

## COMMUNICATION

# Radiologie interventionnelle dans les métastases osseuses

Jean-Denis LAREDO \*, Jacques CHIRAS \*\*

## RÉSUMÉ

*Les actes de radiologie interventionnelle dans les métastases osseuses peuvent être classés en techniques antalgiques et de consolidation d'une part et celles de destruction tumorale d'autre part. La cimentoplastie (vertébroplastie dans le cas du rachis) est la technique antalgique et de consolidation la plus commune. Elle est efficace dans les segments osseux soumis principalement à des contraintes en compression (vertèbres, cotyle). Dans les localisations osseuses comme les os longs, où des forces de cisaillement dominant, ou en cas d'instabilité, l'association avec la mise en place percutanée de vis, de tiges métalliques ou d'implants intra-osseux est nécessaire. Les techniques de destruction tumorale par méthode thermique (radiofréquence, cryothérapie), chimique (alcool) ou médicamenteuse (chimio-embolisation), s'adressent principalement aux cas de métastase unique. Ces actes de radiologie interventionnelle pratiqués à foyer fermé ont l'avantage de ne pas retarder la mise en route d'une radiothérapie ou d'une chimiothérapie.*

## SUMMARY

*Percutaneous interventional radiology techniques for bone metastases may be divided into pain and consolidation procedures and tumor destruction techniques. Cementoplasty, and vertebroplasty in the particular case of vertebral location, are the most popular techniques used to obtain pain relief and bone consolidation. There are efficient in skeletal locations where compressive forces predominate such as the vertebral bodies and the acetabulum. However, in bone locations where shearing forces predominate such as the vertebral neural arch or the long bones, it is necessary to combine cementoplasty with some types of*

\* Service de radiologie, Hôpital Lariboisière, APHP, Université Paris-Diderot et Laboratoire de recherches orthopédiques B2OA, UMR CNRS 7051 ; e-mail : jean-denis.laredo@aphp.f

\*\* Service de neuroradiologie, Hôpital de la Pitié, APHP et Université Pierre et Marie Curie

*Tirés à part* : Professeur Jean-Denis LAREDO, Hôpital Lariboisière, Service de radiologie ostéo-articulaire, 2 rue Ambroise-Paré 75010 Paris

*Article reçu le 7 janvier 2018, accepté le 26 mars 2018*

*percutaneous stabilization device such as bone nailing or screwing, placement of intraosseous devices or percutaneous osteosynthesis. Thermal ablation techniques include mostly heating with radiofrequency and cooling with cryotherapy and are mostly indicated in patients with a single bone metastasis. All these musculoskeletal interventional treatments have the great advantage in these fragile patients not to delay radiotherapy and chemotherapy.*

## **INTRODUCTION**

Les progrès thérapeutiques accomplis récemment dans de nombreux types de cancers ont permis d'allonger la survie des patients, y compris de ceux qui présentent des métastases osseuses. Certaines formes de cancer, autrefois rapidement létales, tendent à se transformer en maladies chroniques. Du fait de cet allongement de la survie, des métastases osseuses sont maintenant observées dans des cancers réputés non ostéophiles où l'espérance de vie était très brève. Les métastases osseuses de petite taille et asymptomatiques ne réclament pas de traitement spécifique. Elles sont, en règle générale, indolores, n'accroissent pas la fragilité osseuse et relèvent du traitement systémique. En revanche, quand elles sont douloureuses ou font courir un risque de fracture, d'instabilité ou menacent la moelle, un traitement local par radiothérapie, chirurgie ou radiologie interventionnelle est nécessaire.

Les actes de radiologie interventionnelle osseuse peuvent être classés en techniques de consolidation et antalgiques, dont, notamment, la cimentoplastie (vertébroplastie dans le cas du rachis) et la pose percutanée de vis, de renforts métalliques ou d'implants intra-osseux et les techniques de destruction tumorale par méthode thermique (radiofréquence, cryothérapie), chimique (alcool) ou médicamenteuse (chimio-embolisation), d'indication plus rare. Ils peuvent, selon les cas, se substituer ou être associés à la radiothérapie ou à la chirurgie.

Nous décrirons ces différentes techniques puis préciserons leurs indications respectives.

## **TECHNIQUES DE CONSOLIDATION**

### **1. Vertébroplastie et autres cimentoplasties**

Elles consistent à injecter dans l'os, sous contrôle radiologique, au moyen de trocars introduits par voie percutanée, un polymère, le polyméthylmétacrylate (PMMA), qui est le ciment utilisé dans le scellement des prothèses articulaires et dont la tolérance biologique est bien établie [1]. Le ciment se coule dans les cavités et les espaces où la pression intra-osseuse est la plus basse. Une fois mis en contact, le mélange liquide et visqueux de monomère et de polymère de PMMA durcit en un temps variable de 8 à 18 minutes selon les propriétés du ciment. Plus la viscosité du ciment est élevée lors de son injection, plus le risque de fuite extra-osseuse est réduit et moins il va pénétrer les anfractuosités osseuses et s'ancre. Une fois durci, le

ciment PMMA a une parfaite stabilité et une excellente résistance en compression. Ces caractéristiques expliquent que la cimentoplastie trouve d'excellentes indications dans les zones osseuses soumises principalement à des forces de compression comme les corps vertébraux, en l'absence d'instabilité vertébrale, et l'acétabulum. En revanche, les zones osseuses où prédominent des forces de cisaillement telles que les métaphyses, le col du fémur notamment, et les diaphyses des os longs ne relèvent pas de la cimentoplastie simple.

