

Radiologie numérique : Le numérique devient mobile !

P Baudhuin (1) et C Maliges (2)

Le RSNA 2004 a encore vu se distinguer la mammographie numérique par le nombre de publications qui lui sont consacrées. L'autorisation de la participation de ces équipements à la campagne de dépistage de cancer du sein en France est attendue par les constructeurs. Désormais la plupart d'entre eux favorise l'utilisation des capteurs de format 24 × 30 cm. Actuellement seuls 5 % des mammographes vendus en France sont numériques. Certains constructeurs proposent des mobiles de radiologie numériques avec capteur DR mobile.

L'intérêt apporté à transformer des systèmes RX analogiques en systèmes RX numériques n'a jamais été aussi fort. Près de 70 % des diagnostics se faisant encore sur films. Les gains d'efficacité en terme de flux patient inhérent à la numérisation puis à l'archivage dans un PACS incitent à numériser la totalité des examens (augmentation de rendement estimé à 10 % pour le CR). Le choix de la technologie à utiliser est technique mais aussi très souvent économique. L'alternative DR est apparue fin des années 1990, on a alors pensé à une suppression rapide de la technologie CR elle-même apparue en 1983. Cependant ces systèmes continuent de supplanter les systèmes DR grâce à leur simplicité de mise en œuvre, la possibilité de numériser plusieurs modalités et leur coût proportionnellement réduit. Rappelons que le premier système CR installé aux USA en 1983 par la société Fujifilm Medical Systems USA nécessitait plus de 20 m² et coûtait 1,5 million de dollars. Par la suite quand les brevets déposés ont expiré courant des années 1990, la taille et le coût ont chuté. Grâce à la maturité de cette technologie, en 2003 le marché CR aux USA a encore augmenté de 50 %. Actuellement une station complète avec un lecteur coûte en moyenne 120 000 € pour numériser quatre salles soit approximativement 30 000 € par salle. Un système DR complet pour une salle coûte au minimum 120 000 € soit quatre fois plus par salle. Bien entendu, l'augmentation du

flux pour des patients valides sur ces systèmes est à intégrer lors du choix par l'établissement de santé ou du cabinet de radiologie.

La réalité fait donc apparaître une complémentarité de ces systèmes.

La radiologie conventionnelle utilise jusqu'à maintenant comme récepteur un système de cassettes comprenant un écran scintillateur et un film radiologique. Sous l'effet du rayonnement X l'écran émet un rayonnement lumineux qui insole un film. Il est nécessaire ensuite de développer ce film pour obtenir l'image à interpréter.

L'évolution de la radiologie conventionnelle consiste en la numérisation des images produites par remplacement de ce récepteur écran-film par un récepteur qui permette cette numérisation.

La radiographie dite « numérique » est composée de différentes solutions :

- les systèmes de Radiologie Numérisée (CR) « Cassetteless Computed Radiography systems » qui utilisent des écrans à scintillateur photo stimulable à mémoire, appelé également Ecran Radio Luminescent à Mémoire (ERLM) ou, improprement cassette Phosphores (en référence au terme anglais « Phosphor » qui est synonyme de scintillateur) avec des lecteurs d'écran qui fournissent l'image numérique ;

- les systèmes de Radiographie Numérisée (DR) « Digital Radiography Systems », directe ou indirecte en fonction de l'utilisation ou non d'un scintillateur dans le processus de transformation du rayonnement X en signal électrique par des détecteurs à capteur plan ou à caméras CCD (Charge coupled devices).

Elle offre plusieurs avantages sur les systèmes utilisant l'écran-film. Les données sont acquises dans un format numérique, et les images peuvent être directement visualisées sur un moniteur, stockées et transmises par l'intermédiaire d'un réseau informatique. De plus, la gamme dynamique des récepteurs à scintillateur photostimulable et à numérisation directe est plus grande que le couple écran-film.

Le couple écran-film peut enregistrer une différence d'exposition d'environ 100:1, alors que la numérisation indirecte

10.000:1. Cette grande différence diminue le besoin de reprise de l'examen et les doses d'exposition du patient. Les autres avantages des systèmes numériques et informatisés sont les possibilités de post traitement des images et la suppression de chimies de développement. Le positionnement du patient et les techniques d'acquisition utilisées sont les mêmes en numérique qu'en radiologie conventionnelle.

