assessment of periprosthetic hip infection: a systematic review and meta-analysis. Gludemans et al. 2013
- 3.Persistent non-specific FDG uptake on PET imaging following hip arthroplasty. Zhuang et al. 2002
- 4.The value of ^{18}F -FDG-PET for the detection of infected hip prosthesis. Vanquickenborne et al. 2003
5. ^{18}F -FDG-PET uptake in non-infected total hip prostheses. Gelderman et al. 2018

Critères d'interprétation TEP FDG

Importance de la **localisation**
du foyer hyperfixant

► Aspécifique:
Col et tête fémorale

► Infection :
Interface os/ tige fémorale
Fixation des tissus mous +++



The importance of the location of fluorodeoxyglucose uptake in periprosthetic infection in painful hip prostheses, Chacko et al, 2002
Persistent non-specific FDG uptake on PET imaging following hip arthroplasty, Hongming Zhuang et al, 2002
Added value of 18F-FDG PET/CT in diagnosing infected hip prosthesis. Kwee et al. 2017

Autre classification : REINARTZ (moins utilisée)

466

P. REINARTZ, T. MUMME, B. HERMANN, U. CREMERIUS, D. C. WIRTZ, W. M. SCHAEFER, E.-U. NIETHARD, U. BUELL

Table I. Patterns of PET⁺ findings and their clinical correlates in patients with a THA

Pattern	Description	Clinical correlation
1	No increased uptake of FDG [†] in the prosthesis-tissue interface	No loosening
2	Increased uptake of FDG in the area of the femoral neck	
3a	Increased uptake of FDG in the area of the femoral neck and in parts of the prosthesis-bone interface of the acetabular cup without covering the whole cup	
3b	Increased uptake of FDG in the area of the femoral neck and in parts of the prosthesis-bone interface of the proximal stem	
3c	Pattern 3a and 3b	Loosening
4a	Increased uptake of FDG in the area of the femoral neck and in the whole prosthesis-bone interface of the acetabular cup	
4b	Increased uptake of FDG in the area of the femoral neck and in wide parts of the prosthesis-bone interface of the stem	
4c	Pattern 4a and 4b	Infection
5	Uptake of FDG in the periprosthetic soft tissue	

PET, positron-emission tomography
†FDG, ¹⁸F-fluorodeoxyglucose

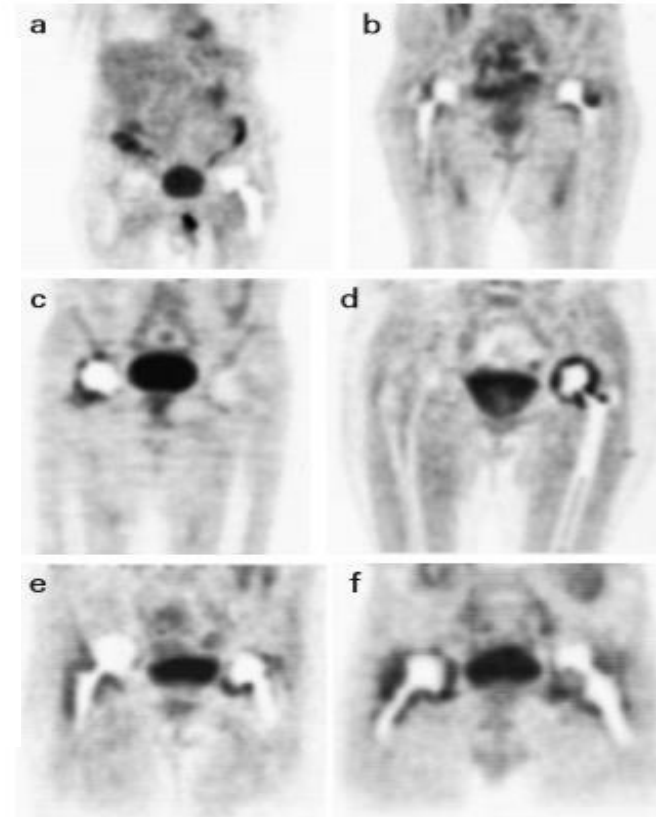
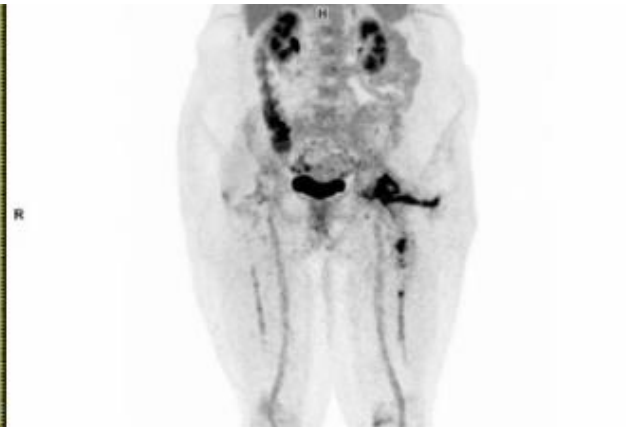


