

UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

FES



Année 2010

Thèse N° 102/10

**ACTUALITES DE L'IRM DANS L'EXPLORATION DE
LA PATHOLOGIE MAMMAIRE EXPERIENCE DE L'INSTITUT
NATIONAL D'ONCOLOGIE DE RABAT
(A propos de 10 cas)**

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 01/06/2010

PAR

Mme. CHAFIK IMANE

Née le 16 Juin 1982 à Fès

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES :

IRM - sein - Tumeurs

JURY

M. CHERKAOUI MALKI MOHAMMED.....	PRESIDENT
Professeur de Radiologie	
Mme. JROUNDI LAILA.....	RAPPORTEUR
Professeur agrégé de Radiologie	
M. MELHOUF MY ABDELILAH.....	} JUGE
Professeur de Gynécologie Obstétrique	
Mme. BOUCHIKHI CHEHRAZED.....	
Professeur agrégé de Gynécologie Obstétrique	

SOMMAIRE

INTRODUCTION	4
PARTIE THEORIQUE: IMAGERIE MODERNE DU CANCER DU SEIN	7
I- ANATOMIE DE LA GLANDE MAMMAIRE	8
1- Situation	8
2- Forme et Volume	8
3- Configuration externe et interne	8
4- Vascularisation Innervation	10
II- IMAGERIE MODERNE	12
A- Mammographie	12
B- Echographie.....	17
C- Imagerie interventionnelle	19
D- Techniques de prélèvement.....	21
III- SEMIOLOGIE RADIOLOGIQUE ET RESULTATS PATHOLOGIQUES	26
A- Sémiologie radiologique	26
B- Résultats pathologiques en IRM.....	42
IV- PERSPECTIVES D'AVENIR	48
PARTIE PRATIQUE.....	52
A- Matériels et méthodes.....	53
B- Résultats.....	54
DISCUSSION	57
CONCLUSION	67
RESUME	69
BIBLIOGRAPHIE	75

ABREVIATIONS:

ACR	:American college of radiology.
BI RADS	:Breast imagingreporting and data system.
BRCA	:Breast cancer.
CAD	:Computer assisted diagnostic.
FDG	:Fluorine deoxyglucose.
INO	:Institut national d'oncologie.
IRM	:Imagerie par résonance magnétique.
MEP	:Mammographie par émission de positrons.
OMS	:Organisation mondiale de la santé.
PET	:Tomographie par émission de positrons.
TDM	:Tomodensitométrie.
THS	:Traitement hormonal substitutif.

INTRODUCTION

Le cancer du sein est le premier cancer de la femme dans le monde. Selon l'OMS, c'est la première cause de mortalité par cancer chez la femme entre 40 et 59 ans.

Chaque année, plus d'un million de nouveaux cas sont diagnostiqués avec quelque 580 000 cas dans les pays développés et le reste dans les pays en développement.

On diagnostique de plus en plus de cas dans tous les pays, il s'agit d'un cancer dont la fréquence est en croissance.

Au Maroc, à partir de l'an 2000 le cancer du sein est devenu le premier cancer chez la femme marocaine dépassant de loin le cancer du col utérin, avec une incidence proche de 27 cas / 100 000 habitant / an.(1).

Le recrutement à l'INO s'estime entre 900 et 1000 cas par an, ce qui représente environ 50% du recrutement national (2).

C'est un cancer de causes multifactorielles. Les facteurs de risque sont à composante hormonale, génétique, et environnementale.

Pendant ces vingt dernières années l'imagerie du sein a stagné. Récemment, il y a eu un foisonnement de nouvelles techniques et de perspectives d'avenir en cours d'évaluation. Il en découle des façons de faire différentes avec des protocoles propres à chaque équipe.

Le but de ce travail est de donner un aperçu des différentes méthodes d'imagerie du cancer du sein, en insistant sur l'IRM; et de montrer les derniers progrès dans ce domaine, en se basant sur une revue de la littérature, avec des cas pratiques illustrés de l'INO.

PARTIE THEORIQUE:

IMAGERIE MODERNE DU

CANCER DU SEIN

I. ANATOMIE DE LA GLANDE MAMMAIRE

1) Situation :

La glande mammaire se développe dans le tissu cellulaire sous-cutané de la paroi antérolatérale du thorax avant du muscle grand pectoral, entre le sternum et une ligne verticale tangente à la limite antéro-interne de l'aisselle.

Dans le sens vertical, elle s'étend de la 3^{ème} à la 6^{ème} cote (3).

2) Forme et volume :

Elle peut être discoïde, hémisphérique ou conique. Cette forme varie selon l'âge et l'activité génitale.

3) Configuration externe et interne :

La mamelle ou le sein est constitué :

- § D'une enveloppe cutanée.
- § De la glande mammaire.
- § D'une enveloppe cellulo-adipeuse.

a) Le revêtement cutané :

De forme hémisphérique, détermine à sa partie inférieure le sillon sous mammaire, sa partie antérieure comporte le mamelon pigmenté et parfois plissé, perforé par les orifices externes des canaux galactophores (4). Le mamelon fait saillie au centre de l'aréole qui est à son tour pigmenté, de surface irrégulière par

l'existence des tubercules de Morgagni et comporte des glandes sudoripares (4), ainsi que des fibres musculaires lisses selon une disposition caractéristique :

- § circulaire en manchon autour des terminaisons galactophoriques.

- § longitudinales ou radiées.

b) La glande mammaire :

C'est une glande en grappe constituée de 10 à 20 lobes subdivisés eux-mêmes en lobules et acini. Chaque lobe possède son canal galactophore dans lequel se jettent les canaux secondaires des acini et des lobules. Les canaux galactophores se dirigent par un trajet sinueux vers la base du mamelon où il présente une dilatation appelée ampoule ou sinus lactifère. Au-delà de la quelle, les canaux galactophores se dirigent vers le sommet du mamelon où ils s'ouvrent par le pore galactophore. Entre les lobules et les canaux galactophores, existe un stroma conjonctif interstitiel constituant l'élément fondamental du tissu palléal. Il englobe la totalité du tissu épithélial (5).

c) L'enveloppe cellulo-adipeuse :

Située en avant de la glande, elle est divisée en pelotons cellulo-grassey remplissant les fosses adipeuses qui sont limitées par le prolongement de la capsule fibreuse du sommet jusqu'à la face profonde glandulaire. Ce tissu grassey forme une couche sous dermique dont l'épaisseur dépend de la morphologie féminine (5).

4) Vascularisation-innervation :

a) Artères :

La vascularisation artérielle de la glande mammaire est assurée par deux pédicules antérieurs, et un contingent postérieur.

Les deux pédicules principaux abordent la glande par sa face antérieure et forment le réseau pré glandulaire. On distingue : l'artère principale mammaire externe qui donne de nombreuses collatérales perforantes glandulaires et se termine en deux branches qui viennent s'anastomoser avec leurs homologues du pédicule interne. Ce dernier, est constitué par les perforantes internes de l'artère mammaire interne (6).

Quant au contingent postérieur, il est constitué par des branches issues des 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} artères intercostales. Il est profond et aborde la glande par sa face postérieure (6).

b) Veines :

Elles constituent un réseau superposable à celui des artères.

c) Lymphatiques :

Il existe deux types de drainage lymphatique :

- ✓ Un drainage purement mammaire constitué de réseaux lymphatiques superficiels cutanés, et de réseaux profonds se drainant vers la région sous aréolaire.

- ✓ Un drainage de distance, se faisant essentiellement vers les groupes ganglionnaires axillaires, mais aussi vers la chaîne mammaire interne, le creux sus-claviculaire et les ganglions situés dans la partie supérieure de la gaine du muscle grand droit homolatéral (6).

d) Nerfs :

L'innervation du sein est cutanéoglandulaire à partir de trois groupes de nerfs:

- ✓ Le groupe latéral provenant des 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} nerfs intercostaux.
- ✓ Le groupe antérieur provenant des 2^{ème}, 3^{ème} et 5^{ème} nerfs intercostaux.
- ✓ Le groupe central provenant des 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} nerfs intercostaux (3).

II. IMAGERIE MODERNE

A - Mammographie

1)- Analogique :

Quelle que soit l'incidence, le positionnement du sein doit être parfait, grâce à une traction et une compression optimales du sein.

La compression, tout en restant supportable pour la patiente, est fondamentale car elle permet de diminuer :

- L'épaisseur du sein; permettent une meilleure détection des petites anomalies.
- Le flou géométrique.
- Le flou cinétique.
- Le rayonnement diffusé (amélioration du contraste).
- La dose de rayons administrée.

Les incidences doivent être parfaitement symétriques. Il ne doit pas exister de plis cutanés ou d'artefacts (branches de lunettes, mèche de cheveux ...).

a)- Incidences standards (20,21,22)

En diagnostic, trois incidences sont en règle pratiquées : incidence de face ou cranio-caudale, incidence de profil externe, et incidence oblique externe.

✓ Incidence de face ou cranio-caudale :

La réalisation du cliché et la réduction de la douleur liée à la compression du sein sont facilités par l'élévation du porte cassette. Il faut plutôt privilégier légèrement la partie externe du sein, car il est de toute façon impossible d'avoir à la fois la totalité des quadrants internes et externes sur cette incidence.

Les critères de qualité sont: le sein au centre du film, la visibilité du pectoral en arrière, le mamelon bien orienté vers l'avant ou légèrement en dedans.

✓ Incidence de profil externe :

Les critères de qualité sont: le mamelon sur une ligne horizontale, la visibilité du pectoral, la visibilité du sillon sous mammaire.

L'incidence de profil est toujours nécessaire pour l'analyse d'un foyer de microcalcifications car elle seule peut montrer le caractère éventuellement décline, cupuliforme, des calcifications, preuve de leur bénignité. Elle est utile pour localiser précisément une image infra clinique.

✓ Incidence médio latérale oblique :

Elle est parfois utilisée seule en dépistage ou couplée à une incidence de face.

Le muscle pectoral doit faire un angle de 40° à 50° avec le bord du film et être visible jusqu'au niveau d'une ligne horizontale passant par le mamelon. Ce dernier doit se projeter en avant. Le sillon sous mammaire, le prolongement axillaire et la lame graisseuse rétro glandulaire doivent être visibles.

C'est l'incidence qui explore le plus de tissu mammaire, à l'exception d'une partie interne de la glande.

b)- Autres incidences (20):

✓ Incidence caudo-craniale :

Elle est parfois utile pour les lésions des quadrants inférieurs et chez les patientes présentant une importante cyphose dorsale.

✓ Face externe, Face interne :

Ces deux incidences permettent de privilégier l'analyse des quadrants externes ou des quadrants internes (lésion profonde ou périphérique).

✓ Profil interne :

Il est utilisé pour mieux explorer les lésions des quadrants internes.

✓ Incidences tangentielles :

Elles permettent de confirmer le siège superficiel d'une lésion.

✓ Clichés localisés et agrandis :

ü Etudes des microcalcifications:

Il faut utiliser un foyer fin de 0,1 mm et des clichés localisés agrandis pour l'analyse des microcalcifications dépistées par les clichés standards.

Le risque de flou géométrique lié à la suppression de la grille est compensé par le phénomène de l'air gap. L'augmentation théorique de la dose est compensée par la suppression de la grille.

L'agrandissement permet une meilleure analyse des caractères quantitatifs, morphologiques et topographiques des microcalcifications, et une meilleure comparaison d'un examen à l'autre.

ü Etudes des opacités:

L'agrandissement n'est pas toujours indispensable, mais le plus souvent utile.

La compression localisée sur la zone d'intérêt peut désarticuler une image de sommation fibreuse et montrer l'absence d'organicité.

A l'inverse, elle peut faciliter l'analyse des contours d'une opacité dans un sein dense, en écartant la fibrose ambiante.

Elle peut ainsi confirmer le caractère régulier des contours ou, à l'inverse, révéler des lobulations ou des spicules, voire des microcalcifications intrinsèques ou adjacentes.

Il en est de même des images de distorsion qui sont soit désarticulées, soit confirmées.

ü Etudes des prothèses:

Les constantes d'exposition sont déterminées manuellement, la cellule étant débrayée.

La manœuvre d'EKLUND est utile pour refouler en arrière la prothèse derrière le compresseur et permettre une exploration maximale de la glande en avant de l'implant. Elle est plus facile à réaliser en cas de prothèse rétro pectorale. En cas de prothèse pré pectorale, elle n'est possible que si la prothèse et le sein sont souples, dépressibles facilement, et il n'existe pas une coque importante.

2)- Mammographie numérique et diagnostic assisté par ordinateur :

Dans l'avenir, les systèmes de numérisation directe utilisant de nouveaux types de récepteurs et des micros foyers permettront d'atteindre et même de dépasser la résolution spatiale de la mammographie actuelle. Le volume très important des images ainsi obtenues nécessitera une informatique dédiée pour leur traitement et leur analyse. Ces stations de travail utiliseront des logiciels d'aide au diagnostic et à la décision qui sont en cours de développement (23).

L'analyse morphologique automatique des microcalcifications offre une possibilité d'aide à la décision, mais ces résultats devront être interprétés avec prudence, car il persistera un chevauchement entre les valeurs obtenues pour les lésions bénignes et pour les lésions malignes. Les mammographies numériques permettront la détection d'une prise de contraste après injection d'iode et la réalisation, dans le même temps, d'un prélèvement sous stéréotaxie dans la zone suspecte, ce type de procédure devra être évalué dans les situations cliniques difficiles, une autre possibilité offerte par la numérisation directe est l'acquisition

d'une série d'images avec incrémentation de l'inclinaison du rayon permettant une analyse tridimensionnelle de zones suspectes. Cela sera particulièrement intéressant pour la surveillance. La numérisation directe de la mammographie va modifier de façon importante le diagnostic précoce du cancer du sein. L'image numérisée pourra être facilement archivée, récupérée, et transmise, ce qui sera très utile pour une deuxième lecture ou une expertise. L'optimisation des algorithmes de compression d'images est un préalable à la télé-mammographie. Les stations de travail dédiées au mammographe permettront d'améliorer les performances diagnostiques du radiologiste grâce à des systèmes de détection automatique d'anomalie focale. Elles offriront une aide à la décision qui sera reproductible et indépendante des fluctuations liées à l'observateur (24,25).