### **1 a. Vertébroplastie « simple » et cyphoplastie à ballonnets**

#### *Technique*

La vertébroplastie est réalisée en salle de radiologie interventionnelle numérisée ou en salle d'angiographie équipée de CBCT (Cone Beam CT) ou dans certains cas sous scanner doublé d'un amplificateur de brillance, sous anesthésie locale ou anesthésie générale en fonction du contexte clinique, de l'âge et de l'état du patient ainsi que du nombre de vertèbres à traiter. Il est essentiel de pouvoir disposer d'une excellente qualité d'image fluoroscopique de face et de profil de la vertèbre à traiter. Aux étages lombaire et thoracique, la vertèbre est abordée par voie postérieure. Chaque fois que possible, on utilise une voie trans-pédiculaire qui a l'intérêt d'éviter le foramen et de contenir dans la vertèbre un éventuel reflux de ciment. L'abord bipédiculaire demande plus de temps mais permet d'obtenir une meilleure répartition du ciment aux étages thoracique inférieur et lombaire. A l'étage thoracique supérieur, un abord unilatéral peut être suffisant car les corps vertébraux sont plus étroits. À ces étages, la disposition anatomique fait qu'une voie suprapédiculaire ou parapédiculaire, dans l'espace costo-vertébral, doit souvent être utilisée. Le rachis cervical est abordé par voie antérolatérale, entre les gros vaisseaux du cou et l'axe trachéo-oesophagien (Fig. 1). Une fois le trocart en place dans le corps vertébral, une biopsie coaxiale est systématique afin de confirmer le diagnostic ou mettre en évidence une éventuelle modification du statut des récepteurs tumoraux ou la présence d'un gène permettant de mettre en jeu un traitement ciblé. Selon la taille de la vertèbre, deux à huit cm<sup>3</sup> de polyméthylmétacrylate, sont lentement injectés sous contrôle scopique afin de s'assurer de l'absence de fuite extra-vertébrale. Le ciment doit être bien opaque aux rayons X afin qu'une fuite soit décelée très précocement. L'utilisation de ciment de haute viscosité et dont la consistance reste longtemps visqueuse (de l'ordre de 20 minutes) permet d'injecter lentement le ciment et, si nécessaire, de repositionner la canule d'injection si une fuite de ciment apparaît. La rupture des corticales et notamment du mur postérieur du corps vertébral n'est pas une contraindication [2] mais doit rendre particulièrement prudent lors de l'injection du ciment. D'une manière générale, la pointe du trocart et donc le site d'injection du ciment, doit être tant que possible placée à distance du site de fuite potentielle. L'injection de ciment est contrôlée de façon continue par fluoroscopie ; en post-opératoire immédiat, un scanner de contrôle est réalisé pour vérifier la répartition du ciment et rechercher d'éventuelles fuites de ciment [3].

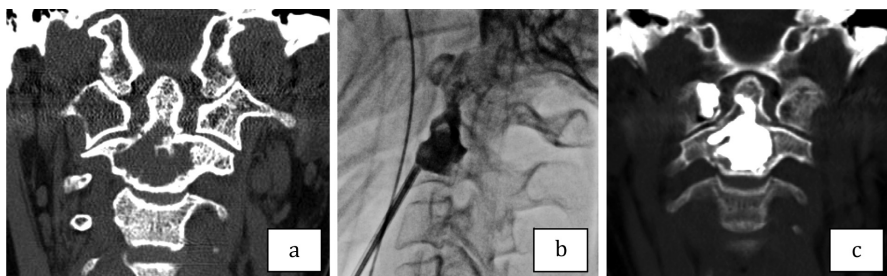


FIG. 1. — Vertébroplastie de C1 et C2. Myélome multiple responsable d'une ostéolyse de la masse latérale droite de C1, du corps de C2 et d'une fracture pathologique de l'odontoïde (a). Abord antérolatéral ascendant au trocart (b). Cimentoplastie de C1 et C2 à l'aide 4cc de polyméthylméta-crylate par une voie d'abord unique (c).

La cyphoplastie à ballonnets trouve son intérêt dans les ostéolyses vertébrales avec destruction corticale étendue. Elle débute par la mise en place et le gonflement d'un ballonnet de chaque côté du corps vertébral. Le ballon n'est pas laissé en place mais sert à créer une cavité au sein de la tumeur, ce qui permet d'injecter le ciment contre une faible pression et donc diminue le risque de fuite. Son intérêt est moindre depuis que l'on utilise des ciments à très haute viscosité qui permettent de mieux contrôler le risque de fuite. L'utilisation de ces ballonnets entraîne un coût supplémentaire et allonge la procédure.

## Résultats

Le taux de bons résultats sur la douleur et la fonction du patient est en moyenne de 85 %, à condition que l'indication soit bien posée [4]. L'effet antalgique est habituellement obtenu rapidement, dans les 24 à 48H qui suivent la vertébroplastie [4]. La rémission douloureuse permet habituellement de réduire les doses d'antalgiques et d'améliorer la qualité de vie du patient en restaurant son autonomie de mouvements. Cet effet antalgique est prolongé dans le temps et améliore la qualité de vie chez les patients présentant des métastases osseuses symptomatiques. Il permet au patient d'affronter le traitement systémique dans des meilleures conditions physiques et psychologiques.

Dans les métastases condensantes ou mixtes, la réalisation du geste est plus délicate et le risque de fuite de ciment nettement plus élevé que dans les lésions ostéolytiques du fait de l'hyperpression qu'il faut appliquer lors de l'injection [5].

Le mécanisme d'action de la vertébroplastie sur les douleurs peut être attribué à la consolidation du corps vertébral par le ciment. Elle pourrait aussi avoir un effet anti-tumoral limité dû à la libération de monomères cytotoxiques lors de la phase de polymérisation du ciment qui entrainerait une nécrose tissulaire sur plusieurs millimètres [6]. La relative rareté des récurrences locales de métastases osseuses de cancer du sein après vertébroplastie (14 %) alors que la progression de la maladie

tumorale en d'autres sites osseux non cimentés est observée dans 86 % des cas, indépendamment de l'association d'un traitement par radiothérapie à la vertébroplastie [7] est un argument indirect en faveur de l'hypothèse d'un effet anti-tumoral de la vertébroplastie.

