

# L'imagerie hybride en médecine nucléaire (SPECT/CT)

## Hybrid imaging in nuclear medicine (SPECT/CT)

Adlen Nezzar

Service de médecine nucléaire,  
CAC Batna, Batna – Algérie

**Correspondance à :**  
Dr. Adlen NEZZAR  
[nezzar.adlen@gmail.com](mailto:nezzar.adlen@gmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.48087/BIMSra.2014.1205>

Il s'agit d'un article en libre accès distribué selon les termes de la licence Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0), qui autorise une utilisation, une distribution et une reproduction sans restriction sur tout support ou format, à condition que l'auteur original et la revue soient dûment crédités.

### RÉSUMÉ

La tomographie par émission monophotonique couplée à la tomodensitométrie (TEMP-TDM) représente une nouvelle technique d'imagerie hybride qui offre des capacités diagnostiques nouvelles dans la pratique quotidienne des médecins nucléaires. Cela tient, d'une part, à l'amélioration de l'image fonctionnelle par la mise en œuvre de correction d'atténuation et/ou de diffusion et, d'autre part, à la disponibilité d'une information morphologique de qualité et qui peut être utilisé comme TEMP seule ou TDM isolée. Non seulement elle permet d'obtenir des informations anatomiques et fonctionnelles fusionnées lors de la même acquisition, mais aussi, elle accroît considérablement la sensibilité et la précision diagnostique de la TEMP de certaines indications cliniques. Utilisée initialement pour les explorations en oncologie et en cardiologie, son intérêt se porte aujourd'hui vers de nombreux types de scintigraphie. La TEMP-TDM semble améliorer les performances diagnostiques et modifier la prise chez un certain nombre de patients. Le développement de la TEMP-TDM va probablement modifier les pratiques de la médecine nucléaire et de nombreuses études seront nécessaires pour établir un consensus sur des recommandations de bonnes pratiques de son utilisation. La pratique quotidienne montre indiscutablement l'apport important de cette nouvelle technique d'imagerie adoptée par les médecins nucléaires comme par les cliniciens.

**Mots clés :** médecine nucléaire ; imagerie hybride ; TEMP-TDM.

### ABSTRACT

Single-Photon Emission Computed Tomography-Computerized Tomography (SPECT-CT) is a new hybrid technique which offers new diagnostic capabilities in daily nuclear medicine practice due to the possible attenuation and/or scatter correction of the SPECT functional images and the availability of helpful anatomic information and that can be used as SPECT alone or as isolated CT. This technique not only allows acquiring fused anatomic and functional images in the same time, but also, it greatly increases sensitivity and accuracy of SPECT for particular clinical indications. Until now, SPECT-CT data have been mainly used in oncology and cardiology, but now, many authors spread its use to many scan studies. SPECT-CT seems to increase diagnostic performances and to modify management of many patients. SPECT-CT development will probably modify nuclear medicine practice and many studies have to be conducted to highlight consensual procedure guidelines. Daily practice shows indisputably important contribution of this new nuclear adopted by physicians as by clinicians imaging technique.

**Keywords:** nuclear medicine; hybrid imaging; SPECT-CT.

### المخلص

إن الرسم الإشعاعي الطبقي ذي الموجة الضوئية الواحدة جنباً إلى جنب مع التصوير المقطعي هو تقنية جديدة للتصوير الهجين التي توفر قدرات جديدة وعالية في التشخيص في الممارسة اليومية لأطباء الطب النووي. ويرجع ذلك، أولاً، لتحسين الصورة الوظيفية من خلال تصحيح تنفيذ التخفيف و / أو التوزيع ومن جهة أخرى لتوفر المعطيات التشكيلية ذات الجودة ويمكن استخدام الرسم الإشعاعي الطبقي ذي الموجة الضوئية الواحدة لوحده أو جنباً إلى جنب مع التصوير المقطعي. لأن العملية لا يوفر المعلومات التشريحية والوظيفية مدمجة في وقت واحد ولكنها تهدف أيضاً وبشكل كبير في زياد من حساسية ودقة التشخيص بالرسم الإشعاعي الطبقي ذي الموجة الضوئية الواحدة جنباً إلى جنب مع التصوير بعض المؤشرات السريرية الواضحة. وفي الأصل يستخدم الرسم الإشعاعي الطبقي ذي الموجة الضوئية الواحدة جنباً إلى جنب مع التصوير المقطعي للاستكشافات في أمراض السرطان الأورام وأمراض القلب، وتوسع اهتمامه اليوم للكثير من انواع المسح الضوئي. ان الرسم الإشعاعي الطبقي ذي الموجة الضوئية الواحدة جنباً إلى جنب مع التصوير المقطعي التشخيص يمكن من تحسين الأداء عند عدد من المرضى. إن تطوير الرسم الإشعاعي الطبقي ذي الموجة الضوئية الواحدة جنباً إلى جنب مع التصوير المقطعي قد يحسن من الممارسات في الطب النووي الا ان هناك حاجة ملحة لوضع توصيات والتوافق في الآراء بشأن استخدام أفضل لهذه التكنولوجيا. ان الممارسة اليومية تبين بلا شك المساهمة الكبيرة لهذه التقنية في التصوير الجديد المتبينة من قبل ممارسي الطب النووي والممارسين السريريين.