B - Echographie :

La patiente est installée en décubitus latéral oblique plus ou moins marqué afin d'étaler la glande harmonieusement sur la paroi thoracique.

Le bras du côté explorer est relevé au dessus de la tête ou derrière celle-ci.

L'examen est toujours bilatéral et comparatif.

La sonde explore successivement, du haut vers le bas et du bas vers le haut, tous les quadrants, la région rétro aréolaire, les creux axillaires, les sillons sous mammaires et l'espace inter-mammaire.

Il est possible d'explorer le sein par des coupes sagittales ou des coupes radiaires autour de l'axe mamelonnaire.

La barrette linéaire est placée entre l'index et le majeur ou le pouce et le majeur, et la main glisse avec la sonde, étalant la glande de façon homogène et avec un bon contact sonde peau. Cela permet d'associer la palpation à l'analyse échographique et de diriger au mieux celle-ci sur les éléments palpables (20). Cette exploration dynamique réalise une véritable palpation échoscopique.

Cela permet aussi d'apprécier le caractère constant d'une lésion, en éliminant les fausses images. Ainsi les atténuations liées aux crêtes de Duret peuvent être le plus souvent éliminées.

Une image anormale doit pouvoir être retrouvée sur deux plans de coupe orthogonaux et doit être constante, quel que soit le degré de pression de la sonde (26).

L'interprétation repose sur la connaissance du normal, des variantes du normal et des multiples aspects de la pathologie mammaire. Si une image anormale est détectée, elle doit être explorée dans les plans transversal, sagittal, radiaire, antiradiaire, afin de préciser :

- ü Son caractère constant ou variable;
- ü Ses contours, son échostructure et son contraste.
- ü Ses dimensions dans les trois axes (27).

C- Imagerie interventionnelle :

1)- Techniques de guidage :

Les prélèvements des lésions non palpables peuvent être réalisés en utilisant soit l'échographie, la mammographie avec stéréotaxie, le scanner ou l'imagerie par résonance magnétique (IRM). Le choix se portera logiquement sur la technique assurant la meilleure visibilité de la lésion à prélever et si celle ci est visible par plusieurs techniques d'imagerie, la technique la plus accessible, la moins irradiante et la moins chère sera privilégiée :

a)- Echographie :

Elle est à privilégier chaque fois que cela est possible. Elle permet une grande souplesse dans la voie d'abord et le contrôle en temps réel du prélèvement. Elle est principalement utilisée pour le prélèvement de masses. On peut aborder la lésion de deux manières différentes :

- ✓ Soit l'aiguille est perpendiculaire au grand axe de la sonde. L'aiguille apparaîtra alors en coupe dans le champ de vue sous la forme d'un spot hyperéchogène. Cette voie d'abord peut être utilisée pour un prélèvement à l'aiguille fine (Cytologie).
- ✓ Soit l'aiguille est parallèle au grand axe de la sonde. L'aiguille est alors moins échogène mais suivie sur tout son trajet. Elle est obligatoire lors de la réalisation de biopsies (28,29,30).

b)- Mammographie et stéréotaxie :

Cette technique de ciblage sera utilisée systématiquement pour les foyers de microcalcifications isolées et dans le cas d'opacités mammographiques sans

traduction échographiques ou de trop petite taille pour permettre un ciblage satisfaisant en échographie. Les distorsions architecturales et les asymétries focales de densité ne sont pas de bonnes indications de la stéréotaxie du fait du petit champ de vue. La stéréotaxie assure une précision de ciblage, à condition que le système soit calibré pour le matériel utilisé et vérifié avant chaque séance de procédures.

Deux types de stéréotaxie sont disponibles sur le marché : soit un système add-on qui s'adapte sur l'appareil de mammographie, soit un système dédié à ce type de procédure.

L'avantage principal des systèmes add-on est un coût moindre, mais la procédure de prélèvement est moins confortable. Les systèmes dédiées sont d'un coût beaucoup plus élevé et ne sont utilisables que pour des gestes interventionnels (31,32,33,34).

c)- Tomodensitométrie (TDM) :

Cette technique n'est utilisée que dans des situations bien particulières. Classiquement, il s'agit de prélever une prise de contraste anormale non visible sur l'imagerie standard (mammographie et échographie) et mise en évidence lors d'une TDM ou d'une IRM du sein. Il n'y a pas de particularité technique liée à l'organe (35).

d)- Imagerie par résonance magnétique (IRM) :

L'IRM dynamique avec injection de sels de gadolinium est la technique la plus sensible dans la détection d'une lésion maligne du sein mais avec une spécificité modérée. Ainsi, certaines prises de contraste n'ont aucune traduction en imagerie

standard et doivent donc faire l'objet d'un prélèvement à visée diagnostique afin de décider de la prise en charge thérapeutique. En l'absence de systèmes de guidage disponibles, très peu d'équipes en réalisant en routine en France, la solution étant de réaliser ce geste sous guidage tomodensitométrique. Certains réalisent le simple repérage préopératoire par hameçon à main levée (36,37).

Ces systèmes à ponction sont pour l'heure en évaluation clinique. Ils sont aujourd'hui constitués d'une antenne réceptrice et d'un système de compression du sein par des plateaux latéraux.

Ils sont conçus pour la cytoponction, la microbiopsie ou le repérage au harpon. Ces gestes nécessitent pour les deux premiers, une aiguille de positionnement IRM compatible; pour le repérage, un fil (harpon) et un porte fil entièrement IRM compatibles. Ces antennes à ponction sont en évaluation clinique, mais sont indispensables pour faire la preuve histologique d'images IRM suspectes sans équivalent clinique, mammographique ou échographique.

D- Techniques de prélèvement :

1)- Cytologie :

Elle consiste à analyser un prélèvement cellulaire obtenu à l'aide d'une aiguille de faible calibre. Elle est simple, rapide et peu coûteuse, et performante dans les équipes entraînées. Elle a prouvé son efficacité dans les cancers palpables et dans les lésions infra cliniques, couplée à l'imagerie. Elle n'est plus indiquée pour les foyers de microcalcifications. Ses inconvénients majeurs résident dans : un taux de prélèvements non contributifs variant de 10 à 50% selon les séries, l'impossibilité de caractériser un cancer in situ versus infiltrant. En pratique, la cytoponction est

réalisée sous guidage échographique et pour échantillonner une lésion nodulaire. Deux techniques de prélèvements sont utilisées : avec aspiration ou par simple capillarité. Le calibre de l'aiguille utilisée doit être fin afin d'être le moins traumatique possible et d'en assurer un remplissage rapide. Avec aspiration, une seringue sera montée sur l'aiguille. Une fois celle-ci positionnée dans la lésion, une dépression modérée sera effectuée à l'aide du piston de la seringue et la lésion sera échantillonnée par des mouvements de va-et-vient, d'obliquités différentes et en tournant le biseau de l'aiguille afin de disséquer la lésion (38). Cet échantillonnage sera effectué sous contrôle visuel constant du positionnement de l'aiguille, la dépression exercée sera levée afin de ne pas polluer le prélèvement par du sang. L'autre technique de prélèvement consiste à ne travailler qu'avec l'aiguille. La procédure de prélèvement est la même que la précédente; l'aiguille ne sera retirée de la lésion qu'à l'apparition d'un suc cellulaire dans le bouchon de l'aiguille. Après avoir désolidarisé l'aiguille de la seringue que l'on remplit d'air, le suc cellulaire est projeté sur des lames puis étalé. Si le radiologue effectue seul ces prélèvements, leur conditionnement doit être défini préalablement et en consensus avec le cytologiste. La présence d'un cytologiste lors des prélèvements est recommandée, ceci permettant, en fonction de la richesse cellulaire, de définir au mieux le nombre de prélèvements à effectuer (39).

2)- Microbiopsie :

Pour le sein, il est recommandé d'utiliser un pistolet entièrement automatique, jetable ou non. Le calibre de l'aiguille dépend du lecteur, du type de lésion et du parenchyme mammaire. Pour les masses, on privilégiera les microbiopsies pour des nodules centimétriques et de nature indéterminée (catégorie ACR 4) ou maligne (catégorie ACR 5, confirmation du caractère infiltrant). Pour les micro calcifications

isolées, cette technique devrait être abandonnée au profit des macro biopsies assistées par le vide (40). Cependant, en cas de microcalcifications malignes étendues ou dans des foyers bien circonscrits, de petite taille et comportant plus de dix calcifications, elles restent performantes à condition de prélever sous stéréotaxie, avec aiguille de 14 G au minimum et en multipliant les prélèvements (au moins six, fiabilité diagnostique de 92%). Sous guidage échographique, l'abord est obligatoirement selon le grand axe de la sonde, puisque l'aiguille va avancer lors du tir pour réaliser le prélèvement (de 10 à 22mm). Il faudra contrôler le bon positionnement de l'aiguille dans la lésion dans le plan orthogonal. Le nombre de prélèvements dépend de la qualité du ciblage et du type de lésion. Un minimum de prélèvements (ciblage correct) à quatre au maximum permet d'échantillonner correctement une masse tissulaire avec une fiabilité diagnostique de plus de 90 % dès le second prélèvement (41).

3)- Macrobiopsie assistée par le vide :

Cette technique est indiquée pour le prélèvement sous guidage stéréotaxique de micro calcifications isolées et dans le cas de nodules tissulaires sous échographie que l'on souhaite échantillonner de manière exhaustive ou prélever en totalité. Des études préliminaires démontrent la possibilité de prélever des micro calcifications sous guidage échographique. Actuellement le dispositif le plus utilisé est le mammotome (développé par Breast Care) qui consiste en un système coaxial assisté par le vide et utilisant des aiguilles de 8 et de 11 G. Ce système peut être utilisé pour la stéréotaxie ou en échographie. L'aiguille comporte trois parties : une canule interne, la plus fine, servant d'aspiration dans l'axe antéropostérieur du système coaxial, la seconde intermédiaire consistant en un couteau tournant à grande vitesse lors des prélèvements, et une aiguille externe ovalaire comportant à sa partie

supérieure une chambre de prélèvement à fond troué de 19 mm de longueur et à sa partie inférieure un espace libre pour l'aspiration verticale qui permettra au tissu de venir adhérer dans la chambre de prélèvement. Cette aiguille est reliée par deux tubulures à une pompe d'aspiration externe. Lors de chaque prélèvement, la chambre d'aspiration est dégagée, mettant en route l'aspiration afin que le tissu mammaire y pénètre; puis le couteau tournant à grande vitesse est avancé progressivement pour recouvrir la chambre de prélèvement découpant progressivement une carotte tissulaire. L'aspiration et le couteau s'arrêtent automatiquement lors de la fermeture complète de la chambre de prélèvement. Par retour en arrière, le couteau est retiré du sein ramenant le prélèvement alors que la chambre de prélèvement reste en place. Une mollette externe permet, avant de récupérer les prélèvements, de changer l'orientation de la chambre de prélèvement sur 360°. En échographie, c'est la main de l'opérateur qui modifiera l'orientation de la chambre de prélèvement. Afin de visualiser la progression des prélèvements, la lésion est abordée classiquement par sa face inférieure. D'autres systèmes, basés sur le même principe de prélèvement, sont disponibles (pistolet Vacora, Bard). Les avantages de ce matériel sont : un calibre élevé d'aiguille avec une fenêtre de grande taille (19 à 21 mm de longueur) augmentant le poids dans le sein et raccourcissant le temps de la procédure, une aspiration améliorant la qualité des prélèvements, la possibilité de prélever sur 360° minimisant le risque de résultats non contributifs. Les inconvénients sont : le coût du système et des consommables, la longueur du système de prélèvement de 27 mm à 11 G compliquant la mise en place dans des seins de faible épaisseur ou dans le cas de lésions très superficielles (43).

4)- Chirurgie stéréotaxique percutanée :

Il s'agit d'un prélèvement monobloc de la lésion mammaire sous guidage stéréotaxique (table dédiée numérique) à l'aide d'une canule dont le calibre varie entre 10 à 22 mm de diamètre. Deux systèmes sont actuellement utilisés : le système ABBI (advanced breast biopsy instrumentation) et le système Site Select. Après repérage et ciblage stéréotaxique de la lésion, un système d'ancrage est largué dans la lésion (équivalent d'un hameçon); puis, une incision cutanée permet d'introduire la canule. Pour le système ABBI, l'exérèse va partir du plan sous-cutané jusqu'au plan pré pectoral. Pour le Site Select, le système est mis en place manuellement juste en amont de la lésion puis déployé autour de la lésion. Un lasso avec électrocoagulation permet de sectionner la partie profonde du prélèvement (44).

III. SEMIOLOGIE RADIOLOGIQUE ET RESULTATS PATHOLOGIQUES

A- SEMIOLOGIE RADIOLOGIQUE

1)- Imagerie par résonance magnétique

L'imagerie par résonance magnétique mammaire comporte une série pondérée en T2 et un protocole dynamique au gadolinium avec une séquence pondérée en T1 de l'ordre d'une minute ainsi qu'une étude dynamique avec établissement d'une courbe à la 3 et 5 minutes après injection. Elle doit être réalisée dans les périodes non congestives du cycle menstruel (45).

▼ Champs :

Les examens peuvent être réalisés sur des machines dont le champ magnétique varie entre 0,5 et 1,5.

Quand le champ est plus intense :

- On améliore le rapport signal/bruit (S/B) et on gagne en résolution spatiale ou en temps d'acquisition à rapport S/B égal.
- A dose égale de produit de contraste, le rehaussement de signal induit par les produits de contraste paramagnétiques (gadolinium) est plus marquée.

L'utilisation d'une IRM à haut champ permet la réalisation de séquences rapides couvrant l'ensemble des seins avec des coupes fines en un temps d'acquisition réduit. Les champs à 1,5T donnent aujourd'hui les meilleurs résultats (45).