### ***Fuites de ciment et complications***

Le pourcentage global de complications de la vertébroplastie pour métastase vertébrale, incluant les signes et symptômes dus à l'extravasation de ciment, l'embolie pulmonaire, les hématomes et hémorragies, l'infection, l'hypotension et une détérioration de la fonction cardiaque, est inférieur à 10 % [8]. Une fuite de ciment dans les veines péri-vertébrales, dans les tissus mous ou dans les disques intervertébraux, est décelée en scanner dans 70 % des cas environ [8], mais ces fuites sont presque toujours asymptomatiques. Les fuites de ciment dans le canal rachidien sont moins fréquentes. Elles sont bien tolérées si elles sont de faible volume ou prennent la place d'une masse tumorale. Les fuites plus volumineuses et les fuites foraminales peuvent être responsables de complications neurologiques. La survenue d'une compression médullaire est tout à fait exceptionnelle dans des conditions adaptées de réalisation du geste (salle de radiologie interventionnelle avec équipement de scopie de bonne qualité) et de formation du radiologue interventionnel, mais une fuite dans le foramen peut être plus facilement à l'origine d'une radiculalgie du fait de son étroitesse [8]. La plupart de ces radiculalgies sont régressives spontanément mais elles peuvent nécessiter une infiltration ou une libération chirurgicale de la racine nerveuse.

L'embolie pulmonaire de ciment n'est pas rare mais presque toujours asymptotique si elle n'est pas massive [8].

### **1 b. Acétabuloplastie**

Les métastases en zone portante de l'acétabulum sont souvent hyperalgiques et source d'impotence majeure. Ce sont d'excellentes indications de la cimentoplastie, qui prend ici le nom d'acétabuloplastie, en l'absence de fracture déplacée ou de destruction étendue de la lame corticale sous-chondrale (Fig. 2). Le résultat de l'acétabuloplastie, est souvent spectaculaire. Une amélioration des douleurs est obtenue dans plus de 80 % des cas [9, 10]. Elle permet une reprise rapide de la marche.

Le principal risque est le passage de ciment dans l'interligne articulaire avec atteinte fonctionnelle de l'articulation coxo-fémorale ; ce risque est accru en cas de destruction étendue de la corticale sous-chondrale.

Toutes les parties de l'os iliaque sont accessibles à la cimentoplastie telles que les colonnes antérieure et postérieure et notamment les branches ilio- et ischio-pubiennes [11, 12].

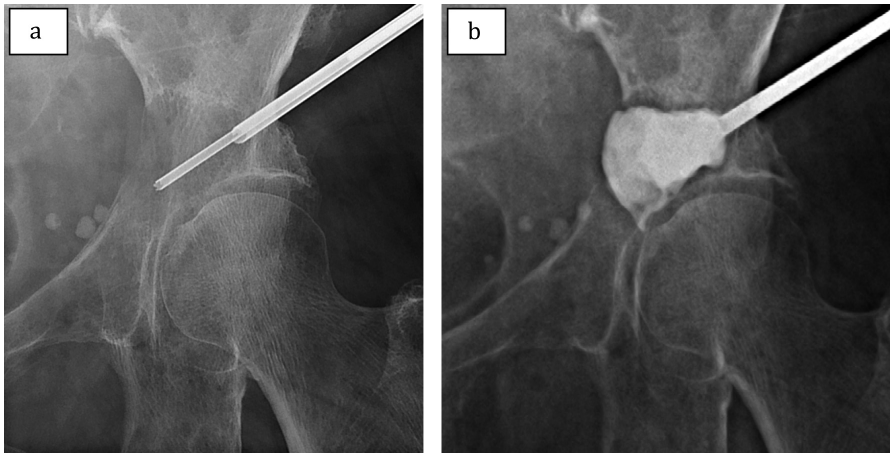


FIG. 2. — **Acétabuloplastie.** Ostéolyse supra-cotyloïdienne dans le cadre d'un myélome multiple (a). Mise en place d'un trocart et remplissage très progressif de l'ostéolyse à l'aide de 12cc de polyméthylmétaacrylate très visqueux pour minimiser le risque de fuite intra-articulaire de ciment (b).

### 1 c. Autres cimentoplasties

La cimentoplastie du sacrum est un geste techniquement difficile du fait de la forme complexe du sacrum, de la présence du canal et des foramens sacrés et de la difficulté à les repérer en scopie. Les localisations aux ailerons sacrés sont les plus propices à une cimentoplastie. La cimentoplastie du sacrum est efficace sur les douleurs dans 85 % des cas et permet de réduire de façon significative la consommation d'opiacés [12]. La fuite de ciment dans un foramen sacré expose à la compression d'une racine sacrée et de radiculalgie sciatique [12].

La cimentoplastie a pu être utilisée dans les lésions secondaires de la scapula [13]. Ces lésions sont la plupart du temps volumineuses, et sont difficilement remplies par le ciment, mais même un remplissage incomplet peut permettre d'obtenir un effet antalgique.

La cimentoplastie peut, en théorie, être utilisée dans les métastases des têtes fémorales [14] et humérales [15] mais les indications sont en fait exceptionnelles soit parce que la métastase est de petite taille et asymptomatique soit parce qu'elle est volumineuse et détruit les corticales ou s'étend dans le col ce qui est une indication à un remplacement prothétique.

### 2. Associations de cimentoplastie et de pose percutanée d'implants intra-osseux

Dans les zones osseuses où siègent des forces de cisaillement importantes (métaphyses, col du fémur notamment, et diaphyses des os longs), la cimentoplastie seule ne suffit pas. Dans ces cas, le traitement repose sur l'ostéosynthèse chirurgicale (à ciel

ouvert ou percutané) ou des techniques associant la pose percutanée d'implants intra-osseux et la cimentoplastie.

## **2 a. Implants intra-osseux à type de stent ou de sac poreux**

Il existe différents types de stent extensibles qui, contrairement aux ballonnets mentionnés plus haut, sont des implants qui sont remplis de ciment une fois positionnés et laissés en place. Il existe de nombreux types d'implants ; certains ressemblent à de véritables stents vasculaires (VBS, Vertebral Body Stenting, Depuy-Synthes, 69801 Sant Priest, France), d'autres à des cricks (Spine Jack<sup>R</sup>, Vexim, Balma 31130, France) d'autres forment un sac à mailles très fines (Vessel'X<sup>R</sup>, Spirit Spine, Taiwan) dans lequel on injecte le ciment et qui le retient et ne le laisse filtrer à travers ses mailles qu'en fin de remplissage. Ils peuvent être utilisés en cas de rupture corticale étendue ou dans les localisations critiques à proximité immédiate d'organes vitaux où l'on doit éviter toute fuite de ciment.