#### Pour citer l'article :

Nezzar A. L'imagerie hybride en médecine nucléaire (SPECT/CT).  
Batna J Med Sci  
2014;1(2):64-69.  
<https://doi.org/10.48087/BIMSra.2014.1205>

## INTRODUCTION

La médecine nucléaire a connu un essor très important ces deux dernières décennies. L'appareillage a considérablement évolué, du simple scintigraphe à balayage, il est passé au stade des appareils performants de type tomographie par émission monophotonique couplée au tomodensitomètre (TEMP/TDM) et actuellement au tomographe par émission de positons couplé au tomodensitomètre (TEP/TDM).

L'imagerie tomographique par émission monophotonique (TEMP) donne une représentation 3D de la répartition d'un radiopharmaceutique au sein de l'organisme. Cette imagerie fonctionnelle donne des informations physiologiques tout à fait pertinentes. L'inconvénient majeur pour certaines explorations est l'absence de repère anatomique pour localiser précisément les foyers pathologiques [1]. Aussi, l'arrivée des cameras hybrides sur le marché, couplant une caméra TEMP à un tomodensitomètre (TEMP/TDM), a elle considérablement amélioré les performances de l'imagerie scintigraphique en termes, d'une part, d'amélioration de l'image par la correction d'atténuation des photons gamma dans les tissus et, d'autre part, de précision topographique.

Cette imagerie hybride a révolutionné la médecine nucléaire conventionnelle. Elle permet de localiser les foyers d'hyperfixation et aussi de caractériser leur morphologie. De cette façon, la spécificité de la médecine nucléaire conventionnelle est augmentée en général de 30% [2,3], la scintigraphie osseuse et aussi les scintigraphies utilisant des radiopharmaceutiques oncotropes en profitent, en particulier.

## IMAGERIE HYBRIDE

L'imagerie hybride ou imagerie bi-modalité est la fusion de l'image d'atténuation morphologique donc anatomique de la TDM avec celle fonctionnelle d'émission du TEMP ou TEP qui donne une image d'excellente qualité et de grande précision diagnostique surtout dans l'exploration du squelette mais aussi en oncologie. Cette fusion est rendue possible grâce au recalage des différents types d'images.

### Définitions

#### TEMP/TDM

La TEMP/TDM est formée par deux types d'appareils couplés et accolés (Fig. 1). Il s'agit, d'une part, du TEMP : tomographe d'émission monophotonique de la médecine nucléaire, possédant plusieurs têtes détectrices et, d'autre part, le TDM multi-barrettes : tomodensitomètre ou scanner X radiologique [4-5].

#### TEP/TDM

Il est aussi composé de deux appareils ; ici le TDM radiologique est couplé à la TEP, tomographie d'émission de positons. La TEP/TDM représente actuellement la technologie d'imagerie médicale la plus avancée. La TEP évalue l'activité métabolique des cellules, en particulier le métabolisme du glucose. En pratique, en médecine nucléaire, on utilise une molécule analogue au glucose, le fluoro-désoxyglucose (FDG) marqué au Fluor 18, émetteur de positons ou particule  $\beta^+$ . Le couplage d'un TDM avec la TEP permet une correction d'atténuation plus rapide et une meilleure localisation des foyers fixant le [6] FDG et donc une

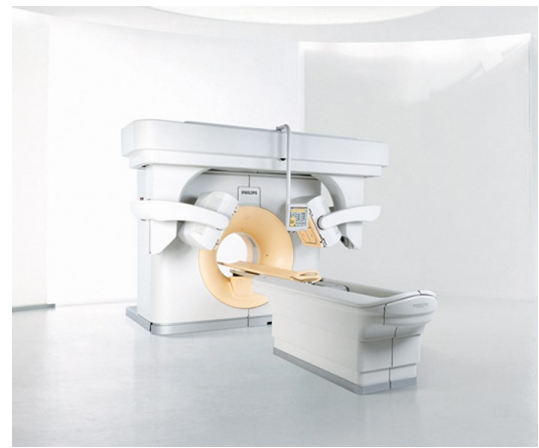


Figure 1. Gamma caméras couplées au scanner (SPECT/CT)

optimisation des procédures diagnostiques et thérapeutiques [4,7]. La tomographie d'émission est une modalité d'imagerie qui étudie des phénomènes moléculaires et cellulaires.