La radiographie numérisée (système CR)

La configuration d'un système numérisé est composée de cassettes avec écrans ERLM, un lecteur, une station informatique, des moniteurs haute et basse résolution et un reprographe.

La cassette comporte un écran photostimulable. C'est un scintillateur à mémoire, constitué d'un revêtement de cristaux constitués de Chlorure ou Iodure de Baryum Fluoré dopé à l'Europium (« BaFX:Eu » ou X = Bromure, Chlore ou Iode).

Le rayonnement X, en traversant le scintillateur, interagit avec le cortège électronique les atomes. Les électrons changent de niveau d'énergie. Une faible partie d'entre eux retourne immédiatement à son niveau d'énergie d'origine avec émission d'un photon, c'est le fonctionnement d'un scintillateur classique. Dans notre cas, la partie la plus importante d'énergie est stockée par des électrons du scintillateur qui sont excités et restent à un niveau d'énergie supérieur, en un état métastable, formant une image latente. L'écran est inséré dans un lecteur qui balaye le scintillateur à l'aide d'un faisceau Laser ou d'un système émettant une forte chaleur. Cette irradiation complémentaire, thermique ou par lumière suivant la technologie, rompt l'équilibre métastable et l'ERLM rend l'énergie stockée. Cette émission lumineuse est captée par un guide de lumière et transmise à un tube photomultiplicateur, qui produit un signal électrique analogique qui est amplifié,

converti en signal numérique et enregistré sur un ordinateur. La cassette ERLM est réutilisable après avoir été exposée à un faisceau d'initialisation qui supprime toute rémanence.

L'écran est inséré dans une cassette. Et l'ensemble est transféré manuellement du porte-cassette de la table ou du Potter au lecteur. Il présente l'intérêt de pouvoir être utilisé sur n'importe quelle installation existante.

Deux types de lecteurs de plaques ERLM existent : les lecteurs monofentes et les lecteurs multifentes. Avec les lecteurs monofentes, chaque cassette doit être chargée manuellement. Avec les lecteurs multifentes, le manipulateur peut stocker un certain nombre de cassettes pour une lecture avec chargement automatique. Un lecteur multifentes peut desservir une ou plusieurs salles de radiologie.

La tendance de cette année est de proposer des lecteurs monofentes à installer dans les salles d'examen. L'investissement global n'est pas tellement supérieur à celui nécessaire pour une implantation centrale de deux lecteurs multifentes (l'un suppléant l'autre en cas de défaillance). Cela permet d'améliorer la productivité de chaque salle et la sécurité du patient en limitant les déplacements des manipulateurs. En cas de défaillance d'un lecteur, les cassettes peuvent être lues par n'importe quel lecteur d'une autre salle et toutes les stations d'interprétation ont accès à l'ensemble des images ainsi produites.

Ce sont principalement les producteurs de films qui proposent ces équipements : Kodak, Agfa, Fujifilm, Konica ; Seul Philips propose une solution sur la base de l'équipement Fujifilm.

La radiographie numérisée indirecte (système DR)

Comme pour la radiographie informatisée, le rayonnement est collecté par un scintillateur ou écran photo luminescent qui le transforme instantanément en lumière (Iodure de Césium — CsI — principalement, Oxyde de Gadolinium également : GadOx). Cette lumière, transmise par un coupleur optique, est transformée en signal électrique par des caméras à CCD ou des matrices de diodes lues par une matrice de transistors (thin-film diodes : TFD et thin-film transistors : TFT, réalisés dans une couche de silicium

amorphe : a.Si). Ces dernières, par adressage, permettent de collecter les différentes charges et de réaliser ainsi une image de pixels. Dans le cas de caméras CDD, il est nécessaire de réaliser un couplage optique entre le scintillateur et les CCD.

La radiographie numérisée directe (système DR)

À l'inverse de la radiographie numérique indirecte, la radiographie numérique directe ne nécessite pas de conversion du faisceau X en lumière. Un détecteur à capteur plan est utilisé. Il est composé d'un ensemble de Sélénium amorphe et de silicium amorphe (aSe/aSi). La couche de Sélénium est soumise à une haute tension qui la polarise, lorsqu'elle est exposée au rayonnement X, il se produit des paires d'électrons-trous qui sont collectés sur une électrode. Ces charges capturées sont converties en signal électrique par un réseau de transistors TFT.