## **2 b. Ostéosynthèse rachidienne postérieure percutanée couplée à une vertébroplastie dans les rachis instables**

En cas de rachis instable, une ostéosynthèse est nécessaire. Il est possible de réaliser une ostéosynthèse postérieure par voie percutanée qui peut être couplée à une vertébroplastie.

## **2 c. Vissage percutané couplé à une cimentoplastie**

Dans les segments osseux sièges de forces de cisaillement, il est nécessaire pour restaurer la résistance osseuse de placer plusieurs vis en triangulation et de créer une continuité mécanique entre les différentes vis en les noyant de ciment. L'usage de vis canulées et perforées permet d'ancrer la vis dans l'os par une injection de ciment à travers la vis [16, 17]. Ce type d'intervention trouve des applications dans les ostéolyses des branches ilio- et ischio-pubiennes et l'aile iliaque. Plusieurs vis peuvent être placées en triangulation dans le col fémoral pour le renforcer [18].

## **2°. Clou verrouillé et cimentoplastie dans les ostéolyses étendues du détroit supérieur du bassin**

Les ostéolyses étendues du détroit supérieur sont rares mais interrompent la transmission des contraintes entre le membre inférieur et le rachis et entraînent une impotence complète à la marche. La stabilisation chirurgicale de ces ostéolyses est complexe et rarement efficace. Dans ces situations rares, il est possible de réaliser un enclouage verrouillé et cimenté qui supplée l'ostéolyse du détroit supérieur et permet au patient de reprendre la marche (Fig.3) [19].

## **2 d. Implant intra-osseux couplé à une cimentation dans les ostéolyses du col fémoral**

Un implant dédié en forme de Y, canulé et perforé pour pouvoir être cimenté (Y-strut, Hyprévention<sup>R</sup>) peut être placé pour renforcer les ostéolyses du col

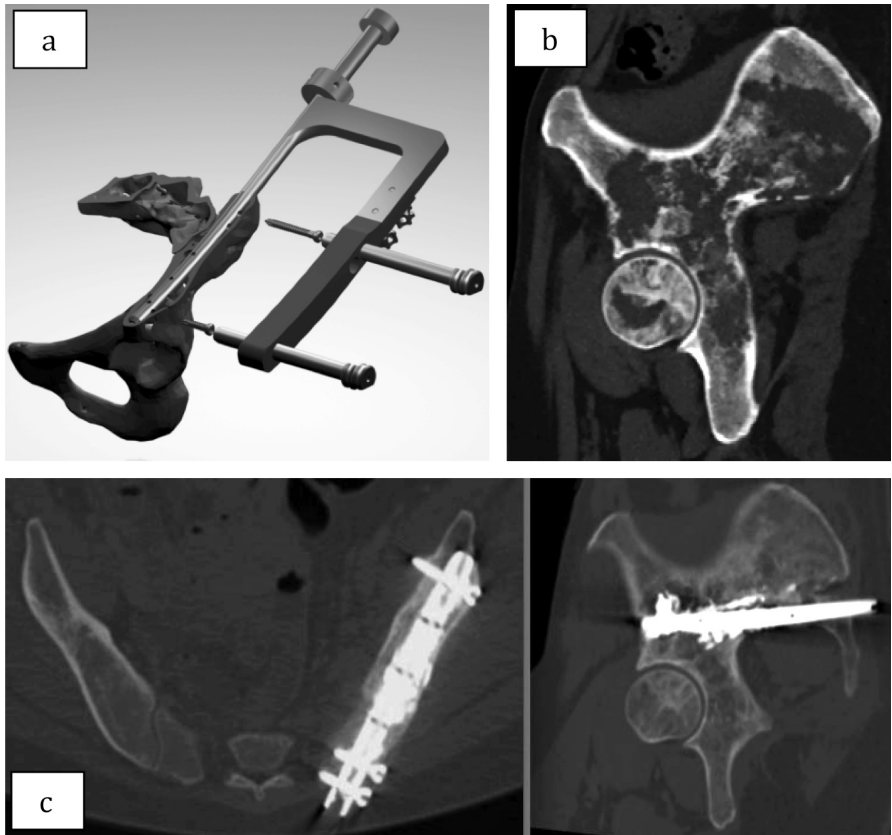


FIG. 3. — **Enclouage percutané couplé à une cimentoplastie du bassin.** Clou fabriqué sur mesure et verrouillé par deux vis dans la sacro-iliaque et une vis iliaque antérieure utilisé en cas de destruction étendue de l'os iliaque pour suppléer le détroit supérieur (a). Localisation iliaque d'un lymphome agressif détruisant tout le détroit supérieur du bassin et empêchant toute mise en charge (b). Contrôle scanner après mis en place du clou et cimentoplastie à travers le clou (c). (from: Laredo JD, Mosseri J, Nizard R. Percutaneous nailing and cementoplasty for palliative management of supraacetabular iliac wing metastases. *J Bone Jt Surg Case Connector*. 2017 ; 7(3):pe46. DOI: 10.2106/JBJS.CC.16.00200 ». Avec l'autorisation de l'éditeur)

fémoral comme alternative à un clou gamma à condition que l'ostéolyse ne s'étende pas dans la région inter-trochantérienne et dans la tête fémorale et que la destruction corticale ne soit pas trop importante (Fig. 4) [20].