**Historique :** Les dates historiques sont :

- Dès 1952 – expression du besoin (Anger, Kuhl) de compléter les informations fonctionnelles par un repérage anatomique ;
- 1987 – brevet russe pour un système hybride (Mirshanov) ;
- 1991 – premier prototype TEMP/TDM (Lang et al.) ;
- 1998 – premier prototype TEP/TDM (Townsend et al.) ;
- 1999-2000 – commercialisation des systèmes TEMP/TDM puis TEP/TDM.

### Principe de l'imagerie hybride TEMP/TDM

L'utilisation conjointe des imageries TEMP et TDM en vue d'une correction d'atténuation des images TEMP a été proposée de longue date [8]. Le principe repose sur l'utilisation de la carte d'atténuation des photons X pour corriger les images TEMP de l'atténuation des photons gamma dans les tissus mous, permettant ainsi d'améliorer le rapport signal sur bruit des fixations les plus profondes.

Les caméras hybrides TEMP/TDM permettent d'obtenir, lors d'un seul examen, des images fonctionnelles et anatomiques fusionnées, mettant ainsi à disposition des médecins nucléaires une image corrigée quantitativement avec un support anatomique permettant d'améliorer la qualité de l'interprétation.

## L'apport anatomique

Les systèmes TEMP/TDM de milieu et haut de gamme ont démontré leur intérêt dans différents types de pathologie, lié à la disponibilité d'images anatomiques permettant une amélioration de la précision diagnostique [9–10]. Dans l'exploration des tumeurs neuroendocrines, dans le cadre de l'imagerie parathyroïdienne [11–12], thyroïdienne [13,14] ou encore pour la détection du ganglion sentinelle, l'information anatomique permet une localisation très précise des anomalies de fixation et peut être utilisée par le chirurgien le cas échéant. En scintigraphie osseuse, la technique a aussi démontré son intérêt dans la distinction entre lésions bénignes ou malignes dans les lésions vertébrales, en précisant mieux l'atteinte osseuse [15]. Lorsque la caméra est équipée d'un TDM présentant une faible résolution spatiale, le clinicien dispose d'images lui permettant une localisation approximative de la lésion visualisée sur l'image TEMP, nécessitant parfois de réaliser un examen complémentaire en radiologie pour compléter le diagnostic. En outre, compte tenu de leur faible vitesse de rotation, ces systèmes sont inadaptés pour les acquisitions avec apnée. En revanche, les données TDM reflètent le flou observé sur les données TEMP dû aux mouvements physiologiques.

## Dosimétrie en imagerie hybride TEMP/TDM

Les principes de justification et d'optimisation de la radioprotection du patient doivent être appliqués. Pour ce qui concerne la justification de l'acte, il faut bien évidemment considérer le bénéfice direct pour le patient. Il faut, en outre, mettre en balance la dose délivrée lors de l'examen couple TEMP/TDM avec celle d'un examen TEMP seul, sachant qu'un examen radiologique complémentaire sera peut-être nécessaire. Par ailleurs, il convient de distinguer deux types de justification : correction d'atténuation et informations anatomiques. Ces deux objectifs distincts ne nécessitent pas la même qualité radiologique et donc théoriquement la même exposition. Il convient donc d'avoir bien à l'esprit l'objectif de l'exploration TDM pour mettre en place le principe d'optimisation.

## NIVEAU D'ÉQUIPEMENT ET D'UTILISATION DANS LES PAYS DÉVELOPPÉS : EXEMPLE DE LA FRANCE

Importée des États-Unis d'Amérique (HO Anger) vers la fin des années 1950, la médecine nucléaire a connu un essor important dans les pays développés. Le développement accéléré de nouvelles technologies médicales, à visée préventive, diagnostique et thérapeutique, conduit les décideurs de santé et les praticiens à faire des choix et à établir des stratégies en fonction des critères de sécurité, d'efficacité et d'utilité. La Haute Autorité de santé (HAS) française évalue ces différentes stratégies, réalise une synthèse des informations recueillies et diffuse ses conclusions à l'ensemble des partenaires de santé [7].