Les capteurs plans peuvent être monobloc : l'ensemble est réalisé d'une seule pièce, ou être une juxtaposition de plusieurs éléments de base, dans ce cas il est de type mosaïque.

Pour les deux systèmes, DR et CR, la compatibilité avec le standard DICOM 3.0 (Digital Imaging and Communications in Medicine) doit être une demande de base pour toute nouvelle installation (comportant les services de stockage) pour faciliter l'intégration à tout réseau existant.

Rappel sur les performances des systèmes numérisés

La DQE ou Efficacité Quantique de Détection compare le rapport « Signal/Bruit d'entrée » au rapport « Signal/Bruit de sortie ».

Ce paramètre caractérise bien les détecteurs numériques car il intègre l'absorption RX, la sensibilité, le bruit et la résolution. Il exprime le rendement d'utilisation des photons X qui est de :

- 20 à 30 % pour un couple écran-film (examens à faible dose impossibles) ;
- 20 à 25 % pour les ERLM, mais avec une plage d'exposition plus large par rapport aux films classiques et une meilleure sensibilité ;

- 30 à 40 % pour les capteurs plans au Sélénium ;
- 45 à 55 % pour les capteurs plans au Silicium et scintillateur ;
- 60 à 70 % pour les amplificateurs de luminance.

La **sensibilité** est la plus petite variation d'absorption de RX mesurable. Une bonne sensibilité nécessite une bonne DQE et une bonne utilisation de l'énergie récupérée.

Comme pour la DQE, un des paramètres essentiels des détecteurs est donc leur sensibilité relative comparée à celle des couples écrans-films.

La **résolution spatiale** représente la taille du plus petit détail décelable. Une résolution élevée correspond à une taille de pixel faible et à un nombre de paires de lignes (pl) par mm élevé. L'imagerie conventionnelle (10 pl/mm, jusqu'à 20 en mammographie) a encore une meilleure résolution spatiale que la radiologie numérique (3 à 10 pl/mm pour les ERLM, 8 à 13 en mammographie numérique DR et 2,5 à 3,5 pl/mm pour la radiologie numérique DR) mais cette perte est compensée par une meilleure dynamique ($\times 100$) et une meilleure sensibilité.

La **résolution en contraste** (ou en densité) est la plus petite variation de contraste décelable. La plupart des examens radiologiques nécessite davantage une bonne résolution à bas contraste plutôt qu'une résolution spatiale élevée.

La **FTM** (Fonction de Transfert de Modulation) exprime la variation de contraste en fonction de la fréquence spatiale de l'objet pour un contraste objet donné. Fonction décroissante, la FTM est proche de 1 (contraste d'environ 100 %) pour des fréquences spatiales très faibles et proche de 0 pour des fréquences spatiales élevées.

Les tendances

L'offre d'installations conventionnelles numérisées de types statiques — salles « Os poumons » et/ou « Urgences » — est maintenant bien stabilisée chez les grands constructeurs. Chez la majorité d'entre eux, un consensus se dégage sur des salles avec un seul détecteur fixé sur un bras mobile afin de permettre la diffusion de cette technologie coûteuse. La recherche concerne plus l'ergonomie des installations, leur design et la valeur ajoutée de l'informatique, traitement d'images et stockage. La station de post-

traitement devient le plus souvent multimodalités.

Si le capteur plan n'atteint pas ou peu les tables télécommandées telles qu'existantes, certainement en raison de la différence de prix d'avec les tubes amplificateurs, il faut noter une évolution de ces tables vers un nouveau concept qui est celui de la table polyvalente : Radiofluorographie et angiographie. Des mobiles de radiologie avec capteurs plans sont présentés par trois sociétés (Canon, Siemens et GE). Trixell développe également un capteur de ce type avec comme objectif une transmission des données sans fils.

