

L'exploration axillaire en pratique quotidienne dans le parcours diagnostique d'un cancer du sein

Axillary staging in daily practice in the diagnosis of breast cancer

J. Boudier · G. Oldrini · C. Barlier · A. Lesur

Reçu le 15 mai 2019 ; accepté le 28 août 2019
© Lavoisier SAS 2019

Résumé Lors de la découverte d'un cancer du sein, la qualité du bilan préthérapeutique est essentielle afin d'orienter la décision thérapeutique. L'exploration axillaire est primordiale, car elle évalue l'extension régionale de la maladie, ce qui en fait un des facteurs pronostiques majeurs. Différents examens d'imagerie préopératoires peuvent révéler une atteinte de ces ganglions axillaires. Cependant, l'imagerie de référence reste l'échographie axillaire, qui permet également de guider des prélèvements. Depuis l'étude ACOSOG-Z0011, nous sommes face à une désescalade thérapeutique de la chirurgie axillaire. Selon des résultats récents, on constate que la place de l'imagerie axillaire est encore plus importante. Le but de l'échographie est d'éviter un curage en deux temps après un ganglion sentinelle positif lorsque les critères de l'ACOSOG-Z0011 ne sont pas remplis.

Mots clés Cancer du sein · Ganglion axillaire · Échographie

Abstract When a breast cancer is diagnosed, the quality of the evaluation before treatment is essential to guide the therapeutic decision. The staging axillary is necessary because it estimates the regional extension of the disease, which makes it a paramount prognosis factor. Some different preoperative medical imaging can reveal metastasis axillary nodes. However, the axillary ultrasound remains the refe-

rence imaging and it also leads the biopsies too. Since the ACOSOG-Z0011 trial, we are facing a therapeutic de-escalation in the axillary surgery. According to recent results, we can note that the position of the axillary imaging is more and more important. The purpose of the ultrasound is to avoid a two-stage dissection after a positive sentinel lymph node when the ACOSOG-Z0011 criteria are not met.

Keywords Breast cancer · Axillary nodes · Ultrasound

Introduction

Le diagnostic radiologique de cancer du sein est en lien direct avec la prise en charge thérapeutique.

Cela nécessite une multidisciplinarité qui doit s'organiser entre les radiologues, les anatomopathologistes et les cliniciens. En effet, le travail des chirurgiens et oncologues repose en grande partie sur les constatations faites en imagerie et les analyses histologiques qui en découlent.

L'intérêt d'un bilan préthérapeutique optimal est d'aider à la décision de traitement, majoritairement entre la chirurgie et une chimiothérapie néoadjuvante en fonction de la localisation, de la taille, entre autres, de la lésion mammaire et en corrélation à ses caractéristiques anatomopathologiques et à l'évaluation axillaire. Dans le cadre d'une chirurgie, la précision de l'imagerie orientera le clinicien dans le type d'acte chirurgical à réaliser. Les résultats des analyses radiologique et histologique peuvent également permettre d'anticiper les éventuels traitements adjuvants en informant la patiente et optimiser les délais de mise en place.

La place de l'exploration axillaire est indispensable afin d'évaluer la progression de la maladie au niveau régional. Elle reste un facteur pronostique majeur, quoique modulée par d'autres paramètres, dans la détermination des différents traitements. En cas de cancer infiltrant, une preuve histologique opératoire de l'état ganglionnaire axillaire est systématique. La clinique, même si elle reste une étape incontournable du diagnostic, est insuffisante pour une évaluation fiable, avec

J. Boudier (✉) · C. Barlier · A. Lesur
Service parcours sein, institut de cancérologie de Lorraine,
6, avenue de Bourgogne, CS 30519,
F-54519 Vandœuvre-lès-Nancy cedex, France
e-mail : j.boudier@nancy.unicancer.fr

G. Oldrini
Service d'imagerie, institut de cancérologie de Lorraine,
6, avenue de Bourgogne, CS 30519,
F-54519 Vandœuvre-lès-Nancy cedex, France

CNRS UMR7039, CRAN, université de Lorraine,
campus sciences, BP 70239, F-54506 Vandœuvre-lès-Nancy,
France

une sensibilité (Se) et une spécificité (Sp) variant respectivement entre Se = 32,2–35,5 %, Sp = 95,5–98,4 %, valeur prédictive positive (VPP) = 83,5–88 %, valeur prédictive négative (VPN) = 65–81,7 % [1,2]. D'où la nécessité d'une imagerie systématique dès la suspicion d'atteinte néoplasique mammaire.