### Exemple du parc national français

Le parc français d'appareils dédiés à l'imagerie hybride est sans cesse croissant. En juin 2004, 60 autorisations avaient été délivrées pour l'installation de l'imagerie hybride TEP/TDM avec le ratio de 1/800 000 habitants. La médecine nucléaire connaît actuellement une mutation caractérisée par

une stagnation des gamma caméras isolées, principalement du TEMP et une franche augmentation de la demande de TEP, le parc français évoluant vers les caméras hybrides. Les différences portent sur le type de détecteur en TEP et le nombre de barrettes du TDM (4, 16, 64 barrettes). Le parc français était évalué, fin 2010, à près de 223 sites de médecine nucléaire et près de 630 systèmes, tous types d'équipements confondus. Ces sites étaient répartis de la manière suivante : 91 établissements privés, 20 centres anticancéreux et 111 services publics incluant les CHU et les 2 hôpitaux d'instruction des armées. L'implantation de l'imagerie hybride, débutée avec la TEMP/TDM en 1999, suivie par la TEP/TDM est assujettie à la carte sanitaire, d'une part et, d'autre part, à l'existence d'un cyclotron, producteur du FDG pour la TEP. Fin 2010, le parc français des équipements lourds était constitué de 484 gamma caméras dont le tiers environ couplé avec un scanner X [7, 16].

## TEMP/TDM : UN EXEMPLE DE TRANSFERT DE TECHNOLOGIE

### Expériences du continent africain

À l'opposé de l'Afrique noire subsaharienne occidentale et équatoriale, le Maghreb et surtout la république Sud-Africaine ont su relativement développer la médecine nucléaire. Les délais d'attente d'un patient en Algérie pour réaliser une scintigraphie osseuse sont de 3 jours, pour une scintigraphie thyroïdienne d'un jour et de 30 jours au moins pour le cœur. Ces délais d'attente sont un plus longs en Tunisie et au Maroc.

Maghreb : Les pays maghrébins (Maroc, Algérie, Tunisie), connaissent une nette avancée tant en ressources humaines qu'en équipement par rapport à l'Afrique noire subsaharienne.

Algérie. On note 76 médecins nucléaires en exercice sur le territoire algérien, 18 services de médecine nucléaire dont 9 publics et 9 privés, 20 gamma caméras, 7 TEMP/TDM avec un projet d'installation de 2 TEP dans un futur proche.

Maroc. On note 43 médecins nucléaires au Maroc, 11 services de médecine nucléaire dont 6 services publics et 5 privés, 16 gamma caméras, 2 TEMP/TDM et 1 TEP privés, installés. Le Maroc dispose, en outre, d'un centre nucléaire : le Centre National des Sciences et Techniques Nucléaires (CNSTEN) et d'un réacteur nucléaire.

Tunisie. On note 28 médecins nucléaires en exercice en Tunisie, 7 services de médecine nucléaire (4 publics et 3 privés), 14 gamma caméras, 1 TEMP/TDM et 1 TEP en projet.

Afrique du Sud. C'est certainement le pays le plus avancé dans le nucléaire au service de la médecine. Outre de nombreux médecins et services nucléaires dotés de TEMP/TDM et TEP/TDM, ce pays dispose d'un réacteur nucléaire (*South African Nuclear Energy Corporation [NESCA]*) Safari-1 et du traitement du Molybdène 99 (Mo 99) du *Nuclear Technology Product (NTP)*.

## APPROCHE DIAGNOSTIQUE INTÉGRÉE DE L'IMAGERIE HYBRIDE : EXEMPLE DE LA TEMP/TDM OSSEUSE

S'il a toujours été reconnu une très forte sensibilité de la scintigraphie osseuse, sa spécificité est en revanche limitée. Symétriquement, le scanner est doté d'une spécificité élevée mais certaines anomalies de densité ne sont pas toujours visibles ou apparaissent tardivement (fissure corticale...). Or, depuis l'apparition des caméras hybrides associant tomographie par émission monophotonique et tomodensitométrie (TEMP/TDM), on assiste à une véritable évolution de la médecine nucléaire et notamment en pathologie ostéoarticulaire puisque la combinaison d'une modalité d'imagerie fonctionnelle à une modalité morphologique conjugue les avantages de chacune et neutralise leurs faiblesses respectives. En passant d'une imagerie métabolique planaire monomodale à une imagerie morphométabolique de coupes fusionnées en TEMP/TDM en intégrant à la fois l'information fonctionnelle de la scintigraphie et l'information localisatrice et diagnostique du scanner, la sémiologie diagnostique s'enrichit.