▼ Antennes diagnostiques :

Sont les antennes utilisées pour l'exploration mammaire à visée diagnostique de pure imagerie.

L'utilisation d'une antenne de surface dédiée est indispensable pour améliorer la résolution spatiale et pour permettre un bon rapport S/B, aussi la forme de l'antenne doit être adaptée à la conformation géométrique du sein. L'antenne doit être bisein, pour permettre l'étude simultanée des deux seins, avec positionnement de la patiente en pro cubitus, ce qui diminue les artefacts de mouvements respiratoires. Un dispositif doit permettre de caler les seins afin d'éviter leur vibration durant l'examen; il peut s'agir soit d'un simple coussinet en mousse, soit d'un système incorporé à l'antenne permettant une légère compression concentrique ou latérale (45,46).

▼ Produits de contraste (47,48)

L'utilisation d'un produit de contraste est indispensable. Il s'agit en règle d'un chélate de gadolinium injecté par voie intraveineuse. Ce produit de contraste entraîne aux endroits où il s'accumule, une augmentation de signal ou rehaussement sur les séquences pondérées en T1.

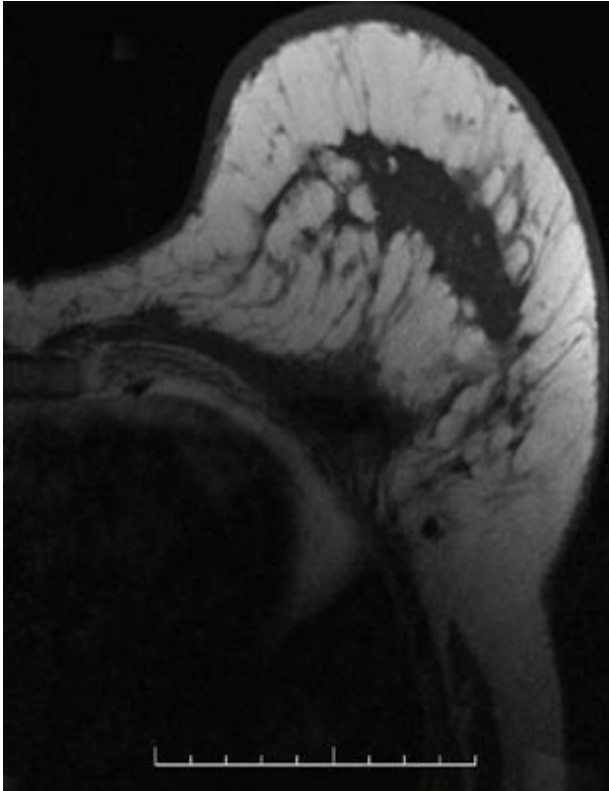
La dose est de 0,1mmol/kg, cependant des travaux ont montré l'intérêt d'une dose plus élevée jusqu'à 0,2mmol/kg. Plus le champ est élevé, plus la prise de contraste est marquée à dose égale. A champ plus bas il convient donc d'augmenter la dose pour éviter une perte de sensibilité. A champ plus haut il faut éviter un surdosage qui entraînerait des rehaussements trop importants de la matrice mammaire normale.

On peut retenir les fourchettes suivantes en fonction du champ : à 1,5T=0,1 à 0,15mmol/kg ; à 1T=0,1 à 0,2mmol/kg ; à 0,5T=0,15 à 0,2mmol/kg.

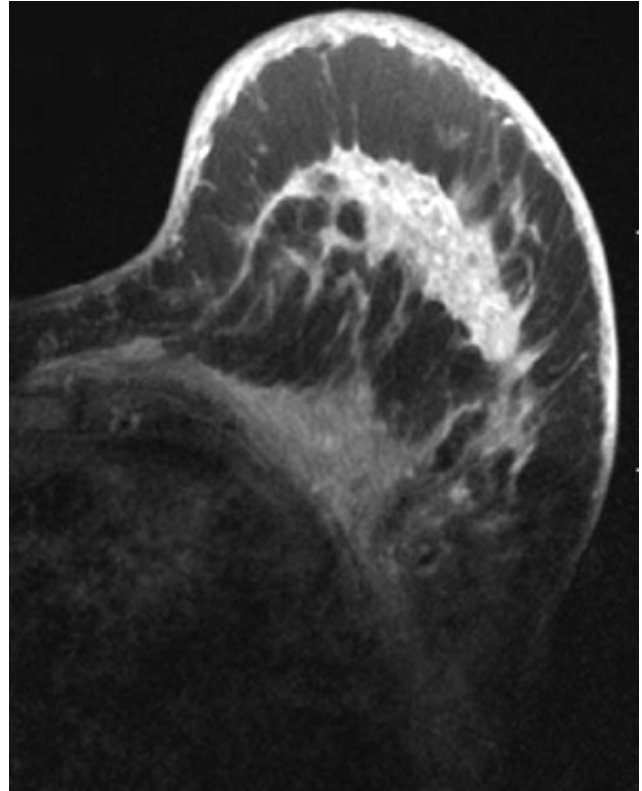
La perméabilité vasculaire, aussi bien que la visualisation directe de l'angiogenèse, participent aux rehaussements induits par le gadolinium. Pour gagner en spécificité on évalue actuellement des produits de contraste à rémanence vasculaire, c'est à dire ne franchissent pas la paroi des vaisseaux. Il s'agit soit de produits paramagnétiques, soit plus volontiers de produits superparamagnétiques. Il est encore tôt pour prédire leur avenir et leurs performances potentielles.



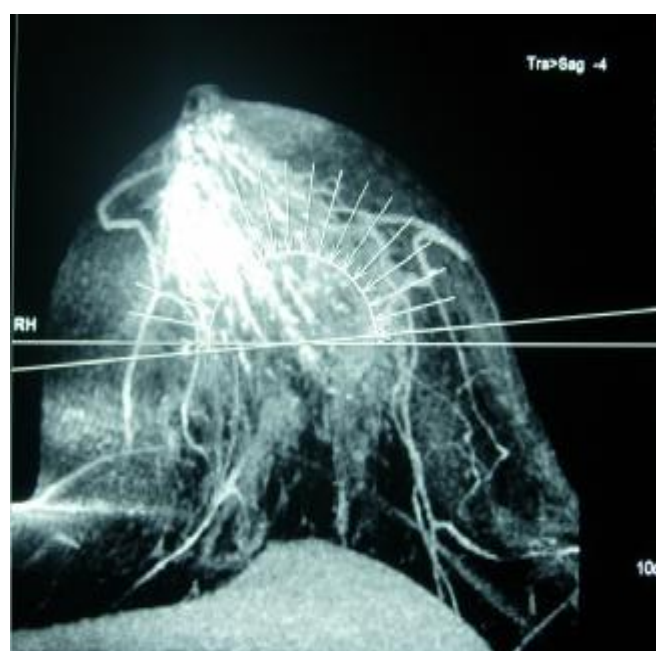
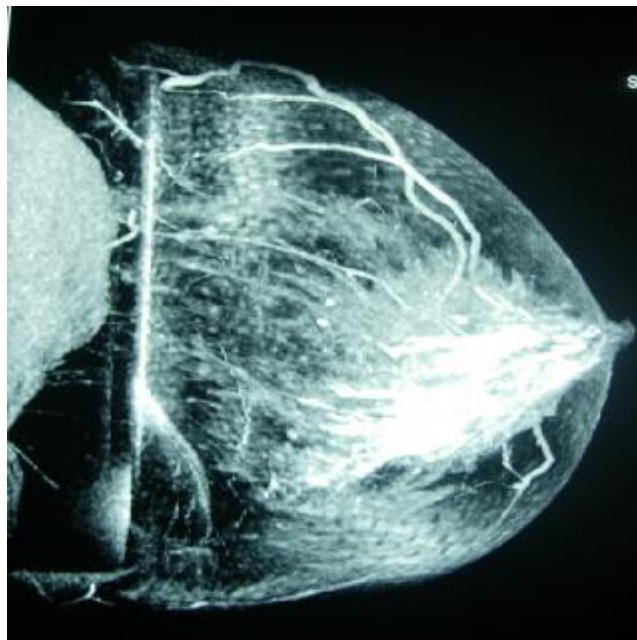
Technique : Antenne seins en réseau phasé



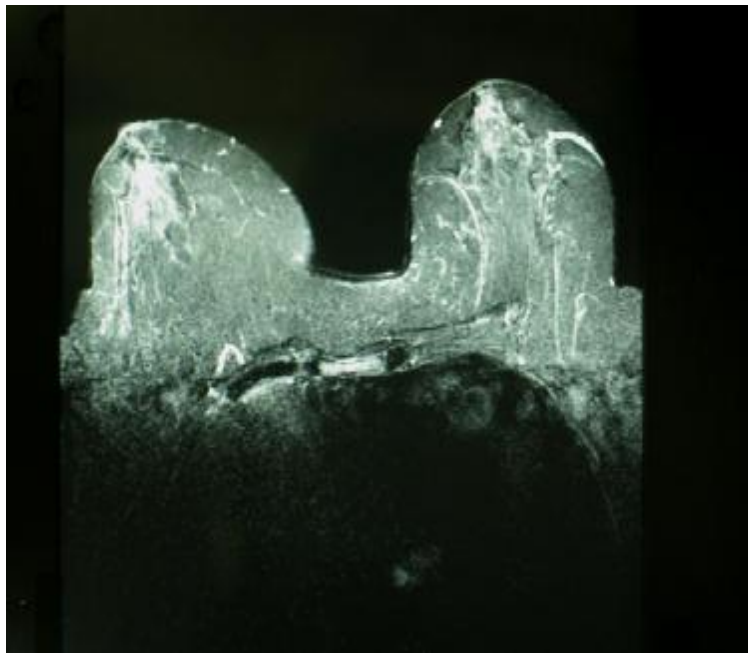
FSE T1



FSE T2 : avec suppression de graisse



Reconstruction MIP oblique à 0,7mm d'épaisseur



Reconstruction MIP axiale à 0,7mm d'épaisseur

▼ Méthodologie d'analyse :

Séquences (45,47,48) :

L'exploration est conduite dans le plan sagittal qui se rapproche de l'oblique externe de la mammographie et couvre les deux seins en même temps ainsi que les jonctions seins - muscles pectoraux. Dans le plan axial, la direction du gradient de phase doit être transverse (droite gauche) en raison de l'artefact cardiaque.

Une série de repérages d'une dizaine de secondes permet de programmer les coupes désirées; on s'assure de la position correcte de ces coupes sur l'image de chaque sein, car il peut exister un petit décalage haut bas entre les deux seins. Il est souhaitable de pratiquer en premier lieu une séquence pondérée en T2 (en écho de spin turbo-TSE par exemple) qui permet une bonne visualisation des kystes et aide à l'identification des fibroadénomes et des vaisseaux.

Ensuite il faut réaliser un protocole dynamique, avec une séquence pondérée en T1 couvrant l'ensemble des seins en moins d'une minute et demie, avec une épaisseur de coupe inférieure ou égale à 4mm. Cette séquence est répétée de façon itérative après injection de produit de contraste jusqu'à 5 minutes après injection. La calibration de la réception du signal doit être identique sur l'ensemble des séquences du protocole dynamiques. La séquence d'écho de gradient (FLASH, SPGR, T1-FFE), 3D ou 2D semblent recueillir la préférence d'une majorité d'équipes.

La visualisation des zones de rehaussement poste contraste est facilitée :

- ü Soit par la soustraction des images non injectées à une ou plusieurs séries d'images injectées.

- Soit par la réalisation de séquences FAT SAT, c'est à dire avec suppression spectrale de la graisse par pré saturation.

Dans la caractérisation de foyers de micro calcifications, nous utilisons un autre protocole dynamique avec des coupes sagittales millimétriques, toujours en FLASH 3D, permettant l'exploration d'un demi sein en 57 secondes. L'examen se déroule ainsi : coupes axiales bisein en pondération T2; coupes axiales bisein en pondération T1 sans contraste; millimétriques; puis coupes axiales bisein à 4 et 5 minutes après contraste, des reconstructions MIP de 0,7mm et une coupe tardive après injection dans un plan choisi par l'opérateur. L'intérêt de ce protocole est de rechercher une éventuelle morphologie canalaire du rehaussement. Nous l'utilisons surtout chez les patientes sans imprégnation hormonale, où aucun rehaussement matriciel physiologique n'est attendu, ainsi que l'étude de Wash out et du Wash in.

Une séquence particulière est utilisée pour les prothèses siliconiques. Il s'agit d'une turbo inversion récupération avec reconstruction en magnitude (TIRM) précédée d'une saturation sélective de l'eau, avec un temps d'inversion (T1) choisi de façon à annuler le signal de la graisse. Ainsi les signaux graisseux et aqueux étant nuls, sur cette séquence seule apparaîtra, en franc signal, la silicone.

- Rehaussement (45,48,49) :

Deux mécanismes principaux peuvent être à l'origine du rehaussement en IRM:

- L'angiogenèse, c'est à dire la néo-vascularisation pour assurer la croissance de la tumeur.

- ü L'augmentation de la perméabilité capillaire, passive ou active (trancytose).

Aucun de ces mécanismes n'est spécifique d'un rehaussement tumoral malin, cela explique la spécificité relativement faible de l'IRM. A l'inverse l'angigénèse est indispensable à la croissance tumorale, expliquant ainsi la très bonne sensibilité de l'IRM pour les tumeurs malignes du sein.