Envahissement axillaire et historique de sa chirurgie

Un des premiers relais de l'atteinte lymphatique dans le cancer du sein est la chaîne axillaire. La chirurgie axillaire est donc à visée informative, pronostique et curative. Cette dernière fonction avait une place importante lors du curage qui était initialement systématique. Les premiers curages axillaires au XIX^e siècle s'étendaient au-dessus de la veine axillaire, puis progressivement l'exérèse fut moins invasive jusqu'au curage actuel emportant les deux premiers étages de Berg. L'apparition du ganglion sentinelle (GS) date du milieu des années 1990 avec Giuliano et al. [3] et Veronesi et al. [4]. Cette nouvelle technique avait pour but de limiter les complications secondaires au curage : moins d'infection, de lymphœdème et de paresthésie [5], tout en assurant un diagnostic optimal. En effet, il a été prouvé que la survie globale, la survie sans maladie et le contrôle régional étaient statistiquement équivalents entre les groupes chirurgie axillaire par technique du GS seule et par curage axillaire. Lorsque le GS est négatif, cette chirurgie seule sans curage est un traitement approprié, sûr et efficace pour les patients atteints de cancer du sein avec des ganglions lymphatiques cliniquement négatifs [6]. Après dix ans de suivi, le risque de récurrence locale chez les patients avec un GS négatif est faible (1,6 %) [7].

Progressivement, le GS est devenu la règle en dehors d'une atteinte axillaire prouvée histologiquement au bilan préthérapeutique et dans les tumeurs jusqu'à 5 cm (T1–T2).

En présence d'un GS envahi, une reprise par curage axillaire était systématique jusqu'à récemment. Ainsi, un bilan radiologique qualitatif permet un premier tri et peut éviter une reprise chirurgicale pour les patientes avec un prélèvement positif après imagerie. À l'inverse, un bilan négatif n'exclut pas une atteinte axillaire et impose une vérification par GS. La technique de l'examen extemporané du ganglion axillaire n'est pas de mise, compte tenu de ses faux-négatifs, et par ailleurs la technique OSNA a été abandonnée dans la plupart des centres.

Moyens d'exploration axillaire en imagerie

Mammographie

Pour l'étude du creux axillaire via la mammographie, la littérature fait état d'une Se à 21 %, d'une Sp à 99,5 %, d'une VPP

à 92,9 % et d'une VPN à 78,7 % [2]. Ces chiffres en font l'imagerie la moins sensible, ce qui peut s'expliquer par la faible visibilité du creux axillaire sur les clichés de mammographie. Cependant, en lien avec une forte Sp, un ganglion paraissant suspect à la mammographie doit être prélevé.

Échographie axillaire

Le principal examen diagnostique est l'échographie axillaire.

Les recommandations de l'Institut national du cancer (INCa) en juillet 2012 proposent que cet examen « soit réalisé systématiquement et dans le même temps que l'échographie mammaire diagnostique ou lors de la biopsie tumorale mammaire » [8]. L'examen est facilement accessible, peu coûteux et non invasif. Il doit être partie intégrante de tout bilan de cancer du sein infiltrant ; il doit être mentionné dans les comptes-rendus radiologiques.

Il existe une grande variabilité des paramètres de Se et de Sp selon les études. Une revue systématique retrouvait des résultats de Se entre 26,4 et 75,9 % et une Sp entre 88,4 et 98,1 % [9]. Les chiffres issus d'études plus récentes restent dans les moyennes : Se entre 43,5, 47,5 et 54,3 % et Sp entre 96,2, 93,6 et 100 % [2,10,11]. Ces variations sont liées à une variabilité interopérateur qui est importante, notamment selon la réalisation des examens en centre expert ou non.

Les signes d'appel faisant suspecter une atteinte axillaire sont actuellement clairement établis.