### Propriétés de la scintigraphie osseuse

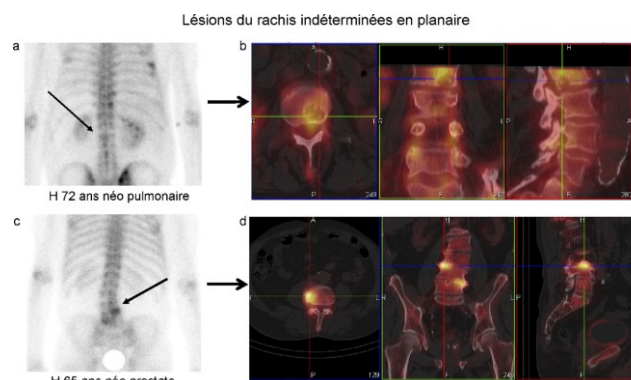
Les propriétés de la scintigraphie osseuse (SO) sont récapitulées ci-dessous :

- évaluation de la vascularisation et du remodelage (turnover) osseux ;
- information vasculaire et tissulaire de l'os par une exploration dynamique ;
- sensibilité élevée (80-95 %) dans la détection des lésions osseuses ;
- imagerie panoramique du squelette ;
- absence d'artéfact généré par la présence de matériel orthopédique ;
- quantification de l'atteinte osseuse (infiltration tumorale, maladie de Paget, ostéome para-articulaire...);
- facilité de réalisation : durée corps entier = durée TEMP = 15 minutes, durée TEMP/TDM = 30 minutes ;
- absence de toxicité significative : huit effets indésirables/800.000 injections (rapport de la *Society Nuclear Medicine* 1996) ;
- faible dose d'irradiation : E = 5 mSv (CIPR 1991) + 1,5-2 mSv/champ de vue si TDM low dose (TEMP/TDM) ;
- coût relativement modéré ;
- propriétés de la scintigraphie osseuse propices à une imagerie en routine clinique.

### Études en tomographie par émission monophotonique (TEMP)/tomodensitométrie (TDM)

De nombreuses données ont déjà été publiées sur le rôle de l'imagerie hybride aussi bien en TEP qu'en TEMP couplée au scanner et notamment dans les indications oncologiques. Seules quelques études commencent à exposer également l'apport de cette modalité d'imagerie dans les indications rhumatologiques. Ces études [17-18] ont démontré le gain diagnostique de la TEMP/TDM par rapport à la TEMP seule et la scintigraphie planaire pour différencier les lésions bénignes des lésions malignes en cancérologie ou tout simplement dans l'ensemble des indications (rhumatologiques et oncologiques) lorsque les lésions sont indéterminées en TEMP et/ou en planaire. Plusieurs articles ont signalé [17,19], que parallèlement à cette amélioration de la spécificité, il existe une augmentation de la sensibilité apportée par la TEMP/TDM.

En résumé, la TEMP/TDM contribue à diminuer la proportion de résultats indéterminés de la scintigraphie osseuse (de 60 à 70 %). Elle réduit la nécessité de recourir à des explorations radiologiques complémentaires. L'exactitude de la scintigraphie osseuse est augmentée avant tout par l'identification fiable des arthropathies dégénératives du rachis, c'est-à-dire par une amélioration de la spécificité (Fig. 3). Plusieurs études préliminaires font état de manière concordante d'une sensibilité lésionnelle accrue dans la recherche de métastases osseuses.



**Figure 2.** Exemple chez deux patients atteints respectivement de néoplasie pulmonaire et prostatique dont la scintigraphie planaire (clichés centrés sur le rachis dorsolombaire en face postérieure (a, c) ne permet pas de distinguer s'il s'agit de lésions métastatiques osseuses secondaires ou de lésions arthrosiques. La tomographie par émission monophotonique (TEMP)/tomodensitométrie (TDM) osseuse du premier patient (b) montre une plage ostéolytique cernée d'un liseré hyperfixant de la partie postérolatérale gauche du corps vertébral de L2 correspondant à une métastase ostéolytique et celle du deuxième patient (d) ne montre que des lésions dégénératives de L4-L5 droite et L5-S1 gauche.

