

Guide pour la rédaction de protocole pour la scintigraphie osseuse

Rédaction : Société Française de Médecine Nucléaire et Imagerie Moléculaire (SFMN)
Version : 2.0

Date de dernière mise à jour: 13 septembre 2012

Responsable de la rédaction: Frédéric Paycha

Membres du groupe de rédaction: Frédéric Paycha, Astrid Girma, Philippe Granier, Emmanuelle Barré, Pierre Malick Koulibaly, Claire Bruna-Muraille

Membres du comité de validation : A. Afartout, G. Bonardel, M. Bourguignon, F. Brunotte, C. Gibold de la Souchère, T. Jacob, F. Moati, Y. Petegnief, A. Prigent, JP Vuillez.

Date de la ratification par le Conseil d'Administration de la SFMN : 13/09/2012

Adresse internet où le guide peut être chargé : www.sfmn.org

But du guide : aider les responsables et le personnel des services de médecine nucléaire français à rédiger les protocoles et modes opératoires de réalisation des examens en conformité avec les directives EURATOM en particulier 97/43, le code de la santé publique, la jurisprudence française sur l'information des patients, les recommandations des groupes de travail français, européens et nord-américains, le résumé des caractéristiques des produits (RCP) validés par l'Union Européenne et repris dans la notice pour l'utilisateur distribuée par le fabricant avec chaque médicament radiopharmaceutique disposant d'une AMM.

Mise en garde :

Le guide est destiné aux seuls spécialistes de médecine nucléaire. Les recommandations qu'il contient peuvent ne pas s'appliquer au cas particulier de chaque patient. La Société Française de Médecine Nucléaire et Imagerie Moléculaire décline toute responsabilité quant aux conséquences d'erreurs qui se seraient glissées dans la reproduction ou la transformation de ce document.

I - INFORMATIONS ET DEFINITIONS PREALABLES

A. Principe et intérêt de l'examen

La scintigraphie osseuse est un examen d'imagerie diagnostique qui étudie la distribution d'un traceur radioactif au niveau du squelette. Après injection intraveineuse, différentes molécules phosphatées marquées par le technétium 99m se fixent sur le squelette au prorata du débit sanguin local et de l'activité de remodelage osseux (dépendant de l'activité ostéoblaste-ostéoclaste). Le traceur non fixé par l'os est éliminé par voie urinaire. La plupart des atteintes osseuses, qu'elles soient infectieuses, traumatiques, tumorales ou autres s'accompagnent d'une hypervascularisation et d'une accélération du remodelage osseux local. Cette réaction osseuse de voisinage se traduit sur l'image du squelette, par un foyer d'hyperfixation du traceur radioactif. L'intérêt principal de l'examen réside dans la précocité et l'intensité des modifications métaboliques décelables par la scintigraphie osseuse souvent plusieurs

semaines avant que n'apparaisse une image radiologique, il réside également dans le fait que l'examen explore l'ensemble du squelette pour un coût dosimétrique relativement modeste.

B. Définitions

- Scintigraphie corps entier : examen fournissant des images en vue antérieure et postérieure de la projection plane du squelette axial et des membres. Cet examen peut être complété par des vues localisées si nécessaire.
- Scintigraphie osseuse localisée : acquisition de l'image centrée sur une région localisée du squelette.
- Tomoscintigraphie par émission monophotonique (TEMP) osseuse : enregistrement tomographique qui permet d'étudier la distribution tridimensionnelle du radiopharmaceutique osseux.
- TEMP/TDM : enregistrement tomographique immédiatement enchaînée par une acquisition tomodensitométrique à partir d'une TDM *low dose* embarquée.
- Scintigraphie en plusieurs temps : peuvent être réalisées des images de l'arrivée vasculaire du radiopharmaceutique sur une zone donnée du squelette dans les secondes suivant l'injection intraveineuse. L'étude de la distribution tissulaire du radiopharmaceutique sera conduite sur la zone intéressée dans les dix premières minutes suivant l'injection. Les images tardives, qu'elles soient corps entier et/ou limitées à certaines zones du squelette, et/ou tomographiques, sont habituellement acquises entre 2 et 5 heures après l'injection du radiopharmaceutique. Il peut, dans certains cas, être utile d'y adjoindre des images obtenues plus tardivement, éventuellement jusqu'à la 24^{ème} heure.

II – INDICATIONS:

Les indications de la scintigraphie osseuse reposent soit sur des essais avec répartition aléatoire des sujets, méta-analyses, passages en revue systématiques, soit sur des travaux d'expérimentation ou d'observation fiables, soit encore sur d'autres éléments probants, lorsque les conseils se fondent sur des avis d'experts et sont validés par des instances faisant autorité.

Les indications de la scintigraphie osseuse sont multiples et peuvent être classées en trois catégories différentes (liste non exhaustive) :

1. La scintigraphie osseuse est indiquée en cas de pathologie osseuse avérée ou suspectée:

Le tableau I situé en annexe D à la fin du document répertorie de manière générale les principales indications de la scintigraphie osseuse dans les diverses situations cliniques intéressant:

- l'oncologie
- la rhumatologie
- les infections ostéo-articulaires
- la traumatologie du sport
- les ostéopathies métaboliques
- l'orthopédie
- la pédiatrie.

Les indications spécifiques de chacune des sous-catégories de ce tableau concernant la réalisation ou non d'une scintigraphie osseuse dépendent du contexte et de la question clinique

posée, des résultats des autres examens paracliniques et font l'objet de recommandations particulières constamment évolutives édictées par les autorités et agences sanitaires ou les sociétés savantes.

2. La scintigraphie osseuse est parfois indiquée pour explorer une symptomatologie clinique qui n'oriente pas vers un diagnostic préalable:

2.1 Douleurs musculo-squelettiques subaiguës ou chroniques inexplicées à l'examen clinique et à radiographies normales (arthralgies, monoarthrite, oligoarthrite, polyarthrite, douleur osseuse localisée ou à type de polyalgie, rachialgie,...)

2.2. Exploration d'une anomalie paraclinique (anomalie radiologique localisée ou diffuse, anomalie biologique du métabolisme phospho-calcique)

3. La scintigraphie osseuse est parfois indiquée pour une évaluation métabolique avant décision thérapeutique :

3.1. Evaluation du remodelage osseux avant radiothérapie vectorisée participant au traitement palliatif de métastases ostéo-médullaires hyperalgiques

3.2. Evaluation de l'activité d'arthropathies avant synoviorthèse ou avant infiltration par corticoïdes d'un syndrome facétoire

3.3. Evaluation de l'activité ostéoblastique d'une maladie de Paget avant institution d'un traitement par bisphosphonates

3.4. Evaluation d'un tassement vertébral bénin ou malin avant vertébroplastie ou kyphoplastie

Les non indications et indications restreintes sont représentées par :

1. Les lésions osseuses à traduction scintigraphique très inconstante (plasmocytome, myélome multiple, chordome, sarcome d'Ewing...).
2. Les lésions osseuses bénignes et incidentalomes lorsque bien caractérisés en imagerie radiologique (îlot condensant bénin, hémangiome non compliqué, ostéose iliaque condensante, cortical defect et fibrome non ossifiant, enchondrome asymptomatique d'un os long, maladie de Paget asymptomatique, ...).
3. Les arthropathies dégénératives symptomatiques bien caractérisées en imagerie radiologique, dûment identifiées à l'origine du syndrome douloureux par un examen clinique bien conduit.