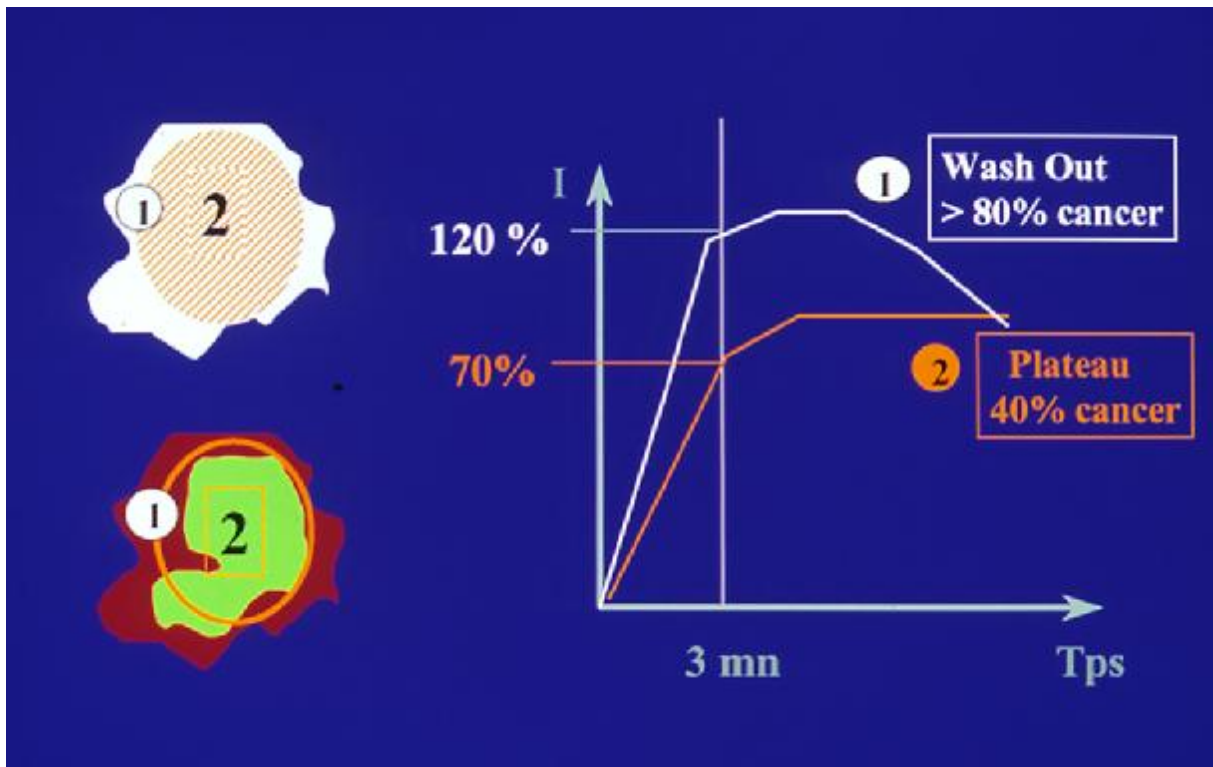
La réalisation facile et rapide de courbes de rehaussement en fonction du temps se fait à la console de traitement d'images. On a soin, en sélectionnant les zones d'intérêt sur l'image :

- ü Pour une lésion qui prend le contraste, de sélectionner la portion lésionnelle rehaussant le plus.
- ü De choisir une référence qui permet de s'assurer de la bonne calibration des séquences du protocole dynamique et ainsi de la fiabilité des courbes. Cette référence peut être intra mammaire ou externe.
- ü De tenir compte des hétérogénéités de signal dues à la réception par l'antenne de surface.

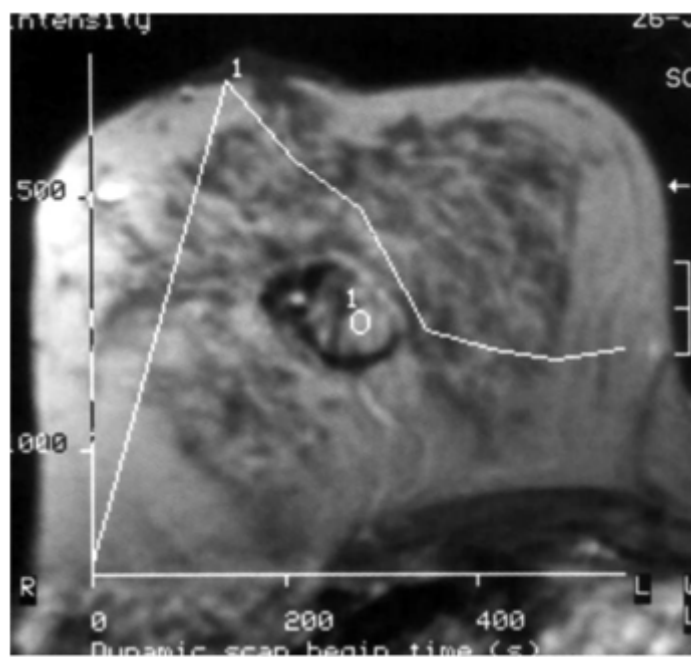
La dynamique du rehaussement est importante. Le rehaussement peut être :

- ü Précise ou non, ce qui est analysé sur la première partie de la courbe, un rehaussement est précoce si la pente du début de courbe est marquée;

- ü Rapide ou non, ce qui a trait au délai d'atteinte du rehaussement maximal, s'il est atteint à la 3^{ème} minute il est rapide.
- ü Intense ou non, ce qui a trait à l'importance du rehaussement maximal; un rehaussement qui atteint ou dépasse le niveau de signal de la graisse est intense.
- ü Wash in : la précocité de la prise de contraste et son intensité ne sont pas discriminatoires.
- ü Wash out : est très évocateur d'une lésion maligne mais inconstant.



DYNAMIQUE DE REHAUSSEMENT



Carcinome canalaire infiltrant : Wash out

2)- Tomographie par émission de positrons (TEP) :

La TEP est une technique d'imagerie qui permet d'obtenir des images en fixant un marqueur (émetteurs de positrons) sur des composants biologiquement actifs : substrats, ou médicaments, ces traceurs sont injectés par voie intraveineuse et suivent la bio distribution et le métabolisme de leur support. On peut ainsi obtenir des images et des informations quantitatives concernant le flux sanguin, le métabolisme du glucose, des acides aminés, la consommation en oxygène ou encore la division cellulaire. La TEP permet donc de visualiser les modifications biochimiques qui précèdent en général les modifications structurales ou anatomiques (50).

La différence essentielle entre la TEP et les autres techniques tomographiques de médecine nucléaire est qu'elle n'utilise pas les émetteurs de rayons gamma, mais repose sur l'annihilation des photons des émetteurs de positrons. Le processus est basé sur la détection simultanée des deux photons de 511 keV qui sont émis à 180 degré lors de la rencontre d'un positron avec son antiparticule : l'électron. De ce fait la valeur d'intensité d'un pixel est le reflet direct du phénomène biologique observé, permettant une analyse quantitative.

Une autre caractéristique de la TEP est sa grande sensibilité car, contrairement aux autres techniques, la collimation est électronique, la plupart des machines disposent d'un champ de vue réduit de 10 à 25 cm. Les récepteurs sont constitués de petits cristaux de germanate de BISMUTH qui permettent une résolution théorique de 2mm.

En pratique, la résolution spatiale est d'environ 4 à 6mm, une analyse corps entier est obtenue par déplacement successif de la table (51,52).

Les applications de la TEP en cancérologie mammaire ont connu essor important grâce à l'utilisation de FDG (fluorine-18 fluorodeoxyglucose). La fixation du FDG est liée à un accroissement de la glycolyse, qui est associée à l'apparition d'un cancer. Un taux élevé de glycolyse anaérobie est associé au cancer. Ce phénomène est lié à une augmentation du nombre de transporteurs membranaires du glucose et une augmentation de l'activité des principales enzymes contrôlant les voies de la glycolyse.

La fixation du glucose et du FDG dans les cellules malignes est facilitée par l'accroissement de l'expression des molécules de transport du glucose à la surface des cellules tumorales.

Cinq transporteurs (GLUT1 à GLUT5) sont connus et distribués de façon variable dans les tissus. GLUT1 et GLUT3 sont les plus fréquents, plusieurs publications suggèrent que l'activation du gène codant pour la synthèse de GLUT1 soit un marqueur de la transformation cellulaire maligne (53). Une fois dans la cellule, le FDG est un substrat pour l'hexokinase, première enzyme de la glycolyse. Il est transformé en FDG-6-PHOSPHATASE (FDG-6-P). Dans toutes les cellules (sauf les hépatocytes), la concentration de glucose-6-P est faible et la transformation réserve du FDG-6-P impossible.

L'accumulation importante de FDG-6-P dans les cellules tumorales est témoin d'une activité métabolique importante dans les cellules tumorales viables. Une

corrélation positive entre le grade tumoral et l'intensité de fixation de FDG a été démontrée pour certaines tumeurs (Gliomes, Hépatocarcinomes, Lymphomes). Il faut toutefois souligner que la fixation du FDG par les tumeurs malignes est dépendante d'autres facteurs physiologiques tels que l'oxygénation tissulaire, la vascularisation locale ou la présence de remaniements inflammatoires péri tumoraux.

En effet tout phénomène inflammatoire entraînant l'activation de macrophages ou toute activité musculaire en cours d'examen est à l'origine d'une fixation de FDG, c'est pourquoi cette technique sensible est peu spécifique, d'où l'obligation d'interpréter ces images en fonction des données morphologiques disponibles, et l'intérêt de réaliser cet examen après sédation. D'autres traceurs comme la 11c-méthionine ou 11-c thymidine sont en cours d'évaluation (50).

3)- Tomodensitométrie (TDM) :

Par son absence totale de spécificité, elle ne présente aucune indication pour le diagnostic de la lésion elle-même. Son rôle est limité aux rares cas d'atteinte pariétale lorsque la lésion se situe dans le sillon sous mammaire. Elle est intéressante pour les radiothérapeutes qui pensent réaliser des dosimétries prévisionnelles.

Le scanner hélicoïdal et reconstruction en 3D à l'étude (54).

B- RESULTATS PATHOLOGIQUES EN IMAGERIE PAR RESONANCE MAGNETIQUE (IRM) :

La sémiologie des lésions cancéreuses (in situ et invasives) est dominée par l'existence d'un rehaussement (45,48) :

- Focalisé.
- Précoce, rapide et intense.

Mais la connaissance précise du statut hormonal de la patiente est fondamentale pour l'appréciation de ce rehaussement (66) :

- Après la ménopause, en l'absence de traitement hormonal substitutif, les caractéristiques de précocité, rapidité, intensité peuvent faire défaut; il n'y a plus aucun rehaussement matriciel physiologique et les rehaussements cancéreux peuvent être atténués; tout rehaussement devient suspect.
- A l'inverse, la présence d'un rehaussement diffus congestif marqué peut être masquant vis-à-vis d'un petit cancer surajouté; une IRM après traitement décongestif de 2 mois ou suspension d'un éventuel traitement hormonal substitutif est souvent de bonne qualité diagnostique.

Chez les patientes traitées pour un cancer du sein, on tient compte des rehaussements induits par les traitements :

- Ø Chirurgical : possibilité de rehaussement dans la zone cicatricielle jusqu'à 6 mois après la chirurgie.
- Ø Radiothérapie : possibilité de rehaussement de l'ensemble du sein irradié, jusqu'à 18 mois après la fin des rayons.

Ces rehaussements s'atténuent cependant dans le temps et gênent surtout l'interprétation en période post-thérapeutique précoce.

A l'inverse, les traitements peuvent atténuer les rehaussements :

- Traitement médicamenteux antioestrogénique;
- Radiothérapie : extinction des rehaussements physiologiques après la phase chaude de rehaussements induits par ce même traitement.

La morphologie de la lésion sur les différentes séquences et de son rehaussement n'est contributive qu'en cas de rehaussement tubulaire ou arborescent, évocateur d'une prolifération cancéreuse intragalactophoriques.

En revanche, on se fierà pas à la netteté des contours lésionnels pour écarter une lésion cancéreuse : les rehaussements nodulaires cancéreux ont souvent des bords nets. Sur les séquences non injectées, les cancers sont en hypo ou iso signal par rapport à la matrice normale en pondération T1 et en TSE pondérée T2. Sauf dans le cas de la nécrose centrotumorale, du cancer cloïde, et du sarcome phylloïde, le cancer ne présente de franc hyper signal en TSE-T2.

Les cancers infiltrants, canaux ou lobulaires, donnent les mêmes aspects de nodule rehaussant en règle précoce, rapide, et intense, mais avec les éventuelles modulations à apporter.

Les cancers lobulaires in situ se comportent généralement de la même manière.

Les cancers intracanaux présentent volontiers une morphologie tubulaire, voire arborescente, qui peut être mieux perceptible sur des coupes fines si le foyer est petit. Les caractères de précocité, rapidité, intensité du rehaussement font plus volontiers défaut qu'aux cancers infiltrants.

Parmi les formes rares on note que le cancer colloïde se présente comme un kyste (sale) dont la paroi peut ne pas rehausser.

Les localisations lymphomateuses secondaires ou primitives, les métastases se comportent comme des cancers primitifs.

L'IRM chez les patientes porteuses de prothèses a deux buts (67):

- Le dépistage ou le diagnostic d'une lésion matricielle.
- La recherche d'une rupture de prothèse siliconique qui peut se traduire par :
 - La visualisation de l'enveloppe flottant dans la silicone.
 - Présence de gouttes d'eau dans la silicone, traduisant la pénétration du liquide séro-inflammatoire dans le gel du silicone.

- Le signe du trou de serrure, dû à une invagination de l'enveloppe prothétique lésée, avec de la silicone en dedans et en dehors de cette invagination.

Ces signes traduisent la rupture de l'enveloppe mais ne préjugent pas de l'état de la capsule fibreuse péri prothétique post chirurgicale. Selon que celle-ci est respectée ou non, il s'agit d'une rupture intra capsulaire ou extra capsulaire.

La séquence TIRM est fondamentale pour l'apprécier et pour faire le bilan des fuites siliconiques. Elle représente un GOLD STANDARD en la matière.

L'IRM a une très bonne sensibilité pour le diagnostic du cancer du sein (formes invasives et in situ confondues) supérieure à 95%, même pour les petites lésions, d'où une très bonne valeur prédictive négative (VPN) de l'IRM. Pour les cancers invasifs la sensibilité est voisine de 100%. La limite de la sensibilité à retenir est celle du cancer in situ : 80 à 85% (45).