### TEMP/TDM : étude des applications ostéoarticulaires

#### Pathologie oncologique

La fixation osseuse est déterminée par l'activité ostéoblastique et le débit sanguin régional. La composante ostéoblastique des métastases osseuses entraîne une hyperfixation par rapport à l'os normal. Les métastases ostéolytiques peuvent être purement hypofixantes, plus difficiles à détecter. Les foyers osseux hyperfixants, extra-articulaires, aléatoirement disséminés, prédominant sur le squelette axial sont habituellement caractéristiques de localisations secondaires. Une lésion unique peut être bénigne ou maligne. Elle nécessite souvent une confrontation aux autres techniques d'imagerie. Dans certains cas, seule la biopsie osseuse ou le caractère évolutif permettent et de trancher.

La TEMP/TDM permet d'accéder à une finesse diagnostique inégalée auparavant et d'explorer de nouveaux diagnostics jamais évoqués ni en scintigraphie planaire ni en TEMP seule. Il est sensiblement plus performant que la TEMP seule dans le diagnostic des métastases osseuses dans presque toutes les parties du squelette [20,21-22]. La TEMP/TDM contribue à diminuer significativement la proportion d'images douteuses ou indéterminées en scintigraphie osseuse planaire sans recourir à d'autres examens d'imagerie. Il en résulte donc une

nette augmentation de la spécificité de la scintigraphie osseuse débouchant sur la classification correcte de 70 % des foyers indéterminés révélés par la scintigraphie planaire [20]. Cependant, Elmadani [23] et Saveli *et al.* [24], tout en reconnaissant la supériorité de la TEMP par rapport à la scintigraphie planaire, ont affirmé qu'à défaut de TEMP/TDM ou même de TEMP seule, la scintigraphie planaire, dans les pays en développement, pourrait encore exister et permettre le diagnostic de certaines affections en pathologie ostéoarticulaire.

### Pathologie non oncologique

Les foyers osseux associés à certaines pathologies bénignes comme les fractures, les arthropathies, les infections, la maladie de Paget sont habituellement bien reconnus en scintigraphie planaire ou mieux en TDM, aidé en cela par l'interrogatoire du patient et/ou la confrontation au dossier radiologique. Les cas d'incertitude reviennent à la TEMP/TDM qui permet une identification fiable des arthropathies dégénératives du rachis ainsi que les états douloureux du pied et des prothèses de hanche [20,22,25,26].

### Indications de la TEMP/TDM osseuse

Il existe quatre cas de figure.

Foyer douteux en imagerie planaire : rôle diagnostique. Ce cas de figure concerne toutes les anomalies de fixation dont le diagnostic en planaire n'est pas possible ou douteux (Fig. 2,3).

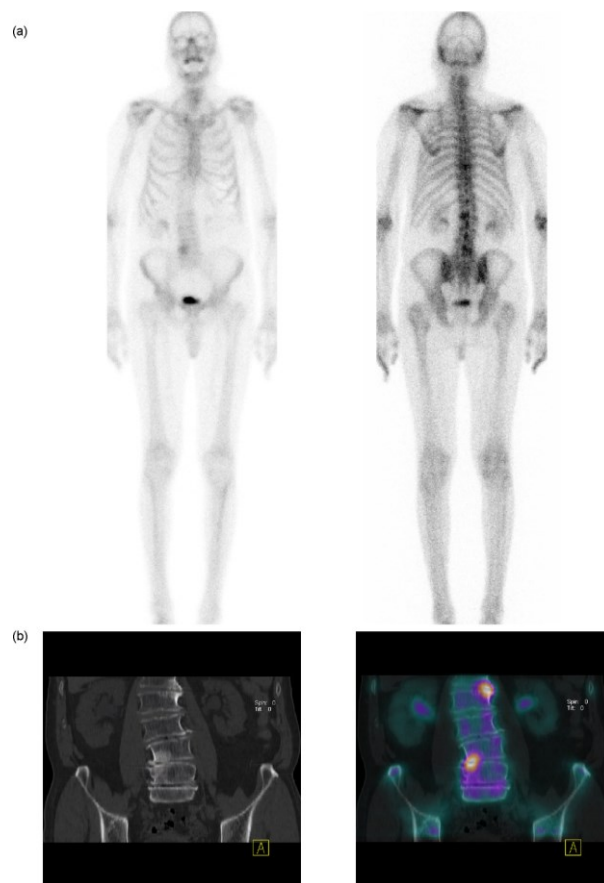
Foyer non équivoque en imagerie planaire : rôle pronostique/préthérapeutique. Ce cas de figure concerne les anomalies de fixation pour lesquelles le diagnostic est facilement réalisable en imagerie planaire mais pour lesquelles la TEMP-TDM joue un rôle primordial pour la prise en charge à court ou moyen termes du patient (évaluation du risque fracturaire d'une lésion ostéolytique, ou du risque de compression d'une lésion tumorale. . .)