III - CONTRE-INDICATIONS

Grossesse

En post-partum, l'allaitement doit être interrompu durant les 24 h suivant l'injection intraveineuse du radiopharmaceutique.

IV - REALISATION DE L'EXAMEN

A. Informations souhaitables pour un examen de qualité

L'interprétation de l'examen nécessite l'intégration d'un certain nombre d'informations. L'interrogatoire doit recueillir et analyser le motif de l'examen, les symptômes cliniques, les antécédents médico-chirurgicaux et les traitements susceptibles de modifier les résultats de la scintigraphie (bisphosphonates, corticothérapie, AINS, chimiothérapie, radiothérapie...). On tiendra compte des données de l'examen clinique, des résultats des examens biologiques (inflammation, bilan phosphocalcique, marqueurs tumoraux, électrophorèse des protéines...) et des résultats des éventuels examens d'imagerie morphologique (radiographies, TDM, IRM, échographie) ou métabolique (scintigraphie osseuse, TEP). Pour le patient hospitalisé, ces informations doivent être consignées sur une fiche de prescription de scintigraphie osseuse rédigée par le service de médecine nucléaire et validée par les principaux services cliniques demandeurs.

B. Information et préparation du patient

Dès la prise de rendez vous, il est souhaitable que le patient soit informé de la durée et du déroulement de l'examen et de la possibilité de manger et de boire avant l'examen. Pour les patients externes, il leur sera demandé de prendre avec eux leur ordonnance, la lettre du médecin, leur carte vitale et de mutuelle. Ils devront emmener également les examens déjà réalisés (biologiques, radiologiques et isotopiques).

Dans le service une fiche d'information et/ou un affichage dans la salle d'attente, doit être disponible. La fiche d'information peut également être accessible sur le site web du service ou de l'institution.

Les patientes doivent être informées de la nécessité de signaler une grossesse, un retard de règle ou un allaitement éventuel.

Le patient est informé du déroulement de l'examen en tenant compte de son problème clinique (scintigraphie en plusieurs temps, TEMP/TDM).

Le médecin nucléaire doit lui expliquer l'objectif de l'examen et les bénéfices escomptés et répondre à ses questions éventuelles.

C. Précautions

Mises en garde

- Femme en âge de procréer : il est nécessaire de vérifier l'absence de grossesse.
- Allaitement : arrêt durant 24 heures. Pendant cette période, le lait doit être tiré et jeté.

Interférences médicamenteuses possibles [tableau II]:

Médicament susceptible d'interférer	Répercussion sur l'image
Aluminium	Fixation osseuse réduite, fixation hépatique diffuse, rétention rénale augmentée
Corticothérapie	Fixation osseuse réduite, Fixation réduite des foyers de fracture
Fer	Rétention rénale augmentée, hyperfixation aux sites d'intra-musculaires, hyperfixation hépatique diffuse
Chimiothérapie néphrotoxique	Rétention rénale augmentée
Bisphosphonates	Fixation osseuse réduite

Bicalutamide, œstrogènes (hormonothérapie du cancer de la prostate)	Fixation mammaire augmentée sur gynécomastie
Nifédipine	Fixation osseuse réduite
Méthotrexate	Fixation hépatique diffuse
Facteurs de croissance hématopoïétique recombinants humains	Fixation rachidienne augmentée, renforcement possible de l'activité du squelette appendiculaire
Dénosumab	Fixation osseuse réduite

Tableau II : Tableau résumant les principaux médicaments pouvant interférer sur la qualité de l'image scintigraphique.

D. Le radiopharmaceutique

Caractéristiques physiques du radionucléide utilisé

Le technétium 99m décroît par transition isomérique avec une période de 6,02 heures pour donner naissance au technétium 99. Le rayonnement émis est un rayonnement gamma de 140,5 keV.

Caractéristiques des molécules vectrices utilisées

Les molécules utilisées pour la réalisation de scintigraphies osseuses sont des bisphosphonates, l'hydroxyméthylène diphosphonate (HMDP ou HDP) et le 2,3 dicarboxypropane 1,1 diphosphonate (DPD)¹.

Pharmacocinétique: après injection intraveineuse, la clairance plasmatique des bisphosphonates est de type biexponentielle liée à la captation osseuse et à l'élimination urinaire du radiopharmaceutique. Quatre heures après injection, de l'ordre de 60% de la quantité injectée est fixée sur le squelette, 34% est éliminée par les urines, 6% reste en circulation.

Mécanismes de fixation : les radiobisphosphonates injectés sont adsorbés à la surface des cristaux d'hydroxy-apatite au prorata de la vascularisation osseuse et de l'activité ostéoblastique locale.

Préparation du radiopharmaceutique

Les deux bisphosphonates cités ci-dessus sont disponibles commercialement sous forme de flacons stériles, apyrogènes, prêts au marquage par le 99mTc. La préparation est faite conformément aux recommandations du fabricant (RCP).

Durée et conditions de conservation assurant sa stabilité

Les flacons comportant le lyophilisat stérile, apyrogène, doivent être conservés soit entre 4 et 8°C (Osteocis[®]) soit à température ambiante (Teceos[®], Technescan HDP[®]), ils sont utilisables jusqu'à la date de péremption du lot (1 à 2 ans après la date de fabrication). Après marquage,

¹ Le méthylène diphosphonate (MDP) n'est plus disponible en France à la date de la mise à jour du guide (juillet 2012)

la préparation, conservée soit entre 4 et 8°C (Ostéocis[®], Technescan HDP[®]) soit à température ambiante (Téceos[®]) est stable 8 heures.

Contrôle de qualité

Il doit se conformer aux recommandations de la notice du fabricant (RCP, méthode par chromatographie sur couche mince).

Activité injectée, mode d'administration et données dosimétriques

L'activité habituellement administrée est de 8 à 10 MBq/kg chez l'adulte.

Dans certains cas particuliers (obésité, maigreur extrême), l'activité injectée peut sortir des limites recommandées, mais elle doit rester le plus proche possible des limites conseillées. On peut également jouer sur la vitesse de balayage et le délai entre l'injection et l'acquisition pour optimiser les images.