Fig. 1

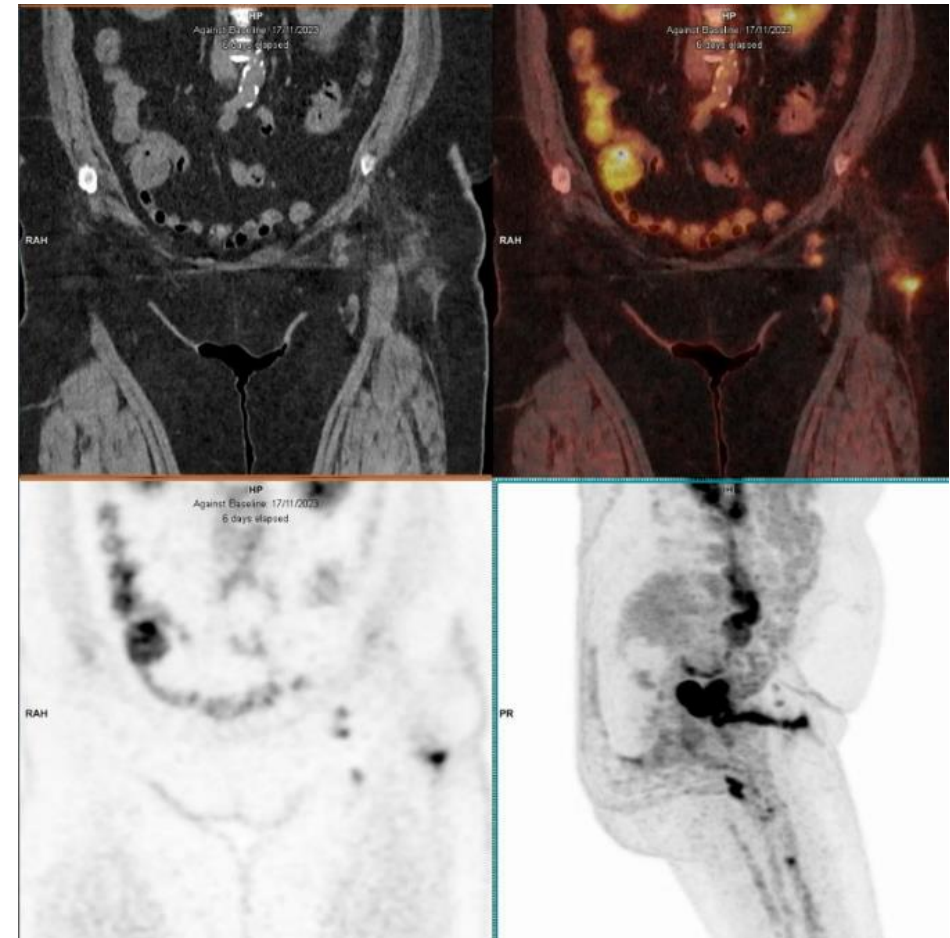
Typical patterns (see Table I) for PET (coronal slices, anterior view) showing: a) left hip, pattern 1, no loosening; b) both hips, pattern 2, no loosening; c) right hip, pattern 3a, no loosening; d) left hip, pattern 4a, loosening of the cup; e) right hip, pattern 4b, loosening of the stem; left hip, pattern 3a, no loosening; and f) both hips, pattern 5, infection and loosening of the right acetabular component.