Le domaine de la mammographie est toujours l'objet de toutes les attentions et l'arrivée de nouvelles normes de contrôle de qualité devrait permettre au marché de se stabiliser. Pour s'affranchir du manque de données concernant les conditions de certification des installations numériques pour le dépistage, certains proposent les deux solutions, analogique et numérique, sur un même équipement. On peut noter également la généralisation des accessoires numériques permettant les biopsies sur les mammographes qui seront bientôt en concurrence directe avec les équipements dédiés. L'utilisation du même capteur pour le diagnostic et les ponctions se généralise (donc même DQE et repérage des calcifications identique). Il en est de même pour l'exploreur automatique où l'utilisateur n'a plus à choisir les cellules. À présent, la plupart des appareils sont isocentriques et motorisés. Siemens et Philips qui utilisaient le même statif ont opté pour des détecteurs différents.

L'offre industrielle

Les capteurs

Il y a peu de nouveautés technologiques cette année. On assiste à la conclusion des travaux déjà engagés. Cette stabilité dénote certainement une certaine maturité du marché.

Trixell

Cette société est une joint venture entre THALES (51 %), PHILIPS (24,5 %) et SIEMENS (24,5 %). Outre ces deux dernières sociétés, ces clients sont les intégrateurs dont certains sont représentés en France (Stephan'X, Primax, Ferrania, Kodak...). Les capteurs proposés permettent une numérisation indirecte, ils sont constitués de Cs/aSi.

Le PIXIUM 4600 de $43 \times 43 \text{ cm}^2$, pixel de $143 \mu\text{m}$ qui est un capteur statique. Il peut toutefois atteindre 7,5 i/s dans une utilisation dynamique.

Le PIXIUM 4800 de $20 \times 20 \text{ cm}^2$, $184 \mu\text{m}$ est utilisable de 7,5 i/s à 30 i/s en dynamique. Conformément aux annonces du RSNA 2003, cette société a mis sur le marché un nouveau capteur dynamique grand champs, le PIXIUM 4700. Son pixel est de $154 \mu\text{m}$ et sa cadence image s'étale de 15 à 60 i/s, il est positionné sur l'interventionnel haut de gamme.

En WIP, un nouveau capteur grand champs $43 \times 43 \text{ cm}^2$. Il devra à la fois permettre des examens de fluoroscopie et de radiographie. Il est annoncé pour 2006. Il est également prévu la mise sur le marché d'un nouveau détecteur portable pour 2006. Cette société réfléchit aux possibilités de s'affranchir de la contrainte d'un câble par une communication sans fils.

TRIXELL fait également évoluer son pré-processing, il devient plus complet et permet aux sociétés intégratrices de bénéficier d'algorithmes de correction des défauts et de calibration. Cette société revendique 4 000 détecteurs commercialisés fin 2004 soit la première base installée.

General Electric Healthcare

Cette société fabrique ses propres capteurs en technologie indirecte CsI/aSi.

Elle propose toujours le capteur statique « Revolution » $41 \times 41 \text{ cm}^2$, pixel de $200 \mu\text{m}$, ce capteur atteint 7,5 i/s en utilisation dynamique pour la radiologie vasculaire.

Pour les applications cardiaques, le capteur « Revolution dynamique » $20 \times 20 \text{ cm}^2$, $200 \mu\text{m}$, 30 i/s est toujours proposé.

Un nouveau capteur vient d'être annoncé en WIP : le capteur destiné à la mammographie $24 \times 30 \text{ cm}^2$, $100 \mu\text{m}$ qui remplacera le capteur $19 \times 23 \text{ cm}^2$, $100 \mu\text{m}$. Il serait au stade des essais cliniques.

Hologic

Hologic propose toujours ces deux capteurs à conversion directe de taille $35 \times 43 \text{ cm}^2$, pixel de $139 \mu\text{m}$ pour la radiologie conventionnelle et le Lorad de $24 \times 29 \text{ cm}^2$, pixel de $70 \mu\text{m}$ pour la mammographie. Sur ce dernier, la couche de aSe a été réduite de $250 \mu\text{m}$ à $200 \mu\text{m}$ afin de limiter les problèmes d'atténuation et de permettre un meilleur contraste. Cette société est représentée en France par Stephan'X.

Toshiba

La société Toshiba propose son capteur dynamique à conversion directe (aSe/TFET) DynaDirect de $23 \times 23 \text{ cm}^2$, $150 \mu\text{m}$, 30 i/s, présenté en 2002 et confirme l'arrivée du capteur dynamique DynaDirect 3000, $35 \times 35 \text{ cm}^2$, $150 \mu\text{m}$, et 30 i/s.