Selon les recommandations de l'INCa de 2012 [8] doivent être pris en compte :

- un épaississement cortical généralisé ou localisé supérieur à 3 mm [12–17] ;
- une forme arrondie [12–14] ou une hauteur/largeur inférieure à 50 % [15]. Un ganglion normal étant de forme ovale ;
- une disparition partielle ou complète de l'hyperéchogénicité du hile [12–15].

À cela peut s'ajouter l'hypervascularisation corticale en mode doppler [16]. La taille n'est pas répertoriée comme étant un marqueur pertinent.

Concernant les carcinomes canalaux in situ (CCIS), les recommandations de l'INCa de 2009 [8] n'ont retenu qu'une seule étude dans leur argumentaire [18]. Les analyses concluent à une faible VPP pour la détection des métastases axillaires. En présence d'un CCIS déjà prouvé histologiquement au bilan préthérapeutique, il n'est pas recommandé de compléter celui-ci par une échographie axillaire d'après l'INCa. Cependant, il est à noter que cette échographie doit être réalisée dès la suspicion radiologique de cancer et au plus tard au moment de la biopsie, alors que la différence entre CCIS et carcinome infiltrant ne peut être affirmée.

Ainsi, l'exploration axillaire doit être réalisée au moment du bilan initial.

Les facteurs influents sur les résultats de l'échographie sont :

- la présence d'une invasion lymphovasculaire à l'anatomopathologie qui augmente le risque de faux-négatif [19] ;
- la taille et le grade histologique qui sont positivement corrélés à la performance de l'examen [20].

Cytoponction et microbiopsie axillaires

Lorsqu'un ganglion est considéré comme suspect à l'échographie, la preuve histologique est nécessaire pour décider de la prise en charge thérapeutique qui doit reposer sur des éléments concrets. En effet, rappelons que si une chirurgie est envisagée et que le ganglion est envahi, un curage axillaire est de rigueur. Dix-sept pour cent des femmes dont le bilan clinique est N0 ont une atteinte axillaire [21]. À l'inverse, un résultat bénin permet de réaliser une procédure par GS.

Le prélèvement peut être réalisé soit par cytoponction, soit par microbiopsie.

Elles ont une Se entre 75 et 80 % et une Sp de 98,5 et 100 % [21], ce qui valorise les performances de l'échographie seule.

Selon les données d'une méta-analyse de 2011 [10,21] qui ne permettent pas de conclure à la supériorité de l'un des deux types de prélèvement, les recommandations de l'INCa ne privilégient ni l'une ni l'autre technique [8]. En pratique, le choix dépend de la présentation ganglionnaire et de l'expérience des opérateurs.

Pour la pratique clinique, il est à prendre en considération que la cytoponction représente un geste simple, réalisable sans anesthésie et sans contrainte vis-à-vis d'un éventuel traitement anticoagulant. Il est moins invasif et moins risqué que la microbiopsie. Cependant, l'analyse cytologique requiert une expérience particulière du pathologiste. Il convient donc d'en discuter avec lui pour savoir quelle procédure réaliser.

Imagerie par résonance magnétique mammaire

L'exploration du creux axillaire de première intention n'est pas une indication à la réalisation d'une imagerie par résonance magnétique (IRM) mammaire. Cependant, d'après les recommandations de la Haute Autorité de santé (HAS), l'examen peut se discuter dans le bilan d'extension locorégionale « en cas de discordance entre la clinique, la mammographie et l'échographie, pouvant entraîner une modification de la prise en charge thérapeutique ». Ce qui peut donc inclure la décision de GS ou de curage d'emblée en fonction des résultats [22]. À noter la proportion variable de faux-positifs retrouvés

à l'IRM, qui justifie un contrôle anatomopathologique systématique avant toute décision thérapeutique.

Selon une méta-analyse de 2011 reprenant neuf articles, la Se moyenne de l'IRM pour l'exploration axillaire est de 90 % et une Sp moyenne de 90 % [23].

Les études explorent d'éventuelles indications à l'IRM dans le cadre de ce bilan préopératoire.