### TECHNIQUES PERCUTANÉES DE DESTRUCTION TUMORALE

L'intérêt des techniques de destruction tumorale percutanée par cryothérapie ou radiofréquence est de pouvoir procurer un soulagement de la douleur plus durable



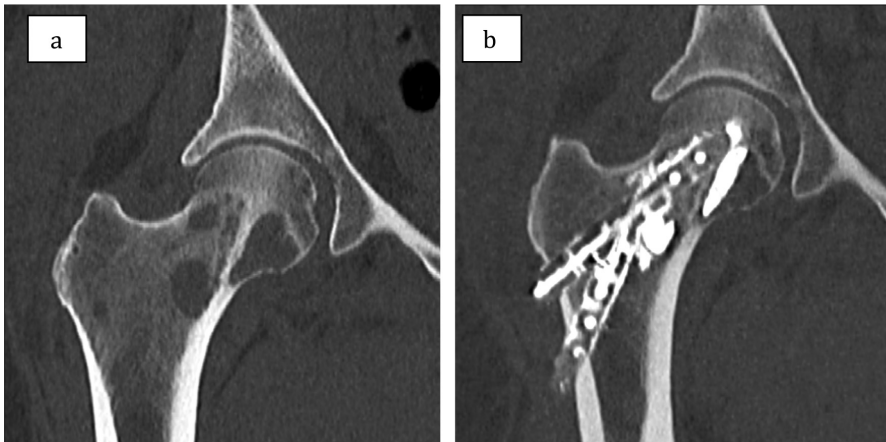


FIG. 4. — **Implant en Y cimenté pour renforcement du col fémoral.** Métastase de cancer du sein fragilisant le col fémoral, douloureuse dès la mise en charge (a) traitée par mise en place percutanée d'un implant Y-strut, en matériau Peak, composé de deux pièces introduites séparément et imbriquées l'une dans l'autre lors de la mise en place et suivie d'une cimentoplastie à travers l'implant (b).

que la radiothérapie. Leur meilleure indication est la métastase unique des cancers où la destruction tumorale permet d'obtenir une longue survie tels que le cancer de la thyroïde. A elles seules, elles ne permettent pas d'obtenir une stabilisation osseuse mécanique mais peuvent être associées à une cimentoplastie [21].

### 1. Radiofréquence

L'émission d'ondes de radiofréquence par l'intermédiaire d'une sonde mise en place au centre d'une tumeur permet d'obtenir une destruction tumorale par hyperthermie. Cette technique a d'abord été appliquée à la destruction tumorale de lésions hépatiques. Son utilisation s'est ensuite progressivement étendue à d'autres viscères et au traitement des lésions osseuses. Le courant électrique émis se propage en fonction de la conductibilité des tissus. Il détruit tous types de tissus, nerfs compris. Il faut donc respecter une zone de sécurité de 10mm ente la zone traitée et la moelle ou un nerf ce qui limite son utilisation à proximité du canal rachidien.

### 2. Cryoablation

La cryoablation vise à détruire la tumeur par congélation des tissus obtenue par l'intermédiaire d'une sonde placée sous contrôle radiologique au centre de la tumeur. Le dispositif de cryo-ablation génère une température de  $-100^{\circ}\text{C}$  à l'extrémité de la sonde par circulation d'argon. Dès  $-20^{\circ}\text{C}$ , on observe une mort cellulaire secondaire à une dénaturation protéique et à une perte de l'intégrité des membranes cellulaires. Si l'emploi de la cryothérapie en chirurgie est ancien, son extension aux techniques percutanées est plus récente [22]. Son usage est relative-

ment répandu pour le traitement des lésions tumorales hépatiques, et plus récent dans les lésions osseuses [23, 24]. Ses principaux avantages sont une bonne visualisation du volume traité sous la forme d'une boule de glace visible en scanner et son efficacité sur tout type de métastase, ostéolytique ou condensant. D'autre part, l'effet antalgique propre au froid rend plus aisé la réalisation de la procédure sous sédation légère. Les principales limites à son utilisation restent la longueur de la procédure, le coût du matériel [25], et la difficulté de l'association à une cimentoplastie dans le même temps opératoire.

### **3. Alcoolisation**

C'est une technique relativement ancienne qui consiste à injecter directement dans la tumeur, sous scanner le plus souvent, de l'alcool à 98 % mélangé à un opacifiant. Elle permet d'obtenir une nécrose tumorale, une destruction des terminaisons nerveuses à la périphérie de la tumeur et un effet antalgique souvent important et quasi immédiat. Cependant, la durée de cet effet antalgique est variable mais ne dépasse pas trois à cinq mois habituellement [26]. Pour cette raison, on lui préfère les techniques de destruction par radiofréquence ou cryo-ablation d'effet plus durable.

### **4. Association de techniques de destruction tumorale et de perfusion de drogues sensibilisatrices**

Une voie de recherche consiste à associer une technique de destruction tumorale et la perfusion dans la même région de drogues qui potentialisent l'effet du traitement local. C'est le cas, par exemple, de l'association de la radiofréquence et de la chimio-embolisation intra-artérielle ou de la combinaison de l'électroporation avec l'injection de nanoparticules contenant de la doxorubicine dans les cancers du foie [27, 28].

## **TECHNIQUES ENDOVASCULAIRES**

L'embolisation endovasculaire est principalement utilisée pour réduire le saignement per-opératoire lors de l'exérèse de lésions hypervascularisées (cancers du rein, de la thyroïde notamment). Parallèlement, elle a été utilisée pour provoquer une nécrose tumorale et obtenir un effet antalgique [29]. Sur cette base, certains auteurs, encouragés par le succès de l'embolisation, ont développé la chimio-embolisation qui associe embolisation hypersélective et chimiothérapie intra-artérielle [30].

### **1. Embolisation endovasculaire**

La principale indication de l'embolisation est le traitement palliatif antalgique des métastases osseuses inopérables chimio-résistantes et responsables de douleurs mal contrôlées par les antalgiques [29]. Si l'effet antalgique est quasi constant, sa durée est très variable, de 3 semaines à 8 mois et dépend de l'agressivité de la tumeur.

Elle consiste à injecter dans les artères les plus distales possibles, en amont de la tumeur, des matériaux d'embolisation afin de provoquer une nécrose tumorale. Différents agents d'embolisation ont été utilisés : microparticules calibrées ou non (*polyvinyl alcohol* [PVA], Embosphère®) ou agents liquides (alcool absolu, colle biologique). Les agents liquides permettent d'obtenir une dévascularisation définitive mais sont peu utilisés car ils nécessitent une injection au sein de la lésion tumorale pour éviter une nécrose tissulaire extensive. La dévascularisation est d'autant plus importante et distale que les particules sont de petit calibre (100 à 300  $\mu\text{m}$ ) mais l'utilisation de ce type de particules accroît également le risque de nécrose des tissus adjacents. Dans des mains entraînées, les complications sont exceptionnelles. L'embolisation de masses tumorales volumineuses peut être suivie d'un syndrome post-embolisation associant fièvre et douleurs locales qui régresse habituellement en quelques jours.