Chez l'enfant, les recommandations de l'EANM proposent une activité de base par radiopharmaceutique de 35,0 MBq pour le ^{99m}Tc-bisphosphonate (avec une activité minimum de 40 MBq). Cette activité de base doit être pondérée en fonction de la classe du radiopharmaceutique (classe B) et du poids de l'enfant. [Tableau III]

Doses pédiatriques scintigraphie osseuse en fonction du poids (d'après recommandation EANM 2007)			
Poids (Kg)	Activité à injecter (MBq)	Poids (Kg)	Activité à injecter (MBq)
3	40	32	255
4	40	34	270
6	60	36	280
8	75	38	295
10	95	40	310
12	110	42	320
14	125	44	335
16	140	46	350
18	155	48	360
20	170	50	375
22	185	52-54	395
24	200	56-58	420
26	215	60-62	445
28	225	64-66	470
30	240	68	490

Tableau III : Doses pédiatriques calculées selon les recommandations EANM.2007

Mode d'administration : voie intraveineuse.

La dose reçue par le patient est donnée par le tableau ci-dessous, extrait du rapport "Dosimétrie des explorations diagnostiques en Médecine Nucléaire" de la Société Française de Physique Médicale.

Radiobisphosphonates (^{99m}Tc-HMDP)						
Injection intra-veineuse						
Dose absorbée par unité d'activité administrée						
(μGy/MBq)						
Organes	Homme	femme	15 ans	10 ans	5 ans	1 an
Surfaces osseuses	63	82	82	130	220	530
Paroi vésicale	48	60	60	88	73	130
Moelle osseuse	9,2	10	10	17	33	67
Ovaires		4,6	4,6	6,6	7,0	12
Testicules	2,4		3,3	5,5	5,8	11
Utérus		7,6	7,6	12	11	18
Dose efficace (μSv/MBq)	5,8	7,1	7,1	11	14	27

Traçabilité des informations réglementaires

La traçabilité des informations suit la législation en vigueur.

E. Interventions

Type d'intervention : aucune

Surveillance et mesures de sécurité : aucune

F. Acquisition de l'examen

F.1. Contrôle de qualité de la gamma-caméra

Voir procédure et mode opératoire correspondant.

Les acquisitions planaires (précoces et tardives) et le balayage osseux corps entier sont réalisés sur une caméra dotée de collimateurs basse énergie, haute résolution à géométrie parallèle. La fenêtre spectrométrique d'acquisition est centrée sur le pic d'absorption totale du ^{99m}Tc (140 keV) et sa largeur est en général de nos jours fixée à 15%

F.2. Acquisition des images scintigraphiques

1. Acquisitions planaires et corps entier

Arrivée vasculaire : la caméra est placée en regard de la zone à étudier. L'acquisition dynamique de 30 à 60 images, de format 64x64 ou 128x128, de 1 à 2 secondes chacune, débute dès l'injection intraveineuse du radiobisphosphonate.

Acquisitions planaires précoces et tardives : centrées sur une ou plusieurs région(s) anatomique(s), réalisant des incidences anatomiques et des incidences orthogonales.

Les images précoces sont réalisées entre 1 et 10 minutes après l'injection intraveineuse du bisphosphonate marqué au ^{99m}Tc, avec un temps d'acquisition de 3 à 5 minutes chacun et un format de 128x128 ou 256x256.

Les images tardives sont habituellement acquises 2 à 5 heures après l'injection du radiobisphosphonate, en pré-temps (4-10 minutes) ou en pré-coups, avec un format 128x128 ou 256x256. En pré-coups, un minimum de 700 à 1000 000 coups pour le squelette thoraco-abdomino-pelvien, 250 à 400 000 coups pour les articulations intermédiaires et le crâne et 150 à 250 000 coups pour les articulations distales est recommandé.

Un collimateur sténopéique (*pinhole*) peut être utilisé pour compléter l'examen par la réalisation de vues planaires localisées de haute résolution sur une zone de petite taille, chez le nourrisson et l'enfant.

L'acquisition est de 50 à 100 000 coups par image.

L'acquisition scintigraphique de balayage corps entier est systématique dans les indications oncologiques et également non oncologiques. En effet, elle permet de détecter des sites lésionnels cliniquement latents. Elle est recommandée y compris lorsque la scintigraphie est demandée pour une pathologie osseuse ou articulaire a priori unifocale bénigne.

Habituellement, la vitesse de balayage recommandée est de 25 à 30 cm/min au temps précoce (le cas échéant) et de 10 à 15 cm/min au temps tardif, la matrice d'acquisition est au format 1024x256 ou 2048x512.

Les images de balayage corps entier peuvent être traitées par un filtrage à adaptation spatiale de façon à améliorer le coefficient de variation pixel par pixel.

Chez l'enfant, des clichés planaires multiples sont plus communément réalisés que le balayage corps entier.

Images hypertardives : des images plus tardives, acquises entre 6 et 24 heures après injection, peuvent être utiles en cas de pathologie néphro-urologique à l'origine d'une visualisation médiocre du squelette en totalité (insuffisance rénale) ou pour une région anatomique donnée (rétention vésicale), chez les patient âgés à métabolisme osseux fréquemment ralenti et/ou perturbé (ostéoporose, ostéomalacie).

Le but est ici généralement d'identifier une fissure de fatigue par insuffisance osseuses, une ostéite ou une ostéomyélite ou encore une métastase osseuse.

Les images planaires ne requièrent pas de traitement particulier. Il faut noter que la visualisation attentive des images numériques acquises par les caméras informatisées actuelles permet d'explorer toute la gamme des contrastes et améliore beaucoup l'apport diagnostique de l'examen. Elle permet en outre de choisir le contraste optimum pour l'impression des images qui sont adressées au correspondant clinicien. Elles peuvent faire l'objet d'une quantification relative de l'activité de certaines zones.

2. Acquisitions TEMP et TEMP/TDM

La TEMP/TDM peut compléter l'examen corps entier. Elle précise la localisation des images anormales et amplifie le contraste.

L'acquisition TEMP/TDM est réalisée avec une caméra hybride TEMP/TDM combinant une gamma-caméra et un scanner spiralé multicoups (actuellement, n = 1, 2, 6 ou 16).

Le protocole d'acquisition est fonction du type de machine.

En TEMP il est en général de 60 ou 64 directions de projection sur 360°, de 10 à 30 secondes chacune. La matrice d'acquisition est au format 128 x 128.