Une IRM axillaire négative en association à une échographie permettent d'exclure à 98 % une atteinte pN2-3 [24] et jusqu'à 99,6 % pour un sous-groupe sans chimiothérapie néoadjuvante [25]. De plus, l'ajout de l'IRM améliore le taux de faux-négatif : 42,1 contre 38,4 % ($p = 0,0143$) [24]. Pour d'autres équipes, l'IRM axillaire n'apporte pas de bénéfice en association à l'échographie axillaire [10,26].

TEP-TDM

La TEP-scanner est surtout utile pour évaluer l'extension à distance du cancer du sein. Les recommandations de l'INCa 2012 précisent qu'un bilan d'imagerie d'extension doit être demandé en cas de tumeurs cT3-T4 ou cN+ [8]. Il ne fait donc pas partie à proprement dit du bilan préopératoire axillaire. En effet, il ne présente qu'une faible Se de l'évaluation axillaire (Se = 40 %, Sp = 96 %) [27].

Il permettrait de détecter, chez des patientes prises en charge pour des cancers localement avancés avec des stades cliniques II et III, dans 15 % des cas des adénopathies sus- et sous-claviculaires et thoraciques internes. Ceci pourrait influencer les modalités thérapeutiques de la chirurgie et de la radiothérapie [28].

Évolution des recommandations

La tendance actuelle est à la désescalade thérapeutique du point de vue chirurgical : suite à une publication de 2011 sur l'étude randomisée ACOSOG-Z0011 menée par Giuliano et al., une réduction des indications de reprise pour curage axillaire est envisagée. L'étude comparait le curage axillaire et l'abstention en cas de GS métastatique [29]. Le suivi médian a été de 6,3 ans. Leurs résultats ont mis en évidence une absence de différence significative entre les deux groupes concernant la récurrence locale et régionale (respectivement $p = 0,11$ et $0,45$). Ainsi, leurs conclusions allaient dans le sens qu'un GS positif sans reprise peut être une prise en charge raisonnable pour des patientes sélectionnées (cancer du sein pris en charge à un stade précoce, patientes traitées par mastectomie partielle et bénéficiant d'un traitement systémique adjuvant). Une seconde étude avec un suivi à dix ans de la population initiale a été publiée en 2016, et leurs résultats sont similaires [30].

Cependant, les indications d'abstention de curage restent sous couvertes de multiples conditions : atteinte de deux GS

ou moins macro- ou micrométastatiques et pas de rupture capsulaire et instauration d'un traitement adjuvant systémique (chimiothérapie et/ou hormonothérapie) et radiothérapie.

Ces résultats apportent une avancée majeure pour les patientes en termes de qualité de vie en diminuant les complications liées au curage. De ces nouvelles indications découlent plusieurs remises en question, notamment la place et les implications du bilan préthérapeutique axillaire. En effet, lorsqu'un ganglion axillaire métastatique est mis en évidence après biopsie ou cytoponction échoguidée, reste-t-il une place au curage axillaire actuellement réalisé en systématique ? Les caractéristiques et notamment la Se de l'échographie, de la cytoponction ou de la biopsie sont-elles suffisantes pour exclure tout geste axillaire chirurgical si l'échographie ou le prélèvement sont négatifs ? Les recherches actuelles cherchent ainsi à réévaluer la place du bilan préthérapeutique devant cette désescalade proposée.

Il a été montré que lorsqu'une atteinte axillaire a été découverte à l'échographie, plus de deux ganglions étaient métastatiques au curage chirurgical même si l'imagerie évaluait le nombre inférieur ou égal à deux [31]. De même, une autre étude a montré que la présence de plus d'un ganglion anormal sur l'imagerie axillaire était significativement associée à l'atteinte d'au moins trois ganglions sur l'anatomopathologie finale [32]. Comparativement à une atteinte axillaire découverte via la méthode du GS, celle découverte à l'échographie aboutit à un plus grand nombre de macrométastases sur le curage axillaire. Un lien a également été mis en évidence entre atteinte dépistée via l'échographie et rupture capsulaire du ganglion à l'anatomopathologie [33]. Ces résultats nous amènent à penser que le curage axillaire après atteinte prouvée à l'échographie reste logique. En effet, les conditions d'abstention de curage ne seraient pas respectées devant une atteinte de plus de deux ganglions.