Syndrome douloureux contrastant avec une imagerie normale. Ce cas de figure concerne les patients présentant une symptomatologie douloureuse précise et dont la scintigraphie planaire ne décèle pas d'anomalie. Certaines atteintes ne sont en effet visibles qu'en TEMP-TDM comme les discopathies érosives, les métastases de cancer du poumon, les atteintes myélomateuses ou plus généralement les lésions ostéomédullaires lytiques de petite taille. . .

Pathologie à risque élevé de localisation rachidienne. Ce cas de figure concerne essentiellement les pathologies cancéreuses à risque élevé de localisations rachidiennes comme les carcinomes lobulaires.

### CONCLUSION

Les systèmes hybrides en médecine nucléaire type TEMP/TDM (SPECT/CT) ont considérablement amélioré la précision diagnostique de certaines indications cliniques, du fait de la possibilité d'améliorer la qualité des images fonctionnelles et d'y adjoindre une information anatomique de qualité. La pratique quotidienne montre indiscutablement l'apport important de cette nouvelle technique d'imagerie adoptée par les médecins nucléaires comme par les cliniciens.



**Figure 3.** Patient de 77 ans adressé dans le cadre du bilan d'extension d'une néoplasie prostatique. La scintigraphie planaire met en évidence des hyperfixations rachidiennes et en particulier deux foyers hyperfixants lombaires. La TEMP-TDM confirme leur origine purement dégénérative avec remaniements arthrosiques au niveau de L3-L4 (à droite) et de T12-L1 (à gauche). (a) Scintigraphie osseuse corps entier : faces antérieure et postérieure. (b) TEMP-TDM du rachis lombaire : coupes frontales (TDM seule à gauche et TEMP-TDM à droite).

**Déclaration d'intérêts :** l'auteur ne déclare aucun conflit d'intérêt en rapport avec cet article.

### RÉFÉRENCES

1. Lucignani G. SPET: sustainable, powerful, effective, timely in vivo molecular imaging. *Q J Nucl Med Mol Imaging* 2005;49:117-20.
2. Mariani G, Bruselli L, Kuwert T, Kim EE, Flotats A, Israel O, et al. A review on the clinical uses of SPECT/CT. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2010;37:1959-85.
3. T. Kuwert, P. Ritt Quantitative SPECT/CT *Médecine Nucléaire* 38 (2014) 200-203.
4. Delbeke D, Israël O. *Hybrid PET/CT and SPECT/CT imaging: a teaching file.* Paris: Ed Springer; 2004.
5. Buvat I. Apport de l'imagerie hybride pour l'analyse quantitative des images. Laboratoire d'imagerie fonctionnelle. U678 INSERM - UPMC. <http://www.guillemet.org/irene>, France.
6. Ouattara G. Lutte contre le paludisme. *L'école des sourds-muets équipée en moustiquaires imprégnés.* *Frat Mat* 2009 [Éditions Fraternité Matin, Abidjan, archives ivoiriennes].