Les reconstructions sont réalisées à l'aide d'un algorithme itératif OSEM (*Ordered Subset Expectation Maximisation*) incluant classiquement les corrections de l'atténuation et de la diffusion Compton et de nos jours, celle de la réponse spatiale du détecteur (PSF). Les paramètres utilisés varient d'un service à un autre mais ils doivent permettre d'obtenir une bonne résolution des structures dans l'image tout en modérant l'influence du bruit (présence d'un post-filtrage).

Il faut typiquement de l'ordre de 3 à 5 itérations et de 8 à 10 sous-ensembles. Le post-filtrage est réalisé soit avec un filtre spatial gaussien (largeur à mi-hauteur de 4 à 10 mm), soit avec un filtre Butterworth (paramètres classiques = 10/0,5).

Paramètres relevés chez les 3 principaux constructeurs de caméra hybride :

Constructeur	General Electric		Philips		Siemens	
Algorithme de reconstruction	OSEM 3D		OSEM 3D		OSEM 3D	
Correction d'atténuation et de diffusion	Oui		Oui		Oui	
Logiciel de correction de la PSF	Evolution		Astonish		Flash 3D	
Combinaison relevée	Itérations	3	Itérations	3	Itérations	5
	Sous-ensembles	10	Sous-ensembles	10	Sous-ensembles	8
	Post-filtrage	Butterworth (10/0,5)	Post-filtrage	Hanning (seuil 1,73)	Post-filtrage	Gaussien 4 mm

La TDM est réalisée immédiatement après l'acquisition TEMP. La matrice d'acquisition est au format 512x512, la tension appliquée est typiquement de 120 ou 130 kV et la charge nominale varie, en fonction de la localisation anatomique étudiée et du logiciel de réduction de dose utilisé, de 50 à 200 mAs. Le pas de l'hélice (pitch) peut varier de 1 à 2 et l'épaisseur de coupe est en général de 1,25 mm pour les extrémités et de 2 ou 3 mm pour le rachis. On obtient au final des coupes jointives, après reconstruction à l'aide d'un filtre « dur », haute résolution.

L'acquisition TEMP/TDM peut être appliquée à un champ de vue (FOV) unique, couvrant habituellement une région anatomique de hauteur de 40 cm, ou à plusieurs (2 ou 3) FOV, contigus ou non.

3. Indications des différentes techniques d'exploration

Scintigraphie planaire en plusieurs temps : exploration des diverses pathologies infectieuses, inflammatoires, traumatiques, tumorales, ou des syndromes douloureux touchant en particulier les membres.

Scintigraphie osseuse corps entier : systématique en oncologie et très souvent réalisée dans les autres circonstances.

Pinhole (collimateur sténopéique) : acquisition réservée préférentiellement à l'exploration chez l'enfant, et tout particulièrement à l'étude des hanches (ostéochondrite).

TEMP/TDM : exploration des lésions litigieuses en scintigraphie osseuse planaire ou des syndromes douloureux focalisés sans anomalie sur la scintigraphie osseuse planaire, tout particulièrement lors du bilan d'extension d'une néoplasie ostéophile. La technique est également indiquée pour analyser de multiples lésions litigieuses axiales ou périphériques non néoplasiques.

Les indications de la TEMP/TDM sont très larges en pratique quotidienne (liste non limitative) :

- En cancérologie, elle est facilement réalisée lorsque la scintigraphie osseuse planaire est anormale,
- Suspicion de lésions traumatiques ou microtraumatiques axiales ou périphériques
- Exploration des lésions des petits os du carpe et du tarse, tout particulièrement dans un contexte traumatique
- Suspicion d'ostéome ostéoïde axial ou périphérique
- Exploration des lésions rachidiennes et des sacro-iliaques dans les rhumatismes inflammatoires
- Diagnostic des ostéonécroses et des infarctus osseux
- Diagnostic des lésions infectieuses à type d'ostéomyélite et de spondylodiscites (en association avec l'imagerie de l'infection)
- Diagnostic des tendinopathies
- Evaluation des prothèses douloureuses
- Evaluation des douleurs résiduelles après une chirurgie orthopédique axiale ou périphérique
- Exploration des lésions tumorales et pseudo-tumorales
- Exploration d'une pathologie extra-osseuse ou d'une fixation extra-osseuse

H. Interprétation des images

L'interprétation des images nécessite la parfaite connaissance de la distribution normale du radiobisphosphonate. Une attention particulière doit être apportée sur le principe de symétrie et le caractère homogène de la fixation. Une évaluation de la qualité de la scintigraphie doit être réalisée avant de débiter l'interprétation. [Figure 1].

L'examen permet d'objectiver des images d'hyperfixation osseuse diffuses ou focalisées du radiobisphosphonate, par rapport au tissu osseux voisin ou controlatéral. Il permet de noter la taille, la forme, le siège et le nombre d'images anormales, l'intensité de leur hyperfixation.

Dans certaines lésions osseuses ostéolytiques, on peut observer des images d'hypofixation éventuellement bordées par une zone d'hyperfixation périphérique.

La régression des anomalies scintigraphiques se déroule sur de longues périodes, traduisant la lenteur des processus de cicatrisation osseuse qui s'étalent sur plusieurs mois ; il est donc, le plus souvent, inutile de répéter l'examen scintigraphique avant 4 à 6 mois.

L'augmentation et l'apparition de foyers d'hyperfixation osseux entre deux examens réalisés dans un intervalle de moins de 6 mois peuvent indiquer une progression de la maladie mais peuvent également traduire un phénomène d'embrasement thérapeutique (*flare phenomenon*).

L'examen prend en compte les images rénales et urinaires ainsi que d'éventuelles fixations diffuses ou focales par les tissus mous. Une augmentation diffuse de la fixation des parties molles peut être due à une interférence médicamenteuse, un marquage défectueux, une insuffisance rénale, une déshydratation ou un intervalle de temps insuffisant entre l'injection et l'acquisition. A l'inverse, une faible ou une absence de fixation du radiobisphosphonate par les parties molles peut être due à un « *super bone scan* » ou à un intervalle allongé entre l'injection et l'imagerie.

L'interprétation des anomalies osseuses et/ou articulaires observées tient compte des données cliniques et paracliniques disponibles.