Cependant, d'autres études ont montré que les patients ayant une échographie normale et une biopsie bénigne ne sont pas susceptibles d'avoir une atteinte axillaire étendue (88 % de GS négatifs et seulement 2 % avec plus de deux ganglions positifs) [34]. Et malgré les liens cités précédemment entre étude échographique et résultat final anatomopathologique, on constate que seulement deux ganglions ou moins sont identifiés à l'histologie du curage chez 40 % des patientes du groupe où l'atteinte initiale est prouvée à l'échographie [33].

Ainsi, l'objectif pourrait être d'identifier ce sous-groupe de patientes pour qui le curage axillaire serait évitable, car il ne révélerait que deux ganglions atteints ou moins, et les critères de l'ACOSOG-Z0011 seraient alors respectés.

Dans cette optique, il a été montré qu'une taille tumorale inférieure ou égale à 20 mm et un type histologique de carcinome non spécifique ou lobulaire infiltrant sont associés à une atteinte axillaire inférieure ou égale à 2 (64 %) [33].

Une autre association a été mise en évidence : trois femmes sur quatre, dont l'atteinte axillaire a été prouvée à la microbiopsie et qui ont un seul ganglion anormal à l'échographie et une taille tumorale inférieure ou égale à 20 mm, auraient un résultat de curage axillaire compatible avec les données échographiques [35].

Afin d'évaluer les répercussions futures de ces nouvelles propositions thérapeutiques, un essai italien est en cours : SOUND (Sentinel node vs Observation after axillary Ultrasound). Il compare GS et surveillance chez les patientes avec un cancer du sein de petite taille avec une étude axillaire préopératoire négative et bénéficiant d'une mastectomie partielle puis d'une radiothérapie. La qualité et la précision des imageries axillaires et des prélèvements sont primordiales dans cette étude. En effet, l'impact thérapeutique qu'induit un bilan préopératoire négatif est majeur, avec une abstention totale de geste chirurgical axillaire [36].

Cela nécessite donc une étude axillaire échographique par des opérateurs expérimentés. Une étude rétrospective a été menée à l'institut de cancérologie de Lorraine dont l'objectif est d'étudier l'impact d'une relecture systématique des imageries réalisées en externe par les radiologues experts du centre lorsqu'un diagnostic de cancer du sein a été histologiquement prouvé. Il est recherché le nombre de changements de conduite à tenir secondaire à de nouveaux examens et éventuels prélèvements réalisés par les radiologues lorsque le bilan initial est considéré comme incomplet. Cela porte notamment sur l'exploration axillaire et la comparaison entre les résultats trouvés au bilan extérieur et à ceux en centre expert ainsi qu'au résultat histologique final issu de la chirurgie [37].

Conclusion

L'exploration du creux axillaire a une place de plus en plus importante dans le bilan préthérapeutique du cancer du sein, notamment compte tenu de la désescalade chirurgicale axillaire qui n'est pas encore terminée. L'échographie axillaire reste la référence et permet de guider les prélèvements éventuels. Elle doit nécessiter autant d'attention que l'exploration mammaire et être minutieuse, ses résultats impliquant fortement la prise en charge thérapeutique.

Liens d'intérêts : les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Références

1. Feng Y, Huang R, He Y, et al (2015) Efficacy of physical examination, ultrasound, and ultrasound combined with fine-needle