7. Haute Autorité de santé (HAS). Évaluation et état des lieux de la tomographie par émission de positons couplée à la tomomodensitométrie (TEP-TDM). France: Service évaluation en santé publique et service évaluation économique; 2005.
8. Malko JA, Van Heertum RL, Gullberg GT, Kowalsky WP. SPECT liver imaging using an iterative attenuation correction algorithm and an external flood source. *J Nucl Med* 1986;27:701-5.
9. Roach PJ, Schembri GP, Ho S I, Bailey EA, Bailey DL. SPECT/CT imaging using a spiral CT scanner for anatomical localization: Impact on diagnostic accuracy and reporter confidence in clinical practice. *Nucl Med Commun* 2006;27:977-87.
10. Tagliabue L, Schillaci O. SPECT/CT in oncology: the fusion of two imaging modalities is a new standard of care. *Q J Nucl Med Mol Imaging* 2007;51:285-9.
11. Even-Sapir E, Lerman H, Lievshitz G, et al. Lymphoscintigraphy for sentinel node mapping using a hybrid SPECT/CT system. *J Nucl Med* 2003;44:1413-20.
12. van dP I, Valdes Olmos RA, Nieweg OE, Rutgers EJ, Kroon BB, Hoefnagel CA. The additional value of SPECT/CT in lymphatic mapping in breast cancer and melanoma. *J Nucl Med* 2007;48:1756-60.
13. Hillel PG, van Beek EJ, Taylor C, et al. The clinical impact of a combined gamma camera/CT imaging system on somatostatin receptor imaging of neuroendocrine tumours. *Clin Radiol* 2006;61:579-87.
14. Yamamoto Y, Nishiyama Y, Monden T, Matsumura Y, Satoh K, Ohkawa M. Clinical usefulness of fusion of <sup>131</sup>I SPECT and CT images in patients with differentiated thyroid carcinoma. *J Nucl Med* 2003; 44:1905-10.
15. Even-Sapir E. Imaging of malignant bone involvement by morphologic, scintigraphic, and hybrid modalities. *J Nucl Med* 2005;46:1356-67.
16. Paycha F. Place du TEMP/TDM (SPECT/CT) en ostéo-articulaire. In: Spécial congrès médecine nucléaire; 2010 [www.Siemens.fr/médical].
17. Horger M, Eschmann SM, Pfannenber C, Vonthein R, Besenfelder H, Claussen CD, et al. Evaluation of combined transmission and emission tomography for classification of skeletal lesions. *AJR Am J Roentgenol* 2004;183:655-61.
18. Zhao Z, Li L, Li F, Zhao L. Single photon emission computed tomography/spiral computed tomography fusion imaging for the diagnosis of bone metastasis in patients with known cancer. *Skeletal Radiol* 2010;39:147-53.
19. Utsunomiya D, Shiraishi S, Imuta M, Tomiguchi S, Kawanaka K, Morishita S, et al. Added value of SPECT/CT fusion in assessing suspected bone metastasis: comparison with scintigraphy alone and nonfused scintigraphy and CT. *Radiology* 2006;238:264-71.
20. Ndlovu X, George R, Ellmann A, et al. Should SPECT-CT replace SPECT for the evaluation of equivocal bone scan lesions in patients with underlying malignancies? *Nucl Med Commun* 2010;31:659-65.
21. Horger M, Eschmann SM, Pfannenber C, Venthein R, Besenfelder H, Claussen CD, et al. Evaluation of combined emission and transmission tomography for classification of skeletal lesions. *AJR Am J Roentgenol* 2004;183:655-61.
22. Paycha F, Richard B. Exploration scintigraphique du squelette. EMC-Radiodiagnostic-Squelette normal 2001;37. 30-480-A-10.
23. Elmadani AE. SPECT for diagnosing bone metastases in an African population. *Nucl Med Commun* 2008;29:254-9.
24. aveli G, Mafioli L, Maccauro M, De DEckero E, Bombardien E. Bone scintigraphy and added advantage of SPECT in detecting skeletal lesions. *Q J Nucl Med Mol Imaging* 2001;45:27-37.
25. 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. *Semnucl Med* 2009;39:431-42.
26. Girma A, Ramada A, Benisvy D, Malek Z, Fontana X, Darcourt J, et al. Reproductibilité en scintigraphie osseuse planaire, TEMP et TEMP/TDM du pied douloureux : importance d'une sémiologie standardisée. *Med Nucl* 2010;34:513-27.

Cet article a été publié dans le « *Batna Journal of Medical Sciences* » **BJMS**, l'organe officiel de « l'association de la Recherche Pharmaceutique – Batna »

Le contenu de la Revue est ouvert « Open Access » et permet au lecteur de télécharger, d'utiliser le contenu dans un but personnel ou d'enseignement, sans demander l'autorisation de l'éditeur/auteur.

Avantages à publier dans **BJMS** :

- Open access : une fois publié, votre article est disponible gratuitement au téléchargement
- Soumission gratuite : pas de frais de soumission, contrairement à la plupart des revues « Open Access »
- Possibilité de publier dans 3 langues : français, anglais, arabe
- Qualité de la relecture : des relecteurs/reviewers indépendants géographiquement, respectant l'anonymat, pour garantir la neutralité et la qualité des manuscrits.

Pour plus d'informations, contacter [BatnaJMS@gmail.com](mailto:BatnaJMS@gmail.com) ou connectez-vous sur le site de la revue : [www.batnajms.com](http://www.batnajms.com)