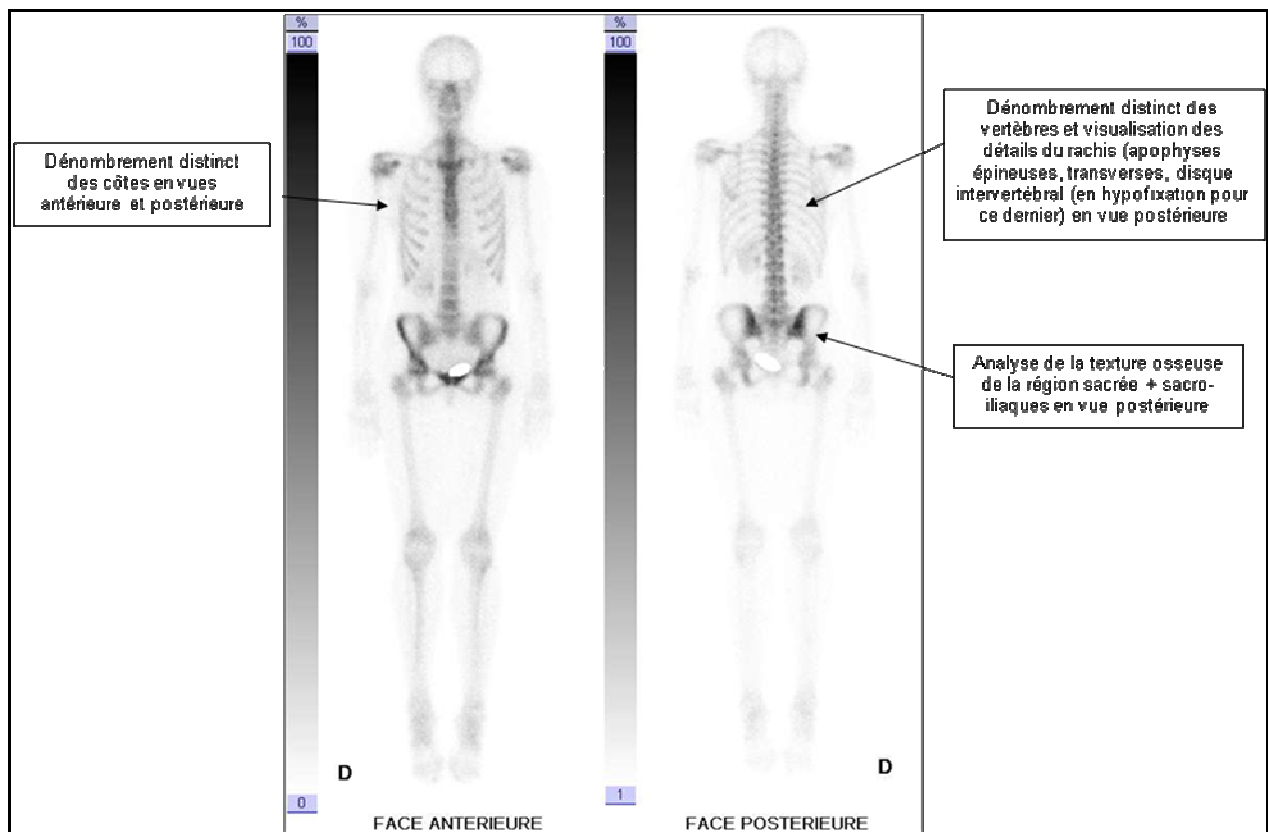


Figure 1 : balayage corps entier normal. Critères scintigraphiques permettant de juger de la qualité et par conséquent de l'interprétabilité d'un cliché de balayage corps entier.

I. Artefacts et sources d'erreur

1. Artefacts

Les artefacts liés à l'atténuation du rayonnement par des pièces métalliques ou ceux dus à des mouvements du patient sont en général évidents. Il en est de même pour ceux liés à l'extravasation du radiopharmaceutique lors de l'injection intraveineuse.

Les artefacts les plus fréquents sont liés à la radioactivité des urines, dans les cas de dilatation, de stase ou de malposition des voies urinaires en particulier après chirurgie urologique, ou à des contaminations lors des mictions.

2. Sources d'erreur

Des hyperfixations focalisées des tissus mous peuvent correspondre à une grande variété d'étiologies [Tableau IV] et peuvent orienter à tort vers des pathologies osseuses en planaire.

Certaines lésions osseuses (myélome, infarctus, ostéonécrose, hémangiome, métastase lytique) peuvent être purement ou majoritairement lytiques et être peu visibles sur la scintigraphie osseuse planaire lorsqu'elles sont de petite taille (< 2 cm).

Ces artefacts et sources d'erreur peuvent cependant être généralement élucidés par une TEMP/TDM complémentaire.

Etiologies d'hyperfixation de groupes musculaires striés
<ul style="list-style-type: none"> • Injections IM répétées de fer • Hématome/nécrose/drépanocytose • Rhabdomyolyse (mécanique, toxique, électrique,...) • Abscessus musculaire • Tumeurs primitives (rhabdomyosarcome, autres sarcomes,...) • Métastases de tumeur solide • Poly(dermato)myosites (nombreuses causes,...) • Insuffisance rénale sévère/hypercalcémie/calcinose tumorale/myélome multiple • Para-ostéo-arthropathie (myosite ossifiante)

Tableau IV : Etiologies d'hyperfixation de groupes musculaires striés

J. Compte rendu d'examen

Le compte rendu de l'examen, doit comporter un certain nombre d'informations :

- un bref résumé qui reprend le motif de l'examen, le contexte clinique, les antécédents médico-chirurgicaux, les résultats des examens biologiques et radiologiques et les principaux traitements à visée, à toxicité ou à interférence ostéo-articulaire.

- des informations techniques, avec le modèle et la date d'installation de la caméra, la DCI du radiobisphosphonate utilisé, l'activité injectée en MBq, la localisation et l'heure de l'injection, l'heure de la reprise du patient, le protocole de l'examen (temps précoces, temps tardifs, imagerie TEMP/TDM) et les incidences réalisées, le Produit Dose Longueur (PDL) et le CTDI volumique en cas de TEMP/TDM

- par ailleurs, sont précisés toute préparation spécifique du patient (antalgiques, anxiolytiques, sonde urinaire...), les éventuels incidents survenus au cours de l'examen et les éventuelles limitations techniques de l'examen.

- une description des différentes séquences de l'examen incluant les acquisitions précoces éventuelles, les clichés tardifs centrés et corps entier.

Lorsqu'une imagerie hybride TEMP/TDM est réalisée, la description des structures ostéo-articulaires porte sur les images TEMP, les images TDM et les images de fusion.

Sont également reportées les anomalies osseuses visibles en TDM seule. Enfin les images pathologiques extra-osseuses cliniquement pertinentes visibles en TDM sont signalées dans le compte rendu.

- une conclusion synthétique qui répond à la question posée par le prescripteur et mentionne les diagnostics associés.

En cas d'aspect scintigraphique ou scano-scintigraphique non spécifique, un ou plusieurs diagnostics sont évoqués en précisant si possible leur degré de fiabilité respectifs.

En cas de doute diagnostique ou de bilan d'extension indispensable, le médecin nucléaire suggère les examens complémentaires à réaliser (biologie, imagerie voire biopsie...)

Si les constatations scintigraphiques et/ou scanographiques engagent le pronostic fonctionnel ou vital du patient, il est de la responsabilité du médecin nucléaire de proposer une prise en charge urgente en liaison avec le médecin prescripteur.