## 2. Chimio-embolisation

L'association à l'embolisation de microparticules d'une perfusion d'anti-mitotiques ou de microparticules chargées en anti-mitotiques permet de traiter des lésions osseuses uniques ou multiples, préalablement irradiées, inopérables et échappant au traitement médical. Le principe est celui d'une embolisation endovasculaire, associée à une infusion intra-artérielle locale d'anti-mitotiques, ce qui permet de multiplier par 20 à 40 leur efficacité anti-tumorale. Les doses d'antimitotiques injectées (Carboplatine, Adriamycine) sont relativement faibles et habituellement insuffisantes pour entraîner une toxicité générale. En revanche, au contact des racines, ces doses élevées d'anti-mitotiques peuvent être responsables d'une toxicité nerveuse, au bassin en particulier. Une réponse partielle ou complète est observée dans 50 à 70 % des cas. Cette technique s'avère souvent efficace dans la prise en charge des métastases non accessibles aux autres traitement locaux [30]. Outre la destruction tumorale, cette chimio-embolisation permet d'obtenir une reconstruction osseuse dans certains cas de métastases ostéolytiques invalidantes. La chimio-embolisation peut être associée à une cimentoplastie dans des lésions destructrices, au bassin en particulier.

## INDICATIONS

La décision d'entreprendre un traitement local devant des métastases osseuses dépend de nombreux paramètres : le type de cancer primitif et l'espérance de vie du patient, son état général, la probabilité de trouver un traitement systémique efficace, sa radiosensibilité, le nombre de métastases, leurs tailles et leurs localisations et notamment leur caractère stable ou instable et le risque de fracture pathologique, le risque de compression nerveuse, leur aspect ostéolytique, condensant ou mixte, le degré d'envahissement des tissus mous, la présence et l'importance des douleurs et la tolérance des traitements antalgiques.

Toutes les métastases osseuses ne requièrent pas un traitement local spécifique. C'est le cas des petites localisations asymptomatiques ne menaçant par un organe vital.

D'une façon générale, la vertébroplastie et la cimentoplastie trouvent leurs meilleures indications dans les métastases ostéolytiques qui siègent dans un segment osseux soumis à des forces de compression comme les corps vertébraux, en l'absence d'instabilité rachidienne, et le toit de l'acétabulum. En revanche, dans tous les segments osseux où s'exercent des forces de cisaillement comme les diaphyses et les métaphyses des os longs et notamment le col fémoral mais aussi le rachis instable, la cimentoplastie ne peut pas suffire et il faut utiliser un moyen de fixation chirurgicale ou percutanée.

Un cas peu fréquent doit être isolé : c'est celui de la métastase unique chez un patient qui peut avoir une longue survie comme dans le cas du cancer du rein ou de la thyroïde. Dans ce cas, le traitement local peut avoir comme objectif d'éradiquer la métastase, si cela est possible, en utilisant une technique de destruction tumorale comme la cryothérapie ou la radiofréquence qui peuvent être en concurrence, pour atteindre cet objectif, avec la radiothérapie stéréotaxique.

### ***Cas des métastases vertébrales***

Dans le cas des métastases vertébrales, deux questions se posent : existe-t-il une compression nerveuse par la masse tumorale ? Si la réponse est positive, une libération chirurgicale, le plus souvent complétée par une ostéosynthèse, est nécessaire. Une vertébroplastie peut être réalisée en complément. Si le patient n'est pas opérable, une radiothérapie peut être indiqué [4].

Existe-t-il une instabilité ou, plus précisément, celle-ci persistera-t-elle après une éventuelle vertébroplastie ? En cas de réponse positive, le traitement local doit comprendre une stabilisation chirurgicale qui, à l'étage lombaire, peut être faite par une voie antérieure ou postérieure selon les cas. Dans certains de ces cas, une ostéosynthèse postérieure peut être mise en place par voie percutanée et être couplée à une vertébroplastie dans le même temps opératoire.

Le score SINS (Spine Instability Neoplastic Score) permet de chiffrer l'instabilité vertébrale (tableau 1) [31]. Il prend en compte le segment du rachis où se localise la métastase, le caractère mécanique des douleurs, le caractère ostéolytique, condensant ou mixte de la métastase, la présence d'une subluxation intervertébrale, la présence et l'importance du tassement vertébral, l'extension unilatérale ou bilatérale à l'arc postérieur. Le score maximal est de 18. Jusqu'à 6, la lésion est considérée comme stable. Au-dessus de 12, elle est considérée comme instable. De 7 et 12, la stabilité est incertaine [31].

Si l'on doit traiter une volumineuse extension dans les tissus mous pré vertébraux responsable de douleurs importantes, il faut avoir recours à une technique de destruction tumorale comme la cryothérapie dont on a vu les avantages ou la radiofréquence.

TABLEAU 1. — Score SINS (Spine Instability Neoplastic Score) permettant de chiffrer l'instabilité vertébrale (31).