Sémiologie FDG extra-osseuse

Atteinte tissus mous et fistule de décharge

Adénopathies de drainage



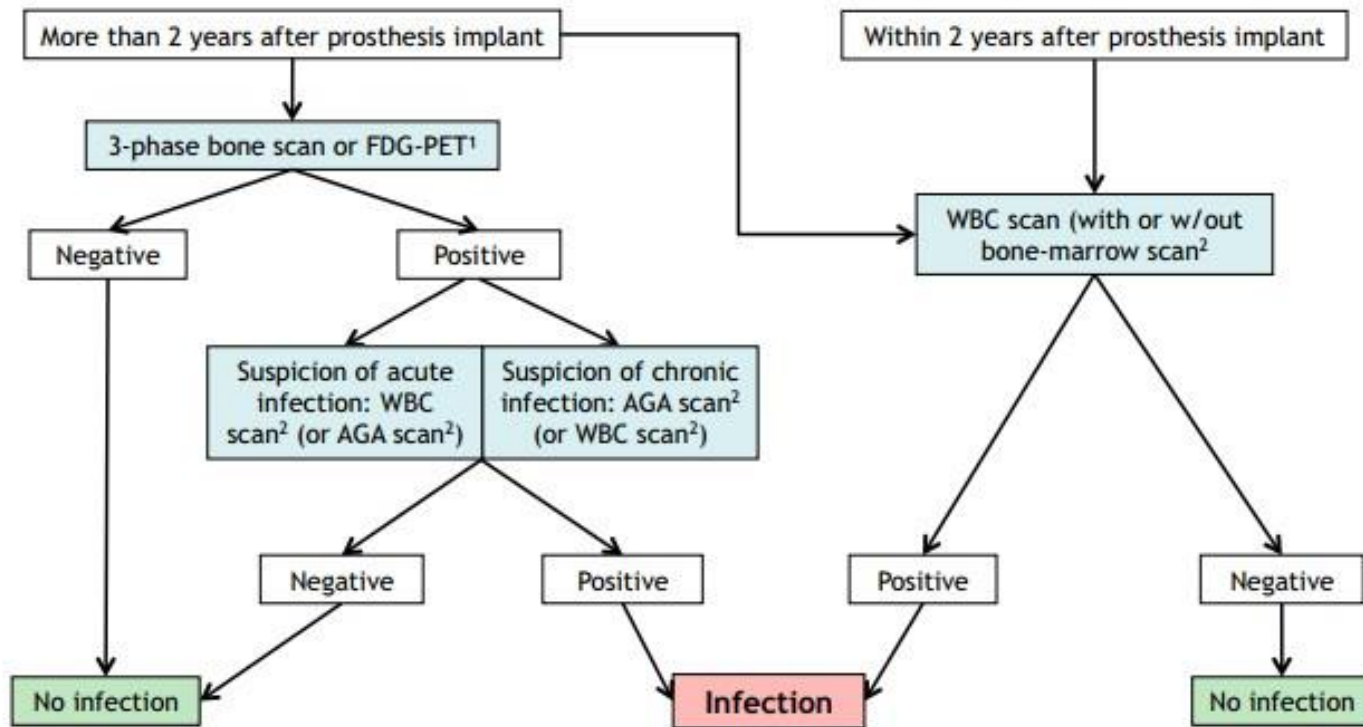


Fig. 2 The suggested path to undertake when nuclear medicine procedures are considered for suspicion of a PJI, based on published evidence and expert opinion. Initial stratification is based on time after implant (more or less than 2 years). This is particularly true for hip and shoulder prostheses, but knee prosthesis may require up to 5 years post-implant to reduce physiological inflammation. Some differences may also depend on the type of prosthesis (cemented or not), with cemented prostheses having a shorter post-implant time for physiological inflammatory reaction. ¹FDG-PET has higher sensitivity than specificity, mainly because of false-positive inflammatory uptake in the case of aseptic loosening and/or recent surgery. This is why it is better to exclude an infective