Anrad

Société canadienne qui fabrique du matériel revendu aux principaux constructeurs tels que GEMS, Siemens. Elle propose, en deux tailles : $18 \times 24 \text{ cm}^2$ et $24 \times 30 \text{ cm}^2$ un capteur plan au sélénium amorphe, statique, de $85 \mu\text{m}$.

Canon

Ces capteurs sont basés sur la technologie scintillateur au Gadolinium, GadOx/aSi.

Ces capteurs statiques sont :

- CXDI-50G, $35 \times 43 \text{ cm}^2$, $160 \mu\text{m}$,
- CXDI-31, $24 \times 30 \text{ cm}^2$, $100 \mu\text{m}$,
- Le capteur portable : CXDI-40G, $41 \times 41 \text{ cm}^2$, $160 \mu\text{m}$ qui est intégrable sur une installation existante avec un porte cassette Canon.

Elle a également développée pour sa meilleure DQE le capteur CXDI-40C à base de CsI, $43 \times 43 \text{ cm}^2$, $160 \mu\text{m}$. DQE 70 %. Une évolution du capteur CXDI-40G est présentée cette année, le CXDI-50G dont les caractéristiques sont $35 \times 43 \text{ cm}^2$, $160 \mu\text{m}$ avec un affichage de l'image en 20 s et un poids de 4,8 Kg. L'image est codée sur 14 bits dont 12 sont réservés au codage de l'échelle des gris.

Canon annonce une résistance des capteurs de 100 kg/cm^2 et les garantit pendant 6 ans.

Varian

Tous les capteurs proposés sont de technologie GadOx/aSi : Patscan 4030R, statique, $40 \times 30 \text{ cm}^2$, $127 \mu\text{m}$; Patscan $25 \times 20 \text{ cm}^2$ dynamique, $25 \times 20 \text{ cm}^2$, $127 \mu\text{m}$, 7,5 i/s ; Patscan 40×30 , $30 \times 30 \text{ cm}^2$, $197 \mu\text{m}$, 30 i/s et Patscan 2020, $20 \times 20 \text{ cm}^2$, $127 \mu\text{m}$, 30 i/s.

Swissray

Cette société n'est toujours pas représentée en France. Elle dispose toujours de son capteur GadOx, le Quad 100 $35 \times 43 \text{ cm}^2$, $150 \mu\text{m}$. Mais elle propose maintenant un capteur CsI/CCD, $35 \times 43 \text{ cm}^2$. Swissray produit des capteurs plans depuis 1997, tous ces détecteurs sont garantis 5 ans avec un taux minimal de bon fonctionnement de 99 %.

Le parc installé en capteur est de 300 systèmes DR dont presque la moitié aux États-Unis.

EDGE

Cette société dispose de l'agrément FDA pour son capteur au sélénium amorphe : Quix 100, $43 \times 43 \text{ cm}^2$, $127 \mu\text{m}$ dont l'information est lue par une barrette de diodes qui se déplace le long du capteur. Elle est représentée en Allemagne mais toujours pas en France.

EDGE présente également un nouveau capteur au aSe de $17 \times 17 \text{ cm}^2$, $127 \mu\text{m}$. Il dispose du marquage CE mais pas encore de l'agrément FDA.

Les équipements

Les plaques

Agfa

Les deux familles de lecteurs apparus l'année dernière sont toujours présentes. Le lecteur monocassette CR 25.0 et le lecteur multicassettes CR 75.0. Ces lecteurs permettent par une lecture optique du type de cassette le changement de la fréquence d'échantillonnage, soit une lecture en $100 \mu\text{m}$ pour la radiologie standard ou en $50 \mu\text{m}$ pour la mammographie ou les extrémités (en option).

Respectivement ils permettent une cadence de 100 plaques/h et 70 plaques/h pour la radiologie et 50 plaques/h et 35 plaques/h. Le coût d'une solution standard en multi cassettes est de 150 000 € contre 200 000 € pour le même système avec l'option mammographie.

La principale évolution par rapport au RSNA 2003 se concentre sur la station de travail équipée de logiciels de visualisation plus rapides.