<b>Element of SINS</b>	<b>Score</b>
<b>Location</b>	
<b>Junctional</b> (occiput-C2, C7-T2, T11-L1, L5-S1)	<b>3</b>
<b>Mobile spine</b> (C3-C6, L2-L4)	<b>2</b>
<b>Semi-rigid</b> (T3-T10)	<b>1</b>
<b>Rigid</b> (S2-S5)	<b>0</b>
<b>Pain relief with recumbency and/or pain with movement/loading of the spine</b>	
<b>Yes</b>	<b>3</b>
<b>No</b> (occasional pain but not mechanical)	<b>1</b>
<b>Pain free lesion</b>	<b>0</b>
<b>Bone lesion</b>	
<b>Lytic</b>	<b>2</b>
<b>Mixed</b> (lytic/blastic)	<b>1</b>
<b>Blastic</b>	<b>0</b>
<b>Radiographic spinal alignment</b>	
<b>Subluxation/translation present</b>	<b>4</b>
<b>De novo deformity</b> (kyphosis/scoliosis)	<b>2</b>
<b>Normal alignment</b>	<b>0</b>
<b>Vertebral body collapse</b>	
<b>&gt; 50 % collapse</b>	<b>3</b>
<b>&lt; 50 % collapse</b>	<b>2</b>
<b>No collapse with &gt; 50 % body involved</b>	<b>1</b>
<b>None of the above</b>	<b>0</b>
<b>Posterolateral involvement of the spinal elements</b> (facet, pedicle or CV joint fracture or replacement with tumor)	
<b>Bilateral</b>	<b>3</b>
<b>Unilateral</b>	<b>1</b>
<b>None of the above</b>	<b>0</b>

Les métastases du corps vertébral, qui s'accompagnent d'une extension dans le canal rachidien et risquent de comprimer la moelle ou la queue de cheval, nécessitent une libération chirurgicale ou une radiothérapie, en fonction de l'état du patient et de son espérance de vie. La radiothérapie peut être complétée par une vertébroplastie.

Dans les cas où la métastase vertébrale ne menace pas la moelle ou la queue de cheval et n'est pas à l'origine d'une instabilité vertébrale, qui sont la grande majorité, la vertébroplastie est la meilleure solution. Rappelons que l'atteinte du mur postérieur et une destruction vertébrale importante ne sont pas des contre-indications à la réalisation d'une vertébroplastie, mais nécessitent une expérience particulière de l'opérateur. L'usage de ciments très visqueux diminue le risque de fuite. La vertébroplastie peut être complétée par une radiothérapie s'il existe des raisons de craindre une poursuite de la croissance de la métastase. Dans les localisations où l'on doit éviter toute fuite de ciment comme les masses latérales de C1 et C2, il est préférable d'utiliser un implant de type stent (Vessel'X<sup>R</sup>, Spirit Spine, Taiwan) dans lequel on injecte le ciment et qui le retient et ne le laisse filtrer à travers ses mailles qu'en fin de remplissage.

### ***Cas des métastases iliaques***

Les métastases de l'acétabulum sont une excellente indication de la cimentoplastie qui permet, en règle générale, au patient de reprendre rapidement la marche (Fig.2). En cas de destruction de la lame corticale sous-chondrale, un stent peut être placé en regard de cette déhiscence pour minimiser le risque de fuite intra articulaire de ciment.

Les métastases des branches ilio-pubiennes ou ischio-pubiennes peuvent selon les cas être simplement cimentées ou faire l'objet d'un vissage percutané associé à une cimentoplastie.

Les métastases iliaques étendues détruisant le détroit supérieur peuvent être enclouées et cimentées à l'aide d'un clou canulé, perforé et, si nécessaire, sur mesure qui permet d'assurer la transmission des contraintes de l'acetabulum à la sacro-iliaque et au rachis (Fig.4) [19].

### ***Cas des métastases des os longs et du col fémoral en particulier***

Le traitement de référence des métastases des os longs reste chirurgical par ostéosynthèse ou prothèse quand l'épiphyse est atteinte. Le score de Mirels permet d'évaluer le risque de fracture pathologique des os longs et constitue une aide à la décision opératoire [32]. Il prend en compte 4 critères, localisation squelettique, intensité de la douleur, type anatomo-radiologique de la lésion (ostéolytique, mixte ou condensant), et sa taille, cotés chacun de 1 à 3 (Tableau 1). Le score peut donc aller de 0 à 12. Un score supérieur à 8 suggère que le risque de fracture est modéré ou important et qu'une ostéosynthèse prophylactique est nécessaire.

Pour le col fémoral, le traitement de référence est chirurgical avec mise en place d'un clou Gamma ou prothèse fémorale. Des interventions percutanées qui sont moins traumatisantes telles que le vissage percutané couplé à une cimentation et la pose d'implant intra-osseux couplé à une cimentation (Fig.3) détaillés plus haut ont été récemment proposées dans les ostéolyses du col fémoral. Elles peuvent permettre de ne pas retarder l'initiation de la chimiothérapie et de la radiothérapie. L'efficacité et la place de ces alternatives reste à préciser.

## CONCLUSION

Le développement des techniques de radiologie interventionnelle permet d'améliorer le pronostic fonctionnel et la qualité de vie des patients porteurs de métastases osseuses dont l'espérance de vie est parfois très longue, sans interférence avec le traitement oncologique.

## RÉFÉRENCES

- [1] Galibert P, Deramond H, Rosat P, Le Gars D. (preliminary note on the treatment of vertebral hemangioma by percutaneous acrylic vertebroplasty). Neurochirurgie. 1987;32:166-8.
- [2] Basile A, Cavalli M, Fiumara P, Di Raimondo F, Mundo E, Caltabiano G, et al. Vertebroplasty in multiple myeloma with osteolysis or fracture of the posterior vertebral wall. Usefulness of a delayed cement injection. Skeletal Radiol. 2011;40(7):913-9.
- [3] Nieuwenhuijse MJ, Van Erkel AR, Dijkstra PD. Cement leakage in percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: identification of risk factors. The Spine Journal. 2011;11:839-48.
- [4] Weill A, Chiras J, Simon JM, Rose M, Sola-Martinez T, Enkaoua E. Spinal metastases: indications for and results of percutaneous injection of acrylic surgical cement. Radiology. 1996;199:241-7.
- [5] Calmels V, Vallee JN, Rose M, Chiras J. Osteoblastic and mixed spinal metastases : evaluation of the analgesic efficacy of percutaneous vertebroplasty. AJNR American journal of neuroradiology.2007;28:570-4
- [6] Radin EL, Rubin CT, Thrasher EL, Lanyon LE, Crugnola AM, Schiller AS, et al. Changes in the bone-cement interface after total hip replacement. An *in vivo* animal study. The Journal of bone and joint surgery American volume. 1982;64:1188-200.
- [7] Roedel B, Clarençon F, Touraine S, Cormier E, Molet-Benhamou L, Le Jean L, Brisse H, Neuenschwander S, Chiras J. Has percutaneous vertebroplasty a role to prevent progression or local recurrence in spinal metastases of breast cancer? Journal of neuroradiology Journal de neuroradiologie. 2015;42:222-8
- [8] Laredo JD, Hamze B. Complications of percutaneous vertebroplasty and their prevention. Skeletal Radiol 2004;33:493-505.
- [9] Cotten A, Demondion X, Boutry N, Cortet B, Chastanet P, Duquesnoy B, et al. Therapeutic percutaneous injections in the treatment of malignant acetabular osteolyses. Radiographics. 1999;19:647-53.