La spécificité est moindre, les chiffres cités de 50 à 70% ne reflètent pas la véritable spécificité, mais plutôt la valeur prédictive positive (VPP) que la spécificité. Cette VPP est incontestablement significativement plus faible que VNP 100% (46).

Gilles, dans une étude de 36 cas de cancer in situ strict ou avec micro-invasion, a observé une IRM positive dans 34 cas (deux faux négatifs) et un bilan d'extension précis dans 22 cas (65%). La prise de contraste est corrélée à l'angiogenèse tumorale retrouvée dans les carcinomes intracanalaires. La taille moyenne des lésions est de 45mm (71).

Buadu, dans une étude de 73 patientes, analysant le rehaussement en fonction des constatations histologiques et de l'angiogenèse tumorale, constate que la courbe de rehaussement en fonction du temps est corrélée au grade de densité des microvaisseaux. La pente la plus élevée de la courbe est corrélée au taux de microvaisseaux. La densité et la distribution des microvaisseaux peuvent jouer un rôle majeur dans l'importance du rehaussement précoce et dans son caractère plus ou moins hétérogène (72).

Boetes observe, dans une série de 87 patientes explorées par des séquences turbo flash une sensibilité de 95% et une spécificité de 87%. Il note un rehaussement plus tardif dans les lésions in situ strictes que dans les lésions invasives. Il observe que l'IRM sous-estime de 1cm l'extension intracanalair. Dans une étude récente française multicentrique, portant sur 72 patientes présentant des lésions infra cliniques, la sensibilité globale de l'IRM était de 89,8% et la spécificité de 60,6%. La sensibilité était de 100% pour les cancers invasifs et de 83% pour les intracanaux (73).

Les indications de l'IRM dépendent en théorie de ses performances en terme de sensibilité et de spécificité dans le diagnostic du cancer du sein, et également des difficultés des autres techniques.

En pratique, les indications sont limitées par la faible disponibilité des examens IRM, mais également par le conservatisme de certaines attitudes diagnostiques.

Ces indications peuvent être séparées en indications dans le diagnostic positif, dans le bilan des patientes porteuses d'implants mammaires, dans la détection des récidives en différenciant la fibrose (ne prend pas le gadolinium) d'une récidive, dans le bilan d'extension et la surveillance d'une patiente atteinte d'un cancer du sein : la recherche d'une forme multicentrique ou multifocale de la tumeur, et la recherche d'un envahissement de la chaîne mammaire interne ou des métastases à distance, dans la recherche d'une tumeur primitive, en cas de cancer bilatéral, et en cas de seins denses;

C'est une méthode de dépistage pour les familles a cancer du sein ou ovaire. Une IRM tous les 6 mois à un an à partir de 25 ans si existence d'une mutation chromosomique, BRCA 1 et 2, nouvelles indications seins denses et cancer lobulaire (67).

IV. RSPECTIVES D'AVENIR

A- Mammographie :

1)- Mammographie par émission de positrons

La MEP allie la technologie TEP à celle de la mammographie afin de déceler des lésions de taille aussi petite que 2mm, soit des lésions de deux à trois fois plus petites que les lésions détectables par TEP du corps entier.

▼ Fonctionnement :

La TEP est une technologie de médecine nucléaire qui doit sa réputation à son rôle dans l'imagerie du cancer. Une petite quantité d'un glucose radioactif, le 18 fluoro-2-désoxyglucose (FDG), est injecté dans le sang, et son parcours est suivi à la trace par le tomodesitomètre qui générera des images des zones qui captent le plus le FDG. Les cellules cancéreuses ont des besoins énergétiques plus grands que ceux des cellules normales, et le traceur FDG a tendance à s'accumuler dans ces cellules. C'est ainsi que les zones d'hyperfixation révèlent la présence de cancer à l'imagerie TEP (69).

▼ Sa place dans la pratique actuelle :

La MEP est une technique d'appoint dans l'imagerie du cancer du sein, utile à des fins de stadification ou de restadification, de planification chirurgicale et d'évaluation thérapeutique, la technique n'est pas destinée au dépistage de cancer du sein, ni à l'évaluation de l'extension lymphatique. La MEP est proposée dans les cas de caractérisation difficile des lésions mammaires, particulièrement en cas de risque élevé de cancer multifocal ou fulgurant (49).

Les données actuelles sont limitées. Cependant la MEP est plus sensible que la TEP-FDG du corps entier pour détecter les petites lésions (70).

Un essai clinique prospectif, auprès de 77 femmes, constate que l'exactitude générale de la MEP va de 88 % à 92 %, tandis que celle de l'imagerie classique est de 71 % (50). L'écart est attribuable pour beaucoup au fait que la MEP est plus efficace dans la détection des lésions de cancer du sein très précoce, encore confiné au foyer d'origine.

2)- Tomosynthèse :

Une reconstruction volumique du sein à partir d'un ensemble de projections acquises sous différents angles, 60 images de 1mm d'épaisseur et de tous les traitements permettent de rehausser ou de marquer les signes radiologiques présents dans ce volume.

La compression du sein est moins forte mais plus longue, élimine la superposition glandulaire et améliore le contraste (69).

3)- Angiomammographie :

Consiste en l'injection d'un produit de contraste iodé, avec prise de clichés précoces, tardifs et soustraction.

Elle permet une confrontation directe sans et après injection. De ce fait elle peut supplanter l'IRM (70).

B- Echographie :

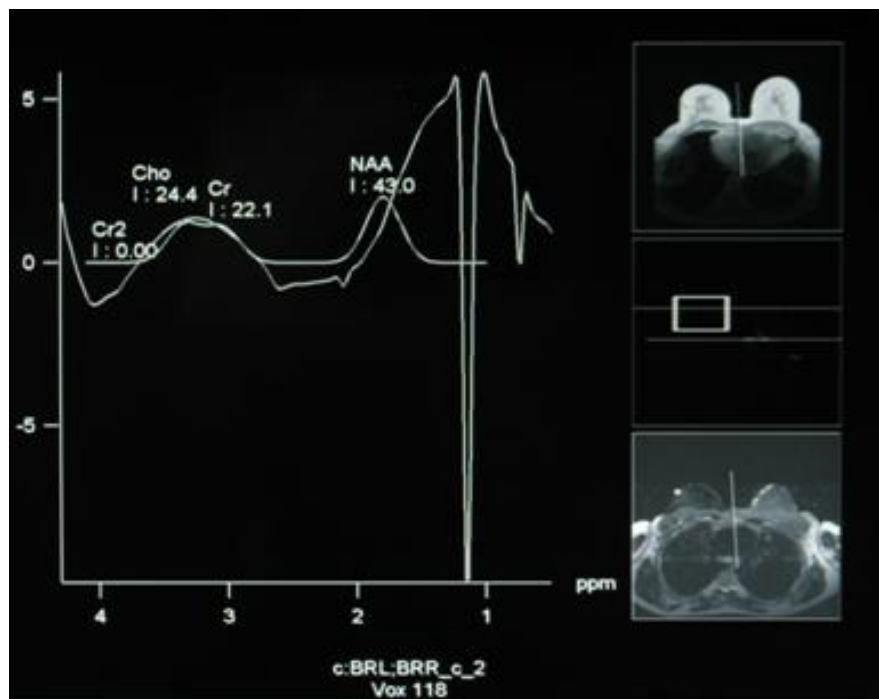
✓ Une échographie sein entier avec un appareil permettant le balayage automatique à l'aide d'un support comprimant le sein en antéropostérieur avec plusieurs acquisitions et reconstructions multiplanaires.

✓ Echographie 3 dimensions (3D) :

Il s'agit d'une technique échographique offrant de nouvelles possibilités dans le traitement de l'image : représentation simultanée des 3 plans orthogonaux avec possibilité de déplacement dans ces 3 plans conjointement, reconstitution des surfaces avec aspect de relief sur l'imagerie reconstituée, visualisation tridimensionnelle. Cette technique récente encore connue comme prolongement de l'échographie conventionnelle, demande à être évaluée; elle ouvre cependant un nouveau champ d'exploration en échographie mammaire (65).

C- IRM : SPECTROSCOPIE = SRM

Elle étudie les modifications biochimiques du tissu et les pics de phosphocholine du spectre caractéristiques d'une tumeur maligne (72).



Pas de pic de phosphocholine à la spectroscopie masse bénigne à l'histologie

PARTIE PRATIQUE

ETUDE RETROSPECTIVE A PROPOS DE 10 CAS D'IRM MAMMAIRE

I. MATERIELS ET METHODES

Il s'agit d'une étude rétrospective intéressant 10 cas d'IRM mammaire réalisée dans notre formation dans le cadre d'un suivi ou d'un bilan d'extension d'un cancer du sein, d'un dépistage ou devant une situation clinique suspecte. Nos patientes avaient un âge compris entre 35 et 60 ans avec une moyenne de 45 ans.

3 patientes avaient des antécédents de cancer du sein traité (traitement conservateur) et donc avaient subi l'IRM dans le cadre d'un bilan de suivi devant la découverte d'une anomalie difficile à étiqueter à la mammographie et/ ou échographie.

Des antécédents familiaux de cancer mammaire ont été retrouvés chez deux patientes (grand-mère maternelle décédée, tante maternelle suivie pour cancer du sein).

La recherche de multicentricité était le motif de réalisation de l'IRM dans quatre cas.

Neuf de nos patientes ont bénéficié d'une échographie-mammographie avant la réalisation de l'IRM.

Nous avons réalisé ces examens par un appareil 1,5 T en pro cubitus à l'aide d'une antenne de surface spécifique. Nous avons performé des coupes axiales T1 FAT SAT avant et après injection de Gadolinium, des coupes T2 sagittales avec réalisation de soustraction et de courbes dynamiques du rehaussement.

Nous avons étudié, l'aspect morphologique rencontré à l'IRM avant et après injection de Gadolinium, la cinétique de la courbe de rehaussement et nous avons confronté ces résultats aux données de l'histologie ce qui nous a permis d'évaluer la valeur prédictive du rehaussement dans le diagnostic et le suivi des cancers.

II. RESULTATS

Les différentes indications de la réalisation de l'IRM étaient :

- Ø Bilan d'extension : recherche de multifocalité, de multicentricité et/ou d'atteinte bilatérale : 4 cas.
- Ø Diagnostic positif devant la présence de lésions douteuses à la mammographie et à l'échographie : 2 cas.
- Ø Bilan de suivi post thérapeutique avec existence de lésions atypiques/douteuses à la mammographie-échographie : 3 cas.
- Ø Bilan de dépistage chez une patiente à haut risque de cancer du sein (mère décédée suite à un cancer du sein) : 1 cas.

Dans tous les cas où la biopsie avait objectivé un cancer, l'IRM avait montré des processus suspects avec prise de contraste précoce et en Wash out ou plateau.

Le tableau suivant résume les différents signes recueillis à l'IRM avec confrontation anatomopathologique :

	Age	ATCD	mammographie	échographie	Indication	IRM	Anatomo-pathologie
M.R	43	0	Seins denses mastosiques	Foyer hypoéchogène QSE droit	multicentricité	Foyer iso T2, rehaussé précocement avec Wash out	Carcinome in situ
F.J	60	0	Opacité suspecte,micro Calcifications diffuses	Masse suspecte	multicentricité	Masse spiculaire unique, Wash out	Carcinome canalaire infiltrant
K.G	45	0	mastose	Adénofibrome suspect	Diagnostic positif	Processus suspect avec Wash out	Carcinome canalaire
A.L	56	Nodule dt, cyto ponction négative il y a un an	Opacité spiculaire	Ma Masse suspecte	multicentricité	Masse rétractile avec Wash out franc	Carcinome canalaire infiltrant
B.Y	39	0	Seins denses, opacité suspecte	Foyer retro Mamelonnaire droit	multicentricité	Prise de contraste en plateau retro mamelonnaire QSE : foyer prenant le contraste avec wash in	Carcinome canalaire infiltrant
N.K	35	Grand-mère DCD et tante suivie pour cancer sein	0	0	Dépistage	Masse spiculaire QSE droit prenant le contraste en plateau avec rétraction post	Carcinome canalaire infiltrant
S.L	41	Cancer sein	Opacité spiculaire	Foyer hypoéchogène atténuant	Diagnostic positif	PDC travées régulières	fibrose
B.M	40	Cancer sein	Masse spiculaire QSE gauche	Foyer atténuant	Diagnostic positif	PDC faible en couronne avec Wash in	Cyto Stéato nécrose
T.O	59	Mère DCD néo sein	Masse suspecte	Caractérisation difficile	Diagnostic positif	PDC absence de pic de choline	Adéno fibrome
A.F	38	Cancer sein, sarcoïdose	2 opacités suspectes	Masses mal limitées	Diagnostic positif	PDC, Wash in franc	Nodule sarcoïdose

DISCUSSION

Le diagnostic du cancer du sein est basé sur la mammographie. Cependant, celle-ci présente des limites particulièrement lorsqu'il s'agit de seins denses (76). Devant ces situations, un complément échographique s'avère nécessaire mais reste insuffisant dans plusieurs situations cliniques (77).

L'enjeu des nouvelles techniques d'imagerie, en particulier l'IRM est donc d'améliorer la spécificité et la sensibilité diagnostique et d'établir un bilan d'extension précis afin d'améliorer la prise en charge thérapeutique de cette maladie (76,77).

& Technique :

Il n'existe pas de technique réellement standardisée, la base de l'IRM est d'obtenir des images en haute résolution et en haut contraste (78). Pour cela, des appareils à haut champ sont utilisés par la plupart des auteurs (1 à 1,5T) ainsi que des antennes spécifiques bi-seins (78).

La patiente est placée en pro cubitus, les seins légèrement comprimés dans une antenne de surface, afin d'éviter les artéfacts respiratoires (76,78).

Après une séquence de repérage rapide (scout) en turbo flash T1 (78,79), on réalise des coupes axiales de 3 mm en séquence pondérée T2. L'étude dynamique comporte des acquisitions en spT1 toutes les minutes avant et après injection d'une substance paramagnétique (Gadolinium : 0,1 à 0,15ml/mmol/kg). On effectue des reconstructions MIP à 0,7 mm pour étudier l'anatomie et la vascularisation mammaire.