process in chronic painful joints. Nevertheless, despite the lack of standardized image interpretation criteria available, FDG-PET has also been proposed in early acute phases of infections. ²WBC scan has higher sensitivity and specificity than AGA scan, FDG-PET, and MRI, and is preferred when available and indicated for the patient. The methodology for these nuclear medicine scans is extremely important (usually by acquiring three sets of images corrected for isotope decay), and we refer to the procedural guidelines published by the EANM Committee on Infection/Inflammation. It can be combined with bone marrow scintigraphy to further increase specificity

Conclusion IOA et médecine nucléaire

Scintigraphie osseuse

Souvent à réaliser en première intention ++ pour le squelette périphérique ou charnière (hanches)

Si Douleur ++: permet des diagnostics différentiels (tendinites, exostose, fracture, arthrose...)

Permet de confirmer un descellement ou une complication sur matériel

Temps précoce positif (SPECT-CT low dose)

Temps tardif positif (SPECT-CT diagnostic)

Se ++ et VPN ++

Faux positifs si prothèse ou chirurgie récente (<2ans PTH, <5 ans PTG)

Leucocytes marqués = gold standard, Spécificité (++PNN)

- Difficile d'accès

- Performance dépend du contexte clinique+++:

 - Aigue/chronique,

 - type de germe (fongique, intracellulaire, immunité cellulaire),

 - chimiotactisme (ATB/CTC), immunocompétence (> 2 G/L)

 - virulence/bas bruit,

 - vascularisation (biofilm, micro/macrocirculation, abcès...)

- Performance augmentée avec **SPECT-CT** et **scintigraphie médullaire**

- Manque de sensibilité** (décevante si leucocytose x CRP basse, IAO chronique ou à bas bruit, PTH)

Conclusion IOA et médecine nucléaire

TEP-FDG:

Sensibilité ++, VPN ++

Faux positifs (inflammation, granulomes, prothèse récente (<2ans PTH, <5 ans PTG)

Amélioration des critères d'interprétation (localisation) et Spé avec CT et données cliniques

TEP-FDG

++ pour les infections du squelette axial et PTH

++ pour éliminer infection chronique à bas bruit

++ pour confirmer l'infection osseuse si atteinte tissulaire (ex fistulisation, abcès...)

Possible pour le suivi

Imagerie hybride apport du scanner:

Gain de spécificité, sémiologie radiologique

Localisation os/tissus

Optimisation (CT diagnostic vs low dose, MAR contre les artéfacts)

Stratégies diagnostiques

Selon consensus, disponibilité

Sinon bien formuler la question (+ données cliniques pertinentes) => meilleur choix de l'imagerie fonctionnelle et du protocole le plus adapté

Références

Clinical indications, image acquisition and data interpretation for white blood cells and anti-granulocyte monoclonal antibody scintigraphy: an EANM procedural guideline. A. Signore et al, EJNMMI (2018),

The role of imaging techniques to define a peri-prosthetic hip and knee joint infection: multidisciplinary consensus statements. C.L.Romano et al, Journal of Clinical Medicine (2020)

Guide du bon usage de la TDM en médecine nucléaire. GT radioprotection SFMN (2018)

Consensus document for the diagnosis of prosthetic joint infections: a joint paper by the EANM, EBJIS, and ESR (with ESCMID endorsement) Alberto Signore et al: EJNM. 2019

Added value of 18F-FDG PET/CT in diagnosing infected hip prosthesis. Kwee et al. 2017

Nuclear medicine imaging of bone infections C. Love, C.J. Palestro / Clinical Radiology 71 (2016)

Radionuclide Imaging of Musculoskeletal Infection: A Review Christopher J. Palestro JNM (2016)