V - PRECAUTIONS DE RADIOPROTECTION

A. Gestion des déchets

L'aiguille ayant servi à l'injection doit être éliminée dans un récupérateur d'aiguilles. Les flacons, seringue d'injection, aiguille, coton, gants ayant servi à l'injection sont stockés en containers plombés jusqu'à décroissance de la radioactivité (cf. procédure de gestion des déchets).

B. Personnel soignant et familles des patients

Les mesures de protection du personnel suivent les recommandations de bonne pratique (sorbones, protèges-seringues, port de gants à la préparation et à l'injection...).

Pour le personnel soignant des services d'hospitalisation, l'exposition est particulièrement faible et aucune donnée n'est disponible permettant de recommander une conduite à tenir particulière en dehors de celles qui visent à limiter la contamination.

Pas de mesures particulières pour la famille du patient.

C. Urines, selles et prélèvements sanguins

Il faut recommander le port de gants jetables pour les soins dans les 24 heures qui suivent l'administration de radiopharmaceutiques technétiés.

Les urines et les selles sont rejetées dans les toilettes.

Les garnitures, sondes urinaires, bouchons doivent être manipulés avec des gants. Les déchetteries hospitalières, n'acceptant que les déchets exempts de radioactivité il est recommandé, pour les patients hospitalisés, de collecter les déchets solides durant 3 jours et de les conserver durant 4 jours aux fins de décroissance.

D. Conduite à tenir en cas d'administration erronée à un patient à qui le radiopharmaceutique n'était pas destiné :

Hydrater abondamment le patient et le faire uriner fréquemment de façon à réduire l'irradiation vésicale et du bassin.

E. Conduite à tenir pour la radioprotection en cas de décès du patient

Pas de mesures particulières.

F. Niveau de référence diagnostique

Le niveau de référence pour un radiopharmaceutique donné est la valeur de l'activité moyenne préconisée pour la ou les indications de l'AMM sauf justification médicale ou technique

(Arrêté du 24 octobre 2011 relatif aux niveaux de référence diagnostiques en radiologie et en médecine nucléaire).

Le tableau ci-après rappelle les derniers NRD établis selon cet arrêté pour la scintigraphie osseuse:

Activité administrée (NRD 2012) MBq					
Pédiatrie					Adulte
3.5 kg	10 kg	20 kg	30 kg	40 kg	700
40	95	170	240	310	

G. Suggestions pour la réduction de la dose absorbée par le patient

Hydratation abondante, mictions fréquentes

VI - PRECAUTIONS VIS A VIS DU RISQUE INFECTIEUX

A. Produits sanguins

Sans objet

B. Prévention des infections nosocomiales

L'injection devra respecter les guides en vigueur dans l'établissement ainsi que les recommandations du CLIN (comité de Lutte Contre les Infections Nosocomiales).

VII - PHARMACOVIGILANCE et MATERIOVIGILANCE

Les effets secondaires ou incidents doivent être déclarés selon la législation en vigueur.

VIII - REFERENCES

Morvan G, Paycha F. Chapitre D. Système locomoteur. Guide du bon usage des examens d'imagerie médicale. Recommandations pour les professionnels de santé. Transposition de la directive européenne 97/43 Euratom. 1^{ère} édition-2005. Editeur: Société Française de Radiologie 20, avenue Rapp 75007 Paris.

Lien Internet où le protocole peut être téléchargé:

www.sfmn.org dernier accès le 09/12/11

Yang DC, Ratani RS, Mittal PK, Chua RS, Pate SM. Radionuclide three-phase whole-body bone imaging. Clin Nucl Med 2002; 27: 419-426.

Hahn K, Fischer S, Colarinha P, Gordon I, Mann M, Piepsz A, Olivier P, Sixt R, van Velzen J. Guidelines for bone scintigraphy in children. Paediatric Committee of the European Association of Nuclear Medicine. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2001; 28: BP42-47

Lien Internet où le protocole peut être téléchargé:

https://www.eanm.org/scientific_info/guidelines/gl_paed_bone_scin.pdf dernier accès le 09/12/11

The new EANM paediatric dosage card: additional notes with respect to F-18. Lassmann M, Biassoni L, Monsieurs M, Franzius C. EANM Dosimetry and Paediatrics Committees. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2008; 35: 1666-8.

Lien Internet où le protocole peut être téléchargé: www.eanm.org dernier accès le 09/12/11

Bombardieri E, Aktolun C, Baum RP, Bishof-Delaloye A, Buscombe J, Chatal JF, Maffioli L, Moncayo R, Morteimans L, Reske SN. Bone scintigraphy: procedure guidelines for tumour imaging. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2003; 30: BP99-106

Lien Internet où le protocole peut être téléchargé:

https://www.eanm.org/scientific_info/guidelines/gl_onco_bone.pdf dernier accès le 09/12/11

Touzery C, Aubert B, Caselles O, Gardin I, Guilhem MT, Laffont S, Lisbona A. Dosimétrie des explorations diagnostiques en médecine nucléaire. Rapport SFPM N°19-2001 SFPM. Médecine Nucléaire 2002; 26:347-389

Lien Internet où le protocole peut être téléchargé:

<http://www.sfpm.asso.fr/download/index.php> dernier accès le 09/12/11

Arrêté du 12 février 2004 relatif aux niveaux de référence diagnostiques en radiologie et en médecine nucléaire. J.O. R. F. n° 64 du 16 mars 2004 page 5117.

Analyse des données relatives à la mise à jour des niveaux de référence diagnostiques en Médecine Nucléaire – IRSN Bilan 2007-2008 Rapport DRPH N° 2010-15

Touzery C, Prévot S, Perrette B, Boichot C, Berriolo-Riedinger A, Toubeau M, Riedinger JM, Brunotte F. Conseil pour la gestion des déchets solides contaminés par des urines de patients après administration de radiopharmaceutiques. Médecine Nucléaire 2003; 27:69-78

Paycha F, Richard B. Exploration scintigraphique du squelette. Encycl Méd Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Radiodiagnostic-Squelette normal, 30-480-A-10, 2001, 37 p.

Sadik M, Suurkula M, Höglund P, Järund A, Edenbrandt L. Quality of planar whole-body bone scan interpretations-a nationwide survey. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2008; 35: 1464-1472

Paycha F, Girma A, Granier P. Démarche sémiologique en TEMP/TDM osseuse. Une approche diagnostique intégrée de l'imagerie hybride. Médecine Nucléaire 2010;34:490-511

Horger M, Bares R. The Role of SPECT/CT in benign and malignant bone disease. Semin Nucl Med 2006; 36:286-294

Roberts CC, Daffner RH, Weissman BN, Bancroft L, Bennett DL, Blebea JS, Bruno MA, Fries IB, Germano IM, Holly L, Jacobson JA, Luchs JS, Morrison WB, Olson JJ, Payne WK, Resnik CS, Schweitzer ME, Seeger LL, Taljanovic M, Wise JN, Lutz ST. ACR Appropriateness Criteria on metastatic bone disease. J Am Coll Radiol 2010; 7: 400-9.