Agfa présente au RSNA 2004 une nouvelle famille de lecteur mono fente CR 50.0 qui sera commercialisé au 2^e semestre 2005. Cet équipement permet un rendement élevé. L'identification et la lecture des détecteurs se font en moins de 30 s. La technologie utilisée effectue une lecture et un effacement en simultané.

Ce matériel est équipé d'un onduleur et d'une interface réseau sans fils avec technologie Wifi. Il peut donc être déplacé tout en communiquant avec le réseau d'imagerie d'où sa description « mobile ». Avec ce lecteur, Agfa présente également un nouvel écran rigide avec un scintilla-

teur au CsI dont la DQE augmente pour approcher celle des capteurs plans et en parallèle une diminution de la dose patient à qualité d'image constante.

L'objectif est de permettre à long terme, d'envisager l'installation de lecteurs de plaques en lieu et place des Potter actuels sur les salles de radiologie. Ceci afin de s'affranchir de la phase de lecture déportée de la cassette. Ce système vise donc directement la concurrence des capteurs plans, son principal intérêt étant un coût inférieur de moitié.

Était présenté également un nouvel algorithme de traitement image qui sera à terme disponible sur l'ensemble des numériseurs Agfa : L'algorithme Musica 2 dont la commercialisation n'interviendra pas avant 2006. Cet algorithme de traitement est destiné à la radiologie générale. L'objectif recherché est de limiter l'effet opérateur dépendant. En fonction du signal et du niveau de bruit il y a une adaptation du postraitement. Cela permet d'améliorer l'image en cas de mauvaise collimation en effectuant des mesures sur toutes les zones de l'image à contrario d'une mesure globale. Le manipulateur, après identification du patient sur la Worklist, n'a plus à sélectionner un examen.

Fujifilm

On retrouve toujours les lecteurs de plaques avec lecture en $100 \mu\text{m}$ avec une même interface. Grâce à la classe Worklist on accède au choix du patient, au choix de l'examen et à une distribution automatique vers le PACS.

XG1 : lecteur mono cassette permettant la lecture de 60 à 70 plaques/h. XG 5000 : lecteur multi cassettes (4 fentes) permettant une productivité de 110 cassettes/h et jusqu'à 165 cassettes pour les petits formats.

Le Profect CS, lecteur dédié à la mammographie. Il permet une lecture en $100 \mu\text{m}$ ou en $50 \mu\text{m}$. Grâce à sa lecture double faces des écrans on atteint une productivité de 85 plaques/h en $50 \mu\text{m}$ pour un format $18 \times 24 \text{ cm}^2$ et 100 cassettes/h en $100 \mu\text{m}$ pour le $36 \times 43 \text{ cm}^2$.

La station de travail est spécifique, le Seno-Pics sur laquelle un CAD Fuji est disponible. Elle est équipée de 2 moniteurs 5 Mpixels. Ces stations permettent d'accéder à des statistiques sur l'utilisation des plaques grâce aux codes barres présent sur les cassettes.

La solution Fuji pour les grands formats est constituée d'un porte cassette

$30 \times 120 \text{ cm}^2$, d'une cassette $35 \times 83 \text{ cm}^2$ avec écran ERLM associé, d'une cassette $35 \times 43 \text{ cm}^2$ avec écran ERLM associé, du logiciel de reconstruction sur console EyePix et du logiciel de déviation du rachis et du gonométrie.

Ce système s'appuie sur l'acquisition d'une cassette $35 \times 83 \text{ cm}^2$ comportant deux écrans ERLM de format $35 \times 43 \text{ cm}^2$, complétée si nécessaire d'une cassette $35 \times 43 \text{ cm}^2$. Une grille antidiffusante est intégrée au porte cassette.

Kodak

Trois familles de lecteurs.

Deux en mono cassette : le CR 500 et le CR 850. Le premier a une productivité de 60 plaques/h, il se distingue par son rapport qualité/prix intéressant. Il peut être déplacé, sa connexion nécessite alors une prise réseau. Le second atteint 100 plaques/h, l'identification et la lecture des détecteurs se font en moins de 30 s. La fonction capture link vient d'être intégrée sur ce système.