La détection de la prise de contraste peut être facilitée en utilisant des séquences avec saturation de graisse ou la soustraction d'image et la réalisation de courbes dynamiques (78). La spectroscopie semble également être très intéressante dans l'exploration des tumeurs mammaires (étude du pic de phosphocholine).

En faveur de la malignité, on retient une prise de contraste précoce et intense variant selon les auteurs d'une à trois minutes après injection de gadolinium (78). Le rehaussement périphérique en couronne peut également être observé.

L'analyse de la courbe de rehaussement permet ainsi d'observer un rehaussement précoce et intense suivi d'un Wash out à la 3^{ème} minute (78,80).

L'absence de prise de contraste une à deux minutes après injection de Gadolinium permet d'exclure une lésion invasive avec un taux de faux positif inférieur à 5% (81,82).

Les principaux critères morphologiques en faveur de la malignité sont : l'aspect irrégulier des contours et les spicules (78).

Le bilan d'extension comporte la recherche de rehaussements homolatéraux dans le même quadrant (multifocalité), dans des quadrants différents (multicentricité) ou controlatéraux (bilatéralité).

Les indications de l'IRM mammaire restent encore relativement restreintes :

- Récidive locale du cancer du sein après traitement conservateur (76,77,78):

l'analyse mammo-échographique des remaniements induits par la chirurgie et la radiothérapie en post opératoire peut parfois se heurter à des difficultés particulièrement lorsqu'une récidive est suspectée. La distinction entre remaniements fibreux et récidive étant parfois difficile à l'imagerie conventionnelle, de nombreuses équipes ont montré la grande sensibilité et spécificité de l'IRM dans le diagnostic des récidives locales après 12 à 18 mois (77).

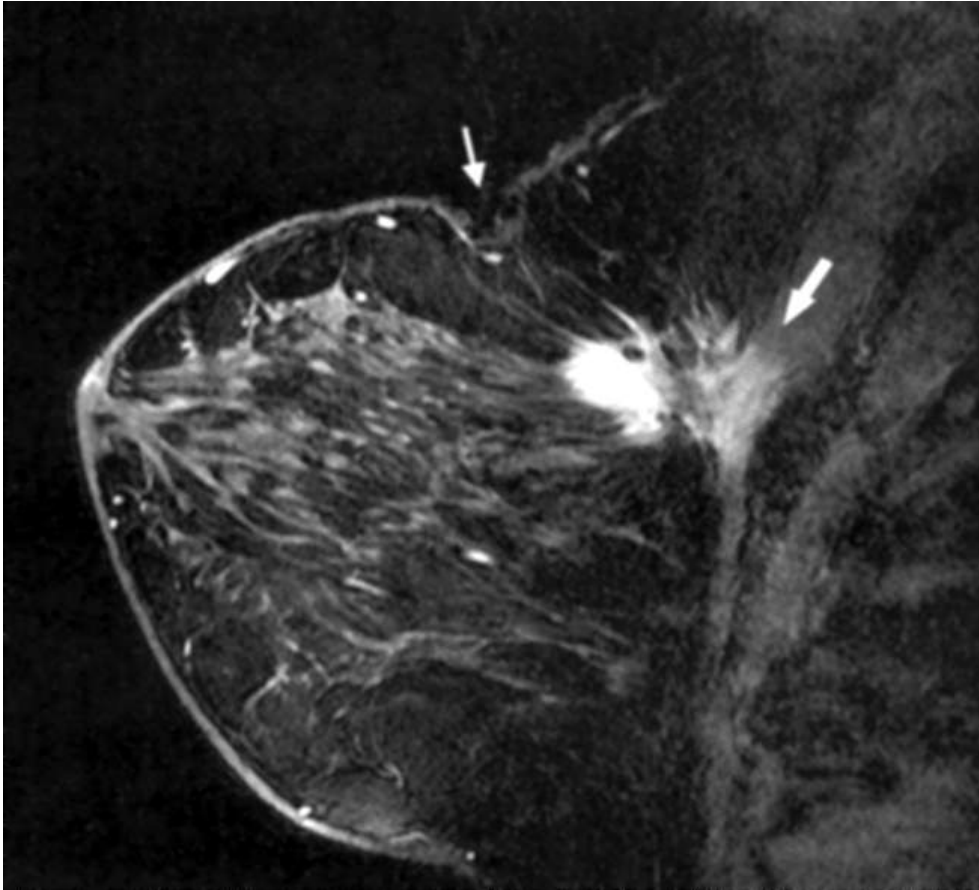
- Suivi des tumeurs en cours de chimiothérapie néoadjuvante (76,78).

- Prothèses mammaires : les techniques d'imagerie conventionnelle ne permettant pas de les étudier correctement ou de détecter les complications qui leurs sont inhérentes ou les cancers qui se greffent sur le parenchyme mammaire de femmes portant des prothèses (77).

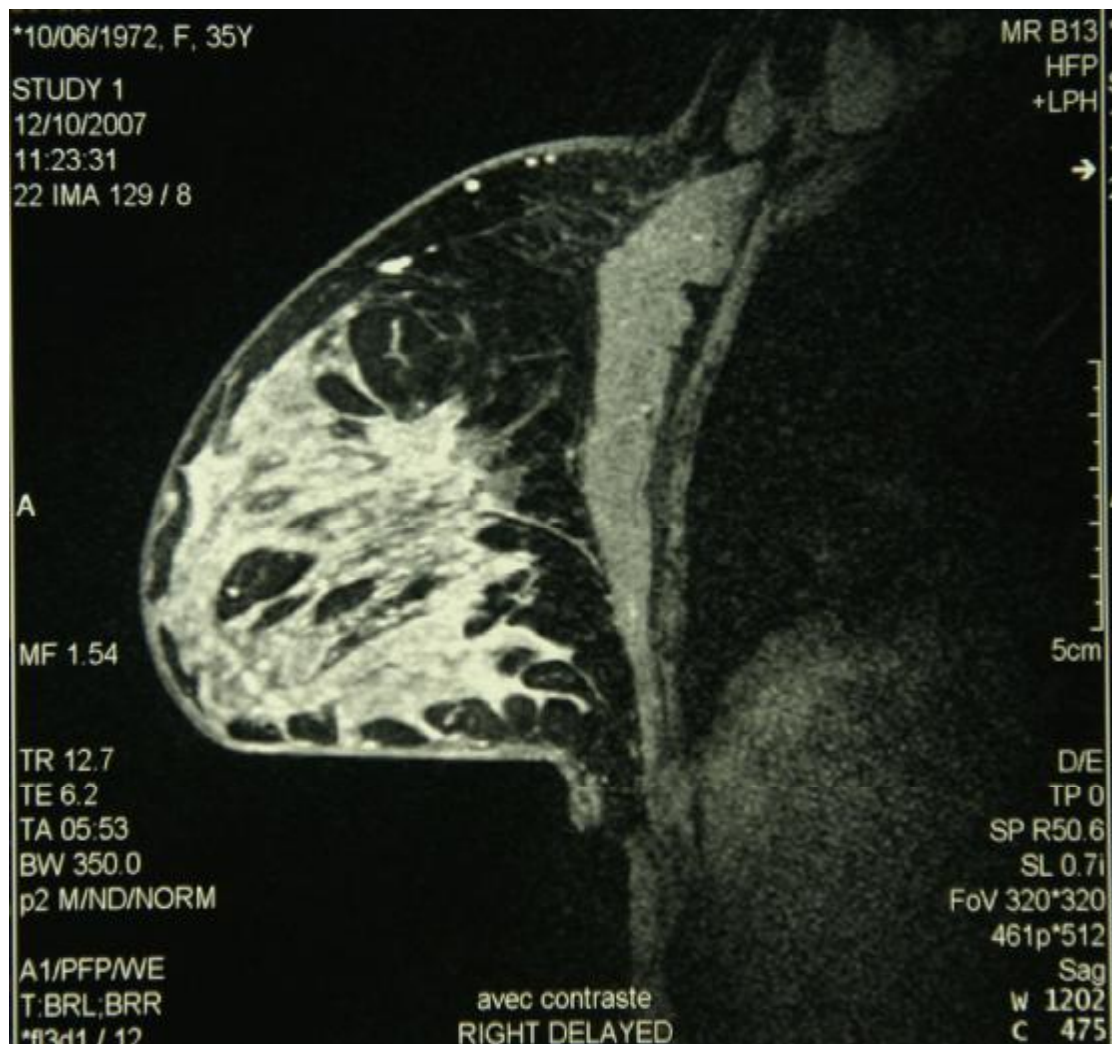
- Discordance entre la clinique et la mammographie : devant la présence d'une masse palpable avec mammographie et échographie douteuses ou normales.

- Bilan d'extension préopératoire : à la recherche de multifocalité, multicentricité et extension endocanalaire (76).

- Dépistage des patientes à haut risque de cancer du sein (antécédent familial de 1^{er} degré) : la valeur prédictive positive varie entre 12 et 30 % selon les séries (76).