Salgia R, Demetri GD, Kaplan WD. Changes in Tc-99m radionuclide bone scan images and peripheralization of marrow hematopoietic activity associated with the administration of granulocyte colony stimulating factor as an adjunct to dose-intensified chemotherapy for breast cancer. Cancer 1994; 74: 1887-1890.

Abu-Judeh HH, Naddaf SY, el-Zeftawy HA, Abdel-Dayem HM. G-CSF induced bone marrow hyperplasia: characteristic appearance on total body blood pool and delayed Tc-99m MDP bone scan. Clin Nucl Med 1998; 23: 39-41.

Gnanasegaran G, Barwick T, Adamson K, Mohan H, Sharp D, Fogelman I. Multislice SPECT/CT in benign and malignant bone disease: when the ordinary turns into the extraordinary. Semin Nucl Med 2009; 39: 431-42.

IX - ANNEXES

A. Historique des versions successives

Version : 1.0 (2004)

Responsable de la rédaction : J.M. Vinot; **Membres du groupe de rédaction** : F. Brunotte , F. Moati , J.N. Talbot , J.M. Vinot; **Membres du comité de validation** : M. Bourguignon, F. Brunotte, I. Gardin, G.Karcher, J. Laurin, F. Moati, R. Le Net, A. Prigent, S. Silés, B. Tillon, J.M. Vinot

B. Classification commune des actes médicaux (CNAMTS - CCAM version 24)

15.01.03

Scintigraphie de l'appareil ostéoarticulaire et musculaire, sans précision topographique

PAQL006 [G]	Scintigraphie osseuse segmentaire en un temps [temps tardif], sans acquisition complémentaire par un collimateur sténopé	1	0	180,44			2	ADI
PAQL004 [G]	Scintigraphie osseuse segmentaire en un temps [temps tardif], avec acquisition complémentaire par un collimateur sténopé	1	0	180,44			2	ADI
PAQL008 [G]	Scintigraphie osseuse segmentaire en plusieurs temps, sans acquisition complémentaire par un collimateur sténopé	1	0	268,87			2	ADI
PAQL007 [G]	Scintigraphie osseuse segmentaire en plusieurs temps, avec acquisition complémentaire par un collimateur sténopé	1	0	268,87			2	ADI
PAQL003 [G]	Scintigraphie osseuse du corps entier en un temps [temps tardif] (ZZQL007, ZZQL018, ZZQL019)	1	0	180,44			2	ADI
PAQL002 [G]	Scintigraphie osseuse du corps entier en plusieurs temps (ZZQL007, ZZQL017)	1	0	268,87			2	ADI
PAQL009 [G]	Scintigraphie osseuse du corps entier segment par segment en un temps [temps tardif], sans acquisition complémentaire par un collimateur sténopé (ZZQL017)	1	0	180,44			2	ADI
PAQL001 [G]	Scintigraphie osseuse du corps entier segment par segment en un temps [temps tardif], avec acquisition complémentaire par un collimateur sténopé	1	0	180,44			2	ADI
PAQL005 [G]	Scintigraphie osseuse du corps entier segment par segment en plusieurs temps, sans acquisition complémentaire par un collimateur sténopé	1	0	268,87			2	ADI
PAQL010 [G]	Scintigraphie osseuse du corps entier segment par segment en plusieurs temps, avec acquisition complémentaire par un collimateur sténopé	1	0	268,87			2	ADI
PCQL002 [G]	Exploration radio-isotopique des masses musculaires squelettiques au repos	1	0	180,44			2	ADI
PCQL001 [G]	Exploration radio-isotopique des masses musculaires squelettiques après effort	1	0	180,44			2	ADI

C. Fiche information du patient

Fiche d'information à l'usage des patients bénéficiant d'une scintigraphie osseuse

Madame, Monsieur,

Votre médecin vous a proposé de réaliser une scintigraphie osseuse. Le but de cet examen est de mettre en évidence des lésions non détectables ou difficilement détectables par d'autres techniques d'imagerie. Cet examen ne sera réalisé qu'avec votre consentement.

Vous devez impérativement vous munir de l'ordonnance rédigée par votre médecin, demandant la scintigraphie osseuse.

Il est également important que vous vous présentiez à votre rendez-vous de scintigraphie osseuse avec vos examens d'imagerie antérieurs (radiographies, échographies, scanners, IRM, anciennes scintigraphies osseuses, TEP), vos derniers examens de laboratoire (prises de sang) ainsi qu'avec l'ordonnance des médicaments que vous prenez actuellement.

Déroulement de l'examen :

Accueil par l'équipe paramédicale et médicale du service de Médecine Nucléaire.

Injection intra veineuse d'un produit contenant un isotope radioactif (le technétium 99m). Le produit injecté ne présente pas de risque d'intolérance (absence d'allergie) et l'irradiation induite par cette technique est faible.

L'acquisition des images a lieu 2 à 3 heures après l'injection et dure environ 20 minutes. Ces images peuvent parfois être précédées par des acquisitions précoces (clichés de 5 à 10 minutes réalisés quelques minutes après l'injection) et/ou d'une acquisition tomoscintigraphique couplée à un scanner faible dose de 15 à 25 minutes après la réalisation du corps entier. Vous êtes en position allongée sur le dos et vous devez rester immobile en respirant calmement. L'appareil utilisé, une gamma-caméra, est constitué de détecteurs positionnés à proximité de votre corps. Il n'y a habituellement pas de problème de claustrophobie.

Nous vous recommandons de boire abondamment (1 litre d'eau) dans l'intervalle de temps entre l'injection du produit et l'acquisition des images puis d'uriner juste avant l'acquisition des images dans les toilettes du service de Médecine Nucléaire réservées aux patients injectés.

Entre l'heure de l'injection et l'heure de l'imagerie, vous êtes libre de vos mouvements.

Si, pour convenance personnelle, vous restez dans le service de Médecine Nucléaire, une salle d'attente est réservée aux patients injectés. Vous passerez alors 3-4 h dans le service de Médecine Nucléaire.

Votre préparation à l'examen :

Il n'est pas nécessaire d'être à jeun et vous pouvez prendre vos médicaments habituels.

En particulier, si vous prenez un traitement contre la douleur, il est essentiel que vous emportiez une dose nécessaire et suffisante à assurer un effet pour la journée de l'examen scintigraphique.