- aspiration for axilla staging of primary breast cancer. *Breast Cancer Res Treat* 149:761–5
2. Valente SA, Levine GM, Silverstein MJ, et al (2012) Accuracy of predicting axillary lymph node positivity by physical examination, mammography, ultrasonography, and magnetic resonance imaging. *Ann Surg Oncol* 19:1825–30
 3. Giuliano AE, Jones RC, Brennan M, Statman R (1997) Sentinel lymphadenectomy in breast cancer. *JCO* 15:2345–50
 4. Veronesi U, Paganelli G, Galimberti V, et al (1997) Sentinel-node biopsy to avoid axillary dissection in breast cancer with clinically negative lymph-nodes. *The Lancet* 349:1864–7
 5. Lucci A, McCall LM, Beitsch PD, et al (2007) Surgical complications associated with sentinel lymph node dissection (SLND) plus axillary lymph node dissection compared with SLND alone in the American College of Surgeons Oncology Group Trial Z0011. *JCO* 25:3657–63
 6. Krag DN, Anderson SJ, Julian TB, et al (2010) Sentinel-lymph-node resection compared with conventional axillary-lymph-node dissection in clinically node-negative patients with breast cancer: overall survival findings from the NSABP B-32 randomized phase 3 trial. *Lancet Oncol* 11:927–33
 7. de Boniface J, Frisell J, Bergkvist L, Andersson Y (2017) Ten-year report on axillary recurrence after negative sentinel node biopsy for breast cancer from the Swedish Multicentre Cohort Study. *Br J Surg* 104:238–47
 8. Institut national du cancer (2012) *Cancers du sein — Recommandations et outils d'aide à la pratique*. [Internet]. [Cité 21 mars 2018]. Disponible sur : <http://www.e-cancer.fr/Professionnels-de-sante/Recommandations-et-outils-d-aide-a-la-pratique/Cancers-du-sein>
 9. Alvarez S, Añorbe E, Alcorta P, et al (2006) Role of sonography in the diagnosis of axillary lymph node metastases in breast cancer: a systematic review. *Am J Roentgenol* 186:1342–8
 10. Barco I, Chabrera C, García-Fernández A, et al (2017) Role of axillary ultrasound, magnetic resonance imaging, and ultrasound-guided fine-needle aspiration biopsy in the preoperative triage of breast cancer patients. *Clin Transl Oncol* 19:704–10
 11. Gipponi M, Fregatti P, Garlaschi A, et al (2016) Axillary ultrasound and fine-needle aspiration cytology in the preoperative staging of axillary node metastasis in breast cancer patients. *The Breast* 30:146–50
 12. Mathijssen IMJ, Strijdhorst H, Kiestra SK, Wereldsma JCJ (2006) Added value of ultrasound in screening the clinically negative axilla in breast cancer. *J Surg Oncol* 94:364–7
 13. Ciatto S, Brancato B, Risso G, et al (2007) Accuracy of fine-needle aspiration cytology (FNAC) of axillary lymph nodes as a triage test in breast cancer staging. *Breast Cancer Res Treat* 103:85–91
 14. Jinhyang J, Hoyong P, Jiyoung P, Hyejung K (2010) Accuracy of preoperative ultrasound and ultrasound-guided fine-needle aspiration cytology for axillary staging in breast cancer. *ANZ J Surg* 80:271–5
 15. Nori J, Vanzi E, Bazzocchi M, et al (2007) Role of axillary ultrasound examination in the selection of breast cancer patients for sentinel node biopsy. *Am J Surg* 193:16–20
 16. Abe H, Schmidt RA, Kulkarni K, et al (2009) Axillary lymph nodes suspicious for breast cancer metastasis: sampling with US-guided 14-Gauge core-needle biopsy — Clinical Experience in 100 Patients. *Radiology* 250:41–9
 17. Duchesne N, Jaffey J, Florack P, Duchesne S (2006) Redefining ultrasound appearance criteria of positive axillary lymph nodes. *Can Assoc Radiol J* 56:289–96
 18. Khakpour N, Zager JS, Yen T, et al (2006) The role of ultrasound in the surgical management of patients diagnosed with ductal carcinoma in situ of the breast. *Breast J* 12:212–5
 19. Nwaogu IY, Yan Y, Appleton CM, et al (2015) Predictors of false negative axillary ultrasound in breast cancer. *J Surg Res* 198:351–4
 20. Dihge L, Grabau DA, Rasmussen RW, et al (2016) The accuracy of preoperative axillary nodal staging in primary breast cancer by ultrasound is modified by nodal metastatic load and tumor biology. *Acta Oncol* 55:976–82