- [10] Weill A, Kobaiter H, Chiras J. Acetabulum malignancies: technique and impact on pain of percutaneous injection of acrylic surgical cement. *European Radiology*. 1998;8:123-9.
- [11] Kelekis A, Lovblad KO, Mehdizade A, Somon T, Yilmaz H, Wetzel SG, et al. Pelvic osteoplasty in osteolytic metastases: technical approach under fluoroscopic guidance and early clinical results. *Journal of Vascular and Interventional Radiology : JVIR*. 2005;16:81-8.
- [12] Yamada K, Matsumoto Y, Kita M, Yamamoto K, Kohda W, Kobayashi T, et al. Clinical outcome of percutaneous osteoplasty for pain caused by metastatic bone tumors in the pelvis and femur. *Journal of Anesthesia*. 2007;21:277-81.
- [13] Choi HR, Lee PB, Kim KH. Scapulopecty alleviates scapular pain resulting from lung cancer metastasis. *Pain Physician*. 2010;13:485-91.
- [14] Deschamps F, Farouil G, Hakime A, Barah A, Guiu B, Teriitehau C, et al. Cementoplasty of metastases of the proximal femur: is it a safe palliative option? *Journal of vascular and Interventional Radiology : JVIR*. 2012;23:1311-6.
- [15] Sun G, Jin P, Liu XW, Li M, Li L. Cementoplasty for managing painful bone metastases outside the spine. *European Radiology*. 2014;24:731-7.
- [16] Mavrovi E, Pialat JB, Beji H, Kalenderian AC, Vaz G, Richioud B. Percutaneous osteosynthesis and cementoplasty for stabilization of malignant pathologic fractures of the proximal femur. *Diagnostic and Interventional Imaging* 2017;98:483-89
- [17] Pusceddu C, Fancellu A, Ballicu N, Fele RM, Sotgia B, Melis L. CT-guided percutaneous screw fixation plus cementoplasty in the treatment of painful bone metastases with fractures or a high risk of pathological fracture. *Skeletal Radiol* 2017;46:539-45
- [18] Deschamps F, Farouil G, Hakime A, Teriitehau C, Barah A, de Baere T. Percutaneous stabilization of impending pathological fracture of the proximal femur. *Cardiovascular and Interventional Radiology*. 2012;35:1428-32.
- [19] Laredo JD, Mosseri J, Nizard R. Percutaneous nailing and cementoplasty for palliative management of supraacetabular iliac wing metastases. *J Bone Jt Surg Case Connector*. 2017; 7(3):pe46. DOI: 10.2106/JBJS.CC.16.00200
- [20] Cornelis FH, Tselikas L, Carteret T, Lapuyade B, De Baere T, Huec JC, Deschamps F. Percutaneous internal fixation with Y-STRUT® device to prevent both osteoporotic and pathological hip fractures: a prospective pilot study. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* 2017;12:27. DOI: 10.1186/s13018-017-0514-2
- [21] Clarencon F, Jean B, Pham HP, Cormier E, Bensimon G, Rose M, et al. Value of percutaneous radiofrequency ablation with or without percutaneous vertebroplasty for pain relief and functional recovery in painful bone metastases. *Skeletal Radiol*. 2013;42:25-36.
- [22] Beland MD, Dupuy DE, Mayo-Smith WW. Percutaneous cryoablation of symptomatic extraabdominal metastatic disease: preliminary results. *AJR American journal of roentgenology*. 2005;184:926-30.
- [23] Callstrom MR, Charboneau JW, Goetz MP, Rubin J, Atwell TD, Farrell MA, et al. Image-guided ablation of painful metastatic bone tumors: a new and effective approach to a difficult problem. *Skeletal Radiol*. 2006;35:1-15.
- [24] Morrison PR, Silverman SG, Tuncali K, Tatli S. MRI-guided cryotherapy. *Journal of Magnetic Resonance Imaging : JMRI*. 2008;27:410-20.
- [25] Moser T, Buy X, Goyault G, Tok C, Irani F, Gangi A. [Image-guided ablation of bone tumors: review of current techniques]. *Journal de Radiologie*. 2008;89:461-71.
- [26] Gangi A, Kastler B, Klinkert A, Dietemann JL. Injection of alcohol into bone metastases under CT guidance. *Journal of Computer Assisted Tomography*. 1994;18:932-5.



- [27] Yamakado K, Nakatsuka A, Takaki H, et al. Early-stage hepatocellular carcinoma : radiofrequency ablation combined with chemoembolization versus hepatectomy. *Radiology* 2008; 247:260-266
- [28] Melancon MP, Figueira TA, Fuentes DT, et al. Development of an electroporation and nanoparticle-based therapeutic platform for bone metastases. *Radiology* 2017
- [29] Layalle I, Flandroy P, Trotteur G, Dondelinger RF. Arterial embolization of bone metastases: is it worthwhile? *Journal Belge de Radiologie*. 1998;81:223-5.
- [30] Chiras J, Adem C, Vallee JN, Spelle L, Cormier E, Rose M. Selective intra-arterial chemoembolization of pelvic and spine bone metastases. *Eur Radiol*. 2004;14:1774-80.
- [31] Fisher CG, DiPaola CP, Ryken TC, et al. A novel classification system for spinal instability in neoplastic disease : An evidence-based approach and expert consensus from the spine oncology study group. *Spine*. 2010;35:E1221—E1229
- [32] Mirels H. Metastatic disease in long bones. A proposed scoring system for diagnosing impending pathologic fractures. *Clin Orthop* 1989;249 :256-64