Un format en multi cassette, le CR 950 est disponible avec un chargeur 17 cassettes, permettant la lecture de 85 plaques/h. Il se compose de deux compartiments de 8 cassettes, un entrée et un en sortie avec une fente centrale pour la lecture avec chargement et déchargement automatique. L'intérêt de ce système est d'éviter les temps d'attente des manipulateurs pour déposer la cassette sur le lecteur. Il n'y a plus goulot d'étranglement sur le lecteur. Les cassettes sont identiques pour les systèmes CR 850 et CR 950. L'interface est identique à celle des tables RX commercialisées par Kodak. Cette société utilise un serveur unique pour tous les lecteurs installés dans le service.

Pour les grands clichés Kodak propose sa solution Long Legs Imaging, avec un Potter et une grille spécifique. Dans ce Potter on insère 3 ou 4 cassettes spécifiques qui se chevauchent. L'enveloppe et la grille des cassettes 1 et 3 se retirent laissant en place uniquement l'écran. Il y a donc superposition des écrans et non des grilles ce qui limite le flou. La reconstruction se fait sur des stations de visualisation. Ce système permet de faire des clichés de $43 \times 129 \text{ cm}^2$.

PHILIPS

PCR Corado muni de 4 chargeurs 169 p/h, $100 \mu\text{m}$;

PCR Compano mono chargeur, 169 p/h, $100 \mu\text{m}$;

Enfin pour la mammographie : le système PCR CosimaX 4 chargeurs 160 p/h, 50 μm pour un coût d'environ 200 000 € avec console et logiciels de traitement.

Ferrania

Cette société italienne commercialise désormais des lecteurs de plaques. Le marché visé par Ferrania étant les cabinets privés de radiologie et les sites hospitaliers décentralisés, elle se concentre sur les lecteurs mono cassette. Elle propose le lecteur 1417 de la société Ores, il permet la lecture de 70 plaques/h. C'est un système original car totalement mobile, il est monté sur un chariot et peut être déplacé sans difficulté. Sa fonctionnalité permet, avec un système de radio-mobile équipé de plaques ERLM, une lecture déportée au chevet du patient.

Konica Minolta

Trois modèles présentés :

Le Regius 170 Xpress. La cassette s'ouvre et permet une lecture verticale. Il n'y a pas de contact avec la plaque donc aucun frottement. L'intérêt est une durée de vie nettement supérieure. En le lecteur multicassettes, le Regius 350 qui permet un débit de 210 plaques/h.

En WIP, le lecteur Regius 190 destiné à la mammographie, il permet une lecture en 43,75 μm , et affiche une image en 24 s.

La reprographie

Agfa

Dans la continuité des reprographes laser :

– Le DRYSTAR 5300, 80 μm et 80 f/h est compact, il est destiné à être posé sur une table. Il remplace les modèles DRYSTAR 2000 & DRYSTAR 3000,

– Le DRYSTAR 4500M, bi-format (20 $\times$ 25, 25 $\times$ 30), 50 μm et 80 films/h, appareil dédié à la mammographie. Les films sont spécifiques, ils ont une meilleure homogénéité et une Dmax de 3,8 au lieu de 3,2 pour les films de radiologie standard,

– Sur le reprographe de deuxième génération DRYSTAR 5500 bi-format, on doit choisir entre les formats 20 $\times$ 25, 25 $\times$ 30, 28 $\times$ 36, 35 $\times$ 35 et 36 $\times$ 43 : sa cadence moyenne est de 150 films/heure et sa résolution de 50 μm . Les deux magasins sont indifférenciés et peuvent recevoir les différents formats sans manipulation particulière.

La technologie d'impression utilisée est une barrette de micro-résistances qui en fonction de l'intensité reçue flashent thermiquement le film. L'intérêt de la technique réside dans l'insensibilité des films à la lumière qui permet de les manipuler sans précaution particulière (chambre noire par exemple).

Ces reprographes possèdent une série de contrôles qualité automatiques.

Codonics

Cette société est distribuée en France par FPS. Sa gamme est basée sur le reprographe thermique Horizon. Cette année un nouveau format y est intégré, le 28 $\times$ 36 cm². Ce reprographe quadri-format en ligne de 80 μm de résolution décliné en version GS, Cl et SF