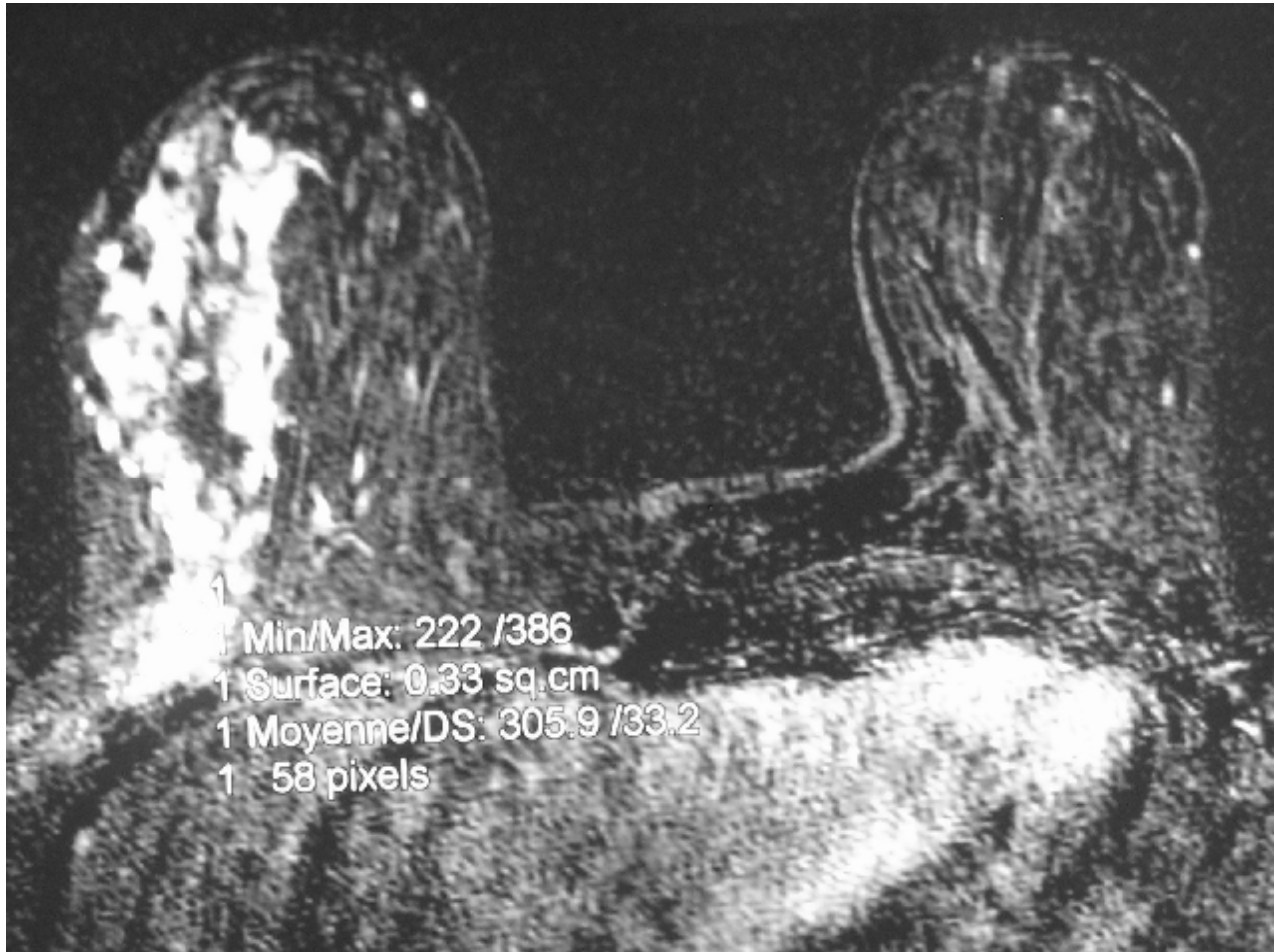
MASSE SPICULAIRE REHAUSSEE: CCI



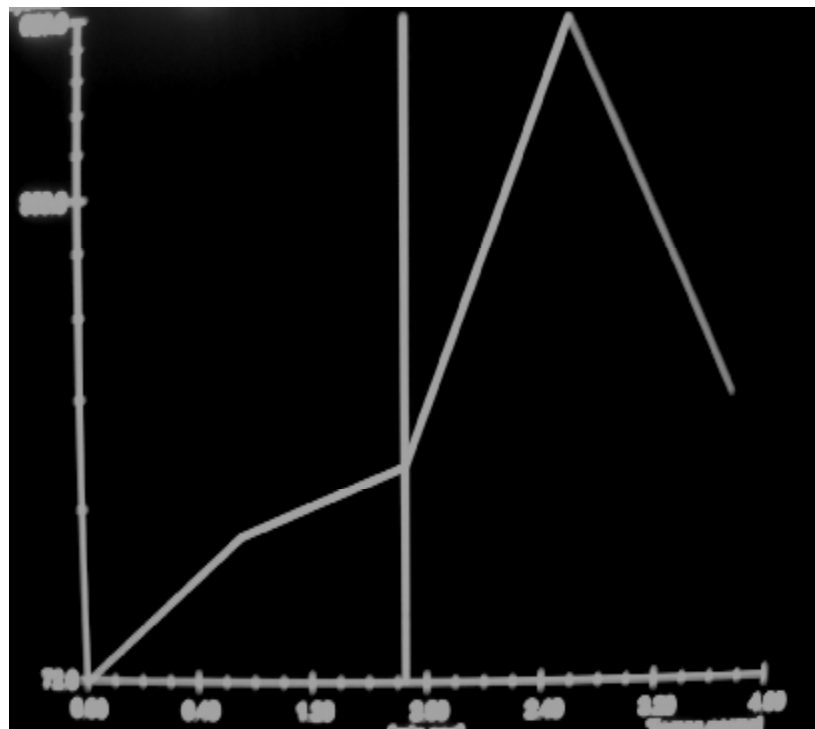
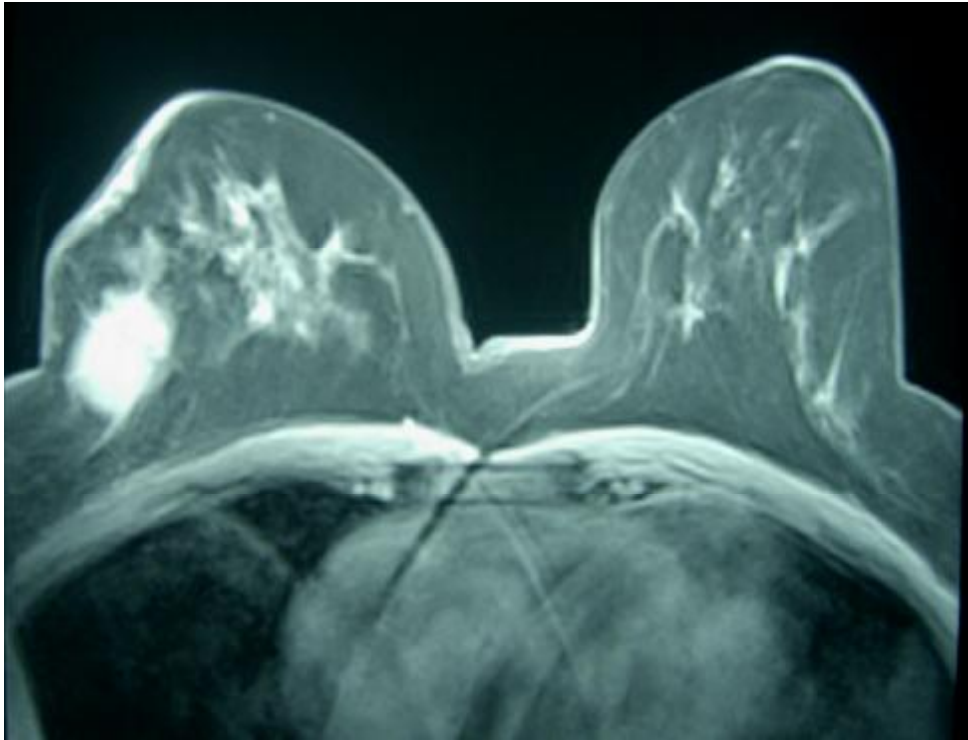
MASSE SPICULAIRE ENCHASSEE DANS LA GLANDE



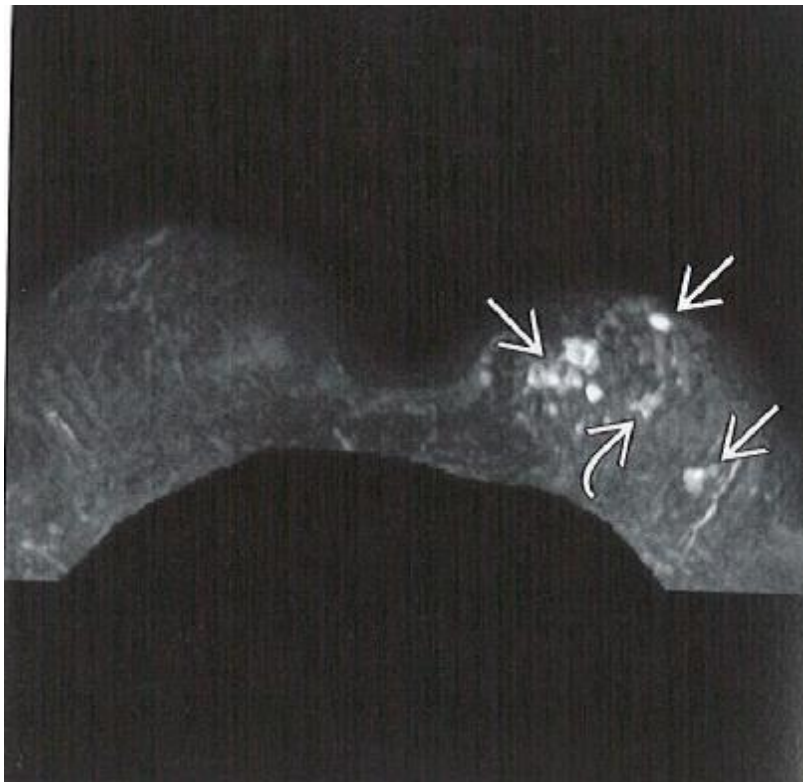
MASSE REHAUSSEE GROSSIEREMENT OVALAIRE



CANCER IN SITU ETENDU A TOUT LE QUADRANT SUPERO-EXTERNE



MASSE AVEC DYNAMIQUE DE WASH OUT: CCI



Multicentrique



Multifocal

MULTIPLICITE DES LESIONS

CONCLUSION

Le cancer du sein est le premier cancer de la femme dans le monde.

C'est la première cause de mortalité par cancer chez la femme entre 40 et 59 ans.

Au Maroc, le cancer du sein est devenu le premier cancer chez la femme.

La lutte contre ce cancer passe par la détection du cancer au stade infra clinique ce qui permet de réduire la mortalité, cela repose sur des méthodes de détection radiologiques, sans oublier l'importance de l'examen clinique.

La mammographie reste l'examen clé pour le dépistage et le diagnostic du cancer du sein, l'échographie vient comme un complément de celle-ci, cependant l'imagerie mammaire connaît depuis quelques années de nouveaux développements. l'IRM, bien que réservée à des situations cliniques particulières, reste un outil très efficace dans l'étude fonctionnelle des tumeurs et a pour objectif d'améliorer la détection, la caractérisation et le suivi des cancers du sein, mais également de fournir de nouveaux critères pronostiques et de guider la thérapeutique du cancer du sein, à condition d'une sélection rigoureuse des patientes et d'une technique adaptée.

RESUME

Résumé

Si le couple échographie-mammographie représente un pivot central dans l'exploration du cancer du sein, l'IRM, en permettant une approche physiopathologique tissulaire des tumeurs mammaires, n'en demeure pas moins actuellement un outil incontournable dans de nombreuses situations cliniques litigieuses.

Nous soulignons à travers notre expérience et une revue de la littérature les principales indications de l'IRM en pathologie mammaire maligne ainsi que les particularités techniques et les difficultés diagnostiques rencontrées.

Il s'agit d'une étude rétrospective intéressant 10 cas d'IRM mammaire réalisée dans notre formation dans le cadre d'un suivi ou d'un bilan d'extension d'un cancer du sein, d'un dépistage ou devant une situation clinique suspecte. Nos patientes avaient un âge compris entre 35 et 60 ans avec une moyenne de 45 ans.

Trois patientes avaient des antécédents de cancer du sein traité (traitement conservateur) et donc avaient subi une IRM dans le cadre d'un bilan de suivi devant la découverte d'une anomalie difficile à étiqueter à la mammographie et/ ou échographie.

Des antécédents familiaux de cancer mammaire ont été retrouvés chez deux patientes (grand-mère maternelle décédée, tante maternelle suivi pour cancer du sein).

La recherche de multicentricité était le motif de réalisation de l'IRM dans quatre cas.

Neuf de nos patientes ont bénéficié d'une échographie-mammographie avant la réalisation de l'IRM.

Nous avons réalisé ces examens par un appareil 1,5 T en procubitus à l'aide d'une antenne de surface spécifique. Nous avons performé des coupes axiales T1 FAT SAT avant et après injection de gadolinium, des coupes T2 sagittales avec réalisation de soustraction et de courbes dynamiques du rehaussement.

Nous avons étudié, l'aspect morphologique rencontré à l'IRM avant et après injection de gadolinium, la cinétique de la courbe de rehaussement et nous avons confronté ces résultats aux données de l'histologie ce qui nous a permis d'évaluer la valeur prédictive du rehaussement dans le diagnostic et le suivi du cancer.

ABSTRACT

The combination of ultrasound and Mammography techniques remains a major way to study breast cancer. Nevertheless, and because it's offering a tissue physiopathological approach, the MRI is considered as well as an important tool in many clinical issues.

In this work, we emphasize through our experience and review of the literature, indications for MRI in malignant breast disease as well as the technical and diagnostic difficulties encountered.

This is a retrospective study involving 10 cases of breast MRI performed during our training as part of a monitoring or staging of breast cancer, a screening or to a suspected clinical situation. Our patients were aged between 35 and 60 years with an average of 45 years.

Three patients had a history of treated breast cancer (conservative treatment) and therefore had undergone MRI as part of a post pathological check-up before the discovery of an anomaly which was hard to label with mammography and / or ultrasound.

Family histories of breast cancer were found in two patients (maternal grandmother dead, maternal aunt with a medical monitoring due to breast cancer).

La recherche de multicentricité était le motif de réalisation de l'IRM dans quatre cas.

Neuf de nos patientes ont bénéficié d'une échographie-mammographie avant la réalisation de l'IRM.

We conducted these tests by a 1.5 T unit in the prone position using a special surface coil. We performed the Axial T1 FAT SAT before and after injection of

gadolinium, T2 sagittal sections with the creation of subtraction and dynamic enhancement curves.

We studied the morphology encountered on MRI before and after injection of gadolinium, the kinetic enhancement curve, and we compared these results with the data of histology which allowed us to evaluate the predictive value enhancement in the diagnosis and monitoring of cancer.

ملخص

إذا كان الثنائي التصوير بموجات فوق الصدى تصوير الثدي يشكل محورا مركزيا في استكشاف سرطان الثدي فان التصوير بالرنين المغناطيسي الذي يسمح بمقارنة فيزيومرضية لأنسجة أورام الثدي هو حاليا وسيلة لا غنى عنها في عدة حالات سريرية معقدة .

نشير انطلاقا من تجربتنا واستعراض قراءات ، أهم إشارات التصوير بالرنين المغناطيسي في علم أمراض الثدي الخبيثة وكذا الخاصيات التقنية والصعوبات التشخيصية المقابلة .

يتعلق الأمر بدراسة بأثر رجعي همت عشر حالات بالرنين المغناطيسي للثدي او تقصي الورم او أمام حالة سريرة ملتبسة.

المريضات كان عمرهن ما بين 35 و60 سنة بمعدل 45 سنة .

ثلاث مريضات كانت لهن سوابق مع سرطان الثدي مع / أو التصوير بموجات فوق الصدى. سوابق عائلية بسرطان الثدي وجدت لدى مريضتين (الجدة من جهة الأم توفيت إثر سرطان الثدي وخالة متابعة من اجل سرطان الثدي) .

البحث عن تعدد المراكز كان الدافع من وراء انجاز التصوير بالرنين المغناطيسي لدى أربع حالات .

تسع مريضات استفدن من التصوير بالموجات فوق الصدى وتصوير الثدي قبل إنجاز التصوير بالرنين المغناطيسي .

قمنا بانجاز هذه الفحوصات بواسطة جهاز T1.5 في وضعية انبطاح بمساعدة مجس ذي مساحة خاصة. تم انجاز مقاطع محورية T1 FATSAT قبل و بعد حقن الكادولينيوم و مقاطع سهمية مع تحقيق طرح و منحنيات دينامية للرفع.

قمنا بدراسة الهيئة الشكلية التي وجدناها بالتصوير بالرنين المغناطيسي، قبل وبعد حقن الكادولينيوم وحركية منحنى الرفع ثم قارنا هذه النتائج مع المعطيات النسيجية مما مكننا من تقييم القيمة التنبؤية للرفع في التشخيص وتتبع الأورام .

BIBLIOGRAPHIE

[1] AKALAY S.

Evolution du concept épidémiologique du cancer du sein au Maroc.

Thèse en médecine. Rabat. N° 239/2002.

[2] BENJAAFAR N, et al.

Epidémiologie des cancers au Maroc et à l'institut national d'oncologie.

Le cancer au Maroc. XXIVème congrès médical national. Novembre 2005, p : 25-31.

[3] LAHLAIDI A.

Anatomie topographique - volume III, p : 57-58-61.

[4] PONSJ Y.

Abrégé de sénologie – Edition Masson Paris 1995.

[5] TRISTANT H, BENMUSSA M, BOKOBSA J, ELBAZ P.

Variations du sein normal, aspects mammographiques et échographiques – EMC
(Paris), 810. G15, 1994, p : 1-8.

[6] ELBAZ JS.

Prothèses mammaires – Paris : MEDSI 1982, 136p.

[7] ROUVIERE H, DELMAS A.

Anatomie humaine. Masson 1992, 13ème édition, tome 2 :p 332-5.

[8] BREMOND A.

Maladies du sein. 2004. p : 36-38.

[9] ESPIE M, TOURNANT B, CUVIER C, COTTU PH.

Epidémiologie des lésions malignes du sein, Encycl med chir.

Gynécologie; 840-A-15, 2001, 10p.

[10] FREUDENHEIM JL, MARSHAL L et al.

Lactation history and breast cancer risk.

Am J; Epidemiol 1997, 146 : 932-8.

[11] STEPHENS FO.

The rising incidence of breast cancer in men. Dietary influences : A possible preventive role for nature's sex hormone modifierse. The phytoestrogens (review).

Oncol Rep, 1999; 6 : 865-70.