 21. Houssami N, Ciatto S, Turner RM, et al (2011) Preoperative ultrasound-guided needle biopsy of axillary nodes in invasive breast cancer: meta-analysis of its accuracy and utility in staging the axilla. *Ann Surg* 254:243–51
 22. Haute Autorité de santé (2010) *Place de l'IRM mammaire dans le bilan d'extension locorégional préthérapeutique du cancer du sein. Rapport d'évaluation* [Internet]. [Cité 21 mars 2018]. Disponible sur : https://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_936419/en/place-of-breast-mri-in-the-pre-treatment-locoregional-spread-assessment-of-breast-cancer
 23. Harman SE, Cooper KL, Meng Y, et al (2011) Magnetic resonance for assessment of axillary lymph node status in early breast cancer: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Surg Oncol* 37:928–36
 24. Hyun SJ, Kim EK, Yoon JH, et al (2015) Adding MRI to ultrasound and ultrasound-guided fine-needle aspiration reduces the false-negative rate of axillary lymph node metastasis diagnosis in breast cancer patients. *Clin Radiol* 70:716–22
 25. Hyun SJ, Kim EK, Moon HJ, et al (2016) Preoperative axillary lymph node evaluation in breast cancer patients by breast magnetic resonance imaging (MRI): can breast MRI exclude advanced nodal disease? *Eur Radiol* 26:3865–73
 26. van Nijnatten TJA, Ploumen EH, Schipper R, et al (2016) Routine use of standard breast MRI compared to axillary ultrasound for differentiating between no, limited and advanced axillary nodal disease in newly diagnosed breast cancer patients. *Eur J Radiol* 85:2288–94
 27. Pritchard KI, Julian JA, Holloway CMB, et al (2012) Prospective study of 2-[18F]fluorodeoxyglucose positron emission tomography in the assessment of regional nodal spread of disease in patients with breast cancer: an Ontario Clinical Oncology Group Study. *JCO* 30:1274–9
 28. Groheux D, Hindié E, Delord M, et al (2012) Prognostic impact of 18 FDG-PET-CT findings in clinical stage III and IIB breast cancer. *J Natl Cancer Inst* 104:1879–87
 29. Giuliano AE, McCall L, Beitsch P, et al (2010) Locoregional recurrence after sentinel lymph node dissection with or without axillary dissection in patients with sentinel lymph node metastases: the American College of Surgeons Oncology Group Z0011 Randomized Trial. *Ann Surg* 252:426–33
 30. Giuliano AE, Ballman K, McCall L, et al (2016) Locoregional recurrence after sentinel lymph node dissection with or without axillary dissection in patients with sentinel lymph node metastases: long-term follow-up from the American College of Surgeons Oncology Group (Alliance) ACOSOG Z0011 Randomized Trial. *Ann Surg* 264:413–20
 31. Caudle AS, Kuerer HM, Le-Petross HT, et al (2014) Predicting the extent of nodal disease in early-stage breast cancer. *Ann Surg Oncol* 21:3440–7
 32. Pilewskie M, Mautner SK, Stempel M, et al (2016) Does a positive axillary lymph node needle biopsy result predict the need for an axillary lymph node dissection in clinically node-negative breast cancer patients in the ACOSOG Z0011 Era? *Ann Surg Oncol* 23:1123–8
 33. Lloyd P, Theophilidou E, Newcombe RG, et al (2017) Axillary tumor burden in women with a fine-needle aspiration/core biopsy-proven positive node on ultrasonography compared to women with a positive sentinel node. *Br J Surg* 104:1811–5

34. Cox K, Weeks J, Mills P, et al (2016) Contrast-enhanced ultrasound biopsy of sentinel lymph nodes in patients with breast cancer: implications for axillary metastases and conservation. *Ann Surg Oncol* 23:58–64
35. Puri S, Sharma N, Newcombe RG, et al (2018) Axillary tumor burden in women with one abnormal node on ultrasound compared to women with multiple abnormal nodes. *Clin Radiol* 73:391–5
36. Gentilini O, Veronesi U (2012) Abandoning sentinel lymph node biopsy in early breast cancer? A new trial in progress at the European Institute of Oncology of Milan (SOUND: Sentinel node vs Observation after axillary Ultra-souND). *The Breast* 21:678–81
37. Boudier J, Oldrini G, Henrot P, et al (2019) Relecture systématique des bilans radiologiques extérieurs de diagnostic du cancer du sein : une valeur ajoutée. *Bull Cancer* 106:316–27