Si vous êtes enceinte ou susceptible de l'être, merci de le signaler par avance ou dès votre arrivée dans le service.

Risques éventuels et dose d'irradiation :

La quantité pondérale du produit administré est extrêmement faible, il n'existe pas de toxicité, les réactions allergiques sont très exceptionnelles.

La dose de rayonnements ionisants délivrée à l'occasion de cet examen est du niveau des faibles doses et correspond approximativement, comme les examens de radiologie, à une ou plusieurs années d'irradiation naturelle en France.

A ce faible niveau d'exposition, aucun détriment sur la santé n'a jamais pu être démontré et si un tel risque devait exister il serait sans commune mesure par rapport au bénéfice attendu pour votre santé du fait de la réalisation de l'examen.

Pendant les heures qui suivront votre sortie du service, vous serez susceptibles de délivrer vous-même, à vos proches et votre entourage, de très faibles doses de rayonnements qui ne présentent non plus aucun risque.

Après l'examen :

Dès la fin de l'examen vous pourrez quitter l'hôpital. N'oubliez pas de vérifier que les divers documents médicaux (examens radiologiques, analyses de sang,...) que vous avez confiés à l'accueil du service vous ont été restitués. Les résultats vous seront remis en mains propres ou seront envoyés par nos soins au médecin demandeur dans les 48 heures ouvrables (en cas d'urgence, le compte rendu pourra être transmis par voie électronique sécurisée, par fax ou par téléphone).

Il est recommandé de boire régulièrement le jour de l'examen, afin de favoriser l'élimination urinaire du produit injecté.

Vous pouvez utiliser les toilettes habituelles en prenant bien soin de tirer la chasse d'eau et de vous laver systématiquement les mains après.

Si vous devez être hospitalisé dans les jours qui suivent, signalez au service d'hospitalisation que vous avez eu un examen scintigraphique.

Certains lieux comportent des détecteurs de radioactivité (aéroports, certains postes frontières...) que vous pouvez déclencher parfois plusieurs jours après l'examen. Un certificat indiquant l'élément radioactif qui vous a été administré peut vous être fourni sur demande.

D. Indications de la scintigraphie osseuse

Oncologie	<p>Cancers solides ostéophiles : sein, prostate, bronches, rein. ...</p> <p>Hémopathies malignes à localisations osseuses : Maladie de Hodgkin, lymphomes non hodgkiniens. ...</p> <p>Tumeurs primitives et dysplasies osseuses : ostéosarcome, ostéome ostéoïde, ostéoblastome, dysplasie fibreuse, tumeur à cellules géantes (ostéoclastome), ostéopœcilie. ...</p> <p>Sarcomes des tissus mous (rhabdomyosarcome. ...)</p> <p>Syndromes paranéoplasiques : ostéoarthropathie hypertrophiante pneumique de Pierre Marie-Bamberger, algodystrophie, pseudopolyarthrite rhizomélique, poly(dermato)myosite, ostéomalacie, pseudo-polyarthrite rhizomélique. ...</p>
Rhumatologie	<p>Ostéonécrose : tête fémorale, condyle fémoral, plateau tibial. ...</p> <p>Algodystrophie réflexe locorégionale : main, hanche, genou, pied. ... à la phase « chaude » (pseudo-inflammatoire) ou froide (d'emblée ou en phase III)</p> <p>Arthrose : arthrose inter-apophysaire postérieure (syndrome facéaire), coxarthrose, arthrose fémoro-tibiale, arthrose fémoro-patellaire, rhizarthrose. ...)</p> <p>Rhumatismes inflammatoires chroniques (polyarthrite rhumatoïde, spondylarthropathies et rhumatismes apparentés [spondylarthrite ankylosante, rhumatisme psoriasique, syndrome de Fiessinger-Leroy-Reiter, syndrome SAPHO, ostéomyélite récurrente multifocale chronique]. ...)</p> <p>Enthésopathies (aponévrosite plantaire, tendinopathie ou bursite achilléenne. ...)</p> <p>Syndrome de Tietze (chondrite costale)</p> <p>Polymyosites</p> <p>Maladie de Paget</p> <p>Histiocytoses langheransiennes (granulome éosinophile, maladie de Hans-Schüller-Christian, maladie de Letterer-Siwe) et non langheransiennes (maladie de Erdheim-Chester, syndrome de Schnitzler)</p> <p>Autres pathologies ostéo-articulaires rares (sarcoïdose ostéo-articulaire, maladie de Behçet, maladie périodique. ...)</p>
Infections ostéo-articulaires	<p>Ostéomyélite aiguë, subaiguë ou chronique, à germes banals, à mycobactérie, fongique. ...</p> <p>Arthrite septique</p> <p>Spondylodiscite et spondylite</p> <p>Descellement septique ou complication mécanique d'ostéosynthèse (os long, rachis) et de prothèse (hanche, genou, cheville, épaule. ...)</p>
Traumatologie du sport	<p>Fractures de fatigue par hypersollicitation (ou de surmenage)</p> <p>Périostites (tibiales ou shin splints. ...)</p> <p>Enthésopathies (tendinopathie ou bursite achilléenne, aponévrosite plantaire. ...)</p> <p>Isthmolyse (aiguë ou subaiguë) de l'adolescent sportif</p>
Ostéopathies métaboliques	<p>Hyperparathyroïdie</p> <p>Ostéomalacie</p> <p>Ostéodystrophie rénale</p> <p>Manifestations osseuses rares d'autres endocrinopathies (hyperthyroïdie, acromégalie. ...)</p>
Orthopédie	<p>Fractures traumatiques occultes (infraradiologiques)</p> <p>Fractures de fatigue par insuffisance osseuse (fractures-tassements vertébraux ostéoporotiques, fracture du sacrum, de la tête fémorale, du tarse, des métatarsiens. ...)</p> <p>Descellement septique ou complication mécanique d'ostéosynthèse (os long, rachis) et de prothèse (hanche, genou, cheville, épaule. ...)</p> <p>Pseudarthrose (atrophique, hypertrophique)</p> <p>Ostéome para-articulaire</p> <p>Viabilité de greffe osseuse</p>
Pédiatrie	<p>Ostéochondrite de hanche (maladie de Legg-Calvé-Perthes)</p> <p>Synovite transitoire de hanche</p> <p>Ostéome ostéoïde</p> <p>Syndrome des enfants battus</p> <p>Drépanocytose</p>

Tableau 1 Indications de la scintigraphie osseuse

Les indications spécifiques de chacune des sous-catégories de ce tableau concernant la réalisation ou non d'une scintigraphie osseuse dépendent du contexte et de la question clinique posée, des résultats des autres examens paracliniques et font l'objet de recommandations particulières constamment évolutives édictées par les autorités et agences sanitaires ou les sociétés savantes.