[12] COLLABORATIVE GROUP ON HORMONAL FACTORS IN REAST CANCER.

Breast cancer and hormonal contraceptives. Lancet 1996, 347; p:

1713-1727.

[13] GRUMP FE.

Lobular carcinoma in situ : pathology and treatment j cell biochem 1993, 17; p : 53-58.

[14] BLACKWOOD R, BIGNELL G, et al.

BRCA1 and BRCA2 : From molecular genetics to clinical medicine.

J chim oncol 1998, 16; 1969-1977.

[15] WOOSTER R, BIGNELL G et al.

Identification of the breast cancer susceptibility gene BRCA2.

Nature 1995, 378, 789.

[16] THORSTENSON Y, ROXAS et al.

Contributs of ATM mutation to familial breast and ovarian cancer.

Cancer Res 2003; 63 p : 3325-3333.

[17] JASMIN C, Lé M, MARTY P.

Evidence for a link between psychological factors and the risk of

Breast cancer in a case control study. Ann Oncol 1990; 1 p : 22-29.

[18] LEWING JM, et al.

Ajr Am Roentgenol 2002; 179 (3) p : 671-7.

[19] WOOSTER R, WEBER BL.

Breast and ovarian cancer.

N Engl J Med 2003; 348 p : 2339-2347.

[20] LEVY L, MICHELIN J, TEMAN G, MARTIN B, DANA A, LACANA, et MEYER D.

Techniques d'exploration radiologique du sein. Encycl med chir,

Radiodiagnostic-principes et techniques d'imagerie, 34-800-A-10,

2001, p 20.

[21] BOUHNİK H, DESQURRE-AUFORT I, NOEL A, STINES J.

Recommandation du groupe interdisciplinaire de mammography sur l'assurance de qualité en mammographie. Rev ImM: 1994; 6447-6454.

- [22] LAMARQUE JL, SANCERNI S, CHERIFCHEIKH J, GUERRIN BOULET P, BARRAZZA JJ.
Irradiation, dose et qualité de l'image: bilan des différents couples
Film-écran disponibles. Le sein: 1998; 83-15.
- [23] CHOTAS HG, DOBBINS JT, RAVIN CE.
Principals of digital radiography with large area electronically
readable detectors, a review of the basics radiology 1999; 210 :
595-599.
- [24] STINES J, NOEL A, LEVY L, SERADOUR B, HEID P, GRUMBACH Y.
Mammographie numérique: technique, application et apport de l'aide
informatisée au diagnostic. Journal de radiologie; 2002; vol 83, p: 581-590.
- [25] ELNONE JG, et al.
Jama 2005; 293 (10) : 1245-56.
- [26] GRUMBACH Y, COGNET S, BARATTE B, NEEL-PAPROCKI V, REIZINE A.
Echographie du sein: Equipement et technique d'examen. Emu 1996;
17 : 113.
- [27] RIZZATO G.
Ultrasound transducers. Eur Radiol 1998; 27 : 188-195.
- [28] GRUMBACH Y, BARATTE B.
Dépistage et ponctions guides du sein. Radiol 2002; 83 (4pt2): 535-550.

[29] BLOOMSTEIN M, D'ANGELO P, GALLIANO D, BUDER J,
DEAN R.

Roesemurgy as one hundred consecutive advanced breast biopsy
instrumentation procedures: complication, costs and outcome. Ann
Surg oncol 1999; 6: 195-199.

[30] AMERICAN COLLEGE OF RADIOLOGY.

Breast ultrasound accreditation program basic requirements:
consultable sur le site internet: www.adc.org.

[31] LIEBERMAN L, EVANS NP, DERSHAW DD, HANN LE.

Radiology microcalcifications in stereotaxic mammary core biopsy specimens.
Radiology 1994; 190: 223-225.

[32] LIEBERMAN L, DERSHAW DD, MORRIS EA, ABRAMSON
AF, THORNTON CM, ROSEN PP.

Clip placement after stereotactic vacuum assisted breast biopsy.
Radiology 1997; 205: 417-422.

[33] BURNSIDE ES, SOHLICH RE, SICKLES EA.

Movement of a biopsy site marker completion of stereotactic directional vacuum
assisted breast biopsy: case report.
Radiology 2001; 221:: 504-507.

[34] AMERICAN COLLEGE OF RADIOLOGY.

Stereotactic breast biopsy accreditation overview; consultable sur Le site internet:
www.acr.org.

[35] TRADIUM A, ELKHOURY C, MEUNIER M, THIBAUT F.

Imagerie interventionnelle mammaire. Radiodiagnostic-urologie-gynecologie (34-810-B-10).

[36] OREL SG, SCHANAL MD.

MRI of the breast for detection, diagnostic and staging of breast cancer. Radiology 2001; 220 : 13-30.

[37] HEYWANG-KOBRUNNER SH, HEINIG A, PICKUTH D,
ALBERICH T, SPICLMANN RP.

Interventional MRI of the breast: lesion, localisation and biopsy.

Eur Radiol 2000; 10: 36-45.

[38] KLIJANIENKO J, COTE JF, THIBAUT F, ZAFRANI B,
MEUNIER M, CLOUGH K et al.

Ultrasound-guided fine needle aspiration cytology of nonpalpable breast lesions. Institut Curie's experience with 198 histologically correlated cases. Cancer 1998; 84: 36-41.

[39] COTE JF, KLIJANIENKO J, MEUNIER M, ZAFRANI B,
THIBAUT F, CLOUGH K et al.

Stereotactic fine-needle aspiration cytology of nonpalpable breast lesions. Institut Curie's experience with 243 histologically correlated cases. Cancer 1998; 84: 77-83.

[40] KREBS TL, BERG WA, SEVERSON MJ, MAGDER LS,
GOLDBERG PA, CAMPASSI C, SUN CC.

Large-core biopsy guns: comparison for yield of breast tissue. Radiology 1996; 200: 365-368.

[41] FISHMAN JE, MILIKOWSKI C, RAMSINGHANI R, VELASQUEZ V, AVIRAM GUS.
Guided core-needle biopsy of breast: how many specimens are Necessary?. Radiology 2003; 226: 779-782.

[42] SOO MS, BAKER JA, BOSEN EL.

Sonographic detection and sonographically guided biopsy of breast microcalcifications. AJR Am J Roentgenol 2003; 180: 941-948.

[43] CORN CC SITE SELECT.

Minimally invasive excision of breast lesions. Breast J 2001; 7: 427-429.

[44] CORN CC.

Review of 125 siteselect stereotactic large-core breast biopsy procedures. Breast J 2003; 9: 147-152.

[45] LAMARQUE JL, PRAT X, LAURENT JC, TAOUREL P, PUJOL J, BOULET P, GARY-BOBO, MOUROUM y, BINET A.

Imagerie par resonance magnétique du sein. Encycl med chir.

Radiodiagnostic-urologie-gynecologie. 34-810-A-10, 2000, 17p.

[46] HIHMIR K, TURETSCHK K, GOMISCEK K, STIGLBAUER R, SCHURAWITZKI H.

Field strength dependence of MRI contrast enhancement phantom

measurements and application to dynamic breast imaging. Br Radiol,

1996; 69: 215-220.

[47] ESSERMAN L, WOLVERTON D, HYLTON N.

MRI for primary breast cancer management current role and

applications. Endocrine related. Cancer 2002; 9: 141-153.

[48] SARA S, UPPONI A, RUTH ML, WARREN B.

The diagnostic impact of contrast enhanced MRI in management of

Breast disease. The breast 2006; 15: 736-743.

[49] CHRISTOPHER P, GOSEIN BS, CLAUDIA G, BERMAN MD, ROBERT A and CLARK MD.

Magnetic resonance imaging of the breast.

Cancer control 2001; vol 8 n° 5.

[50] FROUGE C, REIMAN T, SAMARITAN M, CONTESSO G, LAMARQUE J.

Cancer du sein. Radiodiagnostic urologie-gynecologie. 34-800-A-50.

- [51] RIGO P, POULUS P, KASCHTEN BJ, HUSTINX R, BURY T, JERUSALEM G et al.
Oncological application of positron emission tomography with
Fluorine-18-fluorodeoxyglucose. Eur j nucl med 1996: 1641-1674.
- [52] VOTAW J.
Physics of the PET. Radigraphics 1995; 15: 1197-1190.
- [53] HIRAKI Y, ROSEN O, BIRNBAUM M.
Growth factor rapidly induce expression of the glucose transporter
Gene. J Biol chem. 1988; 27: 13655-13662.
- [54] BONARDI R et al.
Eur J Radiol 2005; 55 (2): 258-263.
- [55] FEIG SA, D'ORSI CJ, HENDRICK RE, JACKSON VP, KOPANS DB, MONSEES Bet al.
American college of radiology guidelines for breast cancer screening.
A/R: Am Roentgenol 1998; 171: 29-33.
- [56] OREL SG, KAY N, REYNOLDS C, SULLIVAN DC.
Bi-Rads gategorization as a predictor of malignancy.
Radiology 1999; 211: 845-850.
- [57] THURFJEN E, JSIEN C, LIPWORTH L, EKDOM A, ADAMI A, TRICHOPOULOS D.
Breast size and mammographic pattern in relation to breast cancer risk.
Eur J cancer prev 1996; 5: 37-41.

[58] FROUGE C, TRISTANT H, GUINEBRETIERE JM, MEUNIER M, CONTESSO G, DIPAOLO R, et al.

Mammographic lesion suggestive of radiol scars: microscopic findings in 40 cases.
Radiology 1995; 195: 623-625.

[59] HILLEREN DJ, ANDERSSON IT, LINDHOLM K, LINNELL FS.

Invasive lobular carcinoma: mammographic findings in a 10 year experience.
Radiology 1991; 178: 149-154.

[60] CUPPLES TE, EKLUND GW, CARDENOSA G.

Mammographic halo sign revisited.
Radiology 1990; 199: 105-108.

[61] WILLSON TE, HELVIE MA, OBERMAN A, JOYNT LK.

Pure and mixed mucinous carcinoma of the breast: pathologic basis for differences in mammographic appearance.
Ann j Roentgenol 1995; 165: 285-289.

[62] ITOH A, VENO E, TOHNO E, KAMMA H, TAKAHASLI H, SHIINA T, et al.

Breast disease: clinical application of us elastography for diagnosis.
Radiology 2006; 239: 341-350.

[63] GUINTA RE, GEIWEID A, FELLER AM.

The value of preoperative doppler stenography for planning free perforator flaps plast reconstr.
Surg 2000, 105: 2381-2386.

[64] LEE W, CHU J, HUANG C, CHAG M.

Breast cancer vascularity: Doppler stenography and histopathology study.

Breast cancer restreat 1996; 37: 291-298.

[65] ROSENBERG JJ, FORNAGE BD, CHEVRAY DM.

Monitoring burred free flaps: limitations of the implantable Doppler and use of color duplex sonography as a confirmatory test plast reconster.

Surg 2006; 118: 109-115.

[66] LEONARD GD, SWAIN CM.

Ductal carcinoma in situ, complexities and challenges.

Jnal cancer inst 2004; 96: 906-20.

[67] FACIUS M, DIANE M, NEUBAUER H, BOTTCHE J, CAJDA M, CAMARA O, WERNER A.

Characteristics of ductal carcinoma in situ in resonance imaging.

Clinical imaging 31; 2007: 394-400.

[68] CONTI P, LILLIEN D, HAWLEY K, KIPPLER J, GROFTE S, BADING J.

PET and FDG in oncology: a clinical update nucl med Biol

1996; 23: 717-735.

[69] TAFRA L.

Ann surg oncol 2007; 14 (1): 3-13.

[70] BERG WA et al.

Breast j 2006; 12 (4): 309-23.

[71] ELIZABETH A, MORRIS.

Review of breast MRI: indication and limitations.

Seminars in Roentgenology, vol XXXVI, n°3 (july); 2001: pp: 226- 237.

[72] SANTAMARIA G et al.

Preoperative MRI of pure intraductal breast carcinoma.

The breast (2007); doi: 10-1016/J. Breast 2007.09.005.

[73] BOETES C, STRIJK SP, HOLLAND R, BARENTSJ JO, VAN DER SLUIS RF, RUIJ JH.

False negative MRI imaging of malignant breast tumors.

Eur Radiol 1997; 7: 1231-1234.

[74] ISASI CR, MOADEL RM, BLANFOX M.

A meta analysis of FDG-PET for the evolution of breast cancer recurrence and metastases.

Breast cancer research and treatment 2005; 90(2): 105-12.

[75] KIM B, CHUNG JM, KANG SB, KIM MH, JEONG JM, LEE DS, et al.

18 FDG-PET on a substitute for second look laparotomy in patientes with advanced ovarian carcinoma.

European journal of nuclear medicine et molecular imaging 2004; 31(2): 196-201.

[76] HARRIS JR, LIPPMAN ME, VERONESI U, WILLETT W.

Breast cancer (1).

N Engl J Med 1992; 327: 319-28.

[77] R GILLES.

Imagerie par resonance magnétique et PET du sein J Radiol
2002; 83: 567-574.

[78] N FABRE DEMARD, P BOULET, X PRAT, L CHARRA, A LESNIK ET P TAOUREL.

Apport de l'IRM dans le diagnostic et le bilan d'extension des cancers lobulaires
infiltrants.

J Radiol 2005; 86: 1027-34.

[79] C BALU-MAESTRO.

Imagerie par resonance magnétique du sein.

J Radiol 2001; 82: 17-26.

[80] BOETES C, BARENTSZ JO, MUS RD ET AL MR.

Characterization of suspicious breast lesions with a gadolinium enhanced turbo
FLASH subtraction technique.

Radiology 1994; 193: 777-81.

[81] HARMS SE.

Breast magnetic resonance imaging.

Semin Ultrasound, CT, MRI 1998; 19: 104-20.

[82] FRIEDRICH M.

MRI of the breast: state of the art.

Eur Radiol 1998; 8: 707-25.

[83] WEINREB JC, NEWSTEAD G.

MRI imaging of the breast.

Radiology 1995; 196: 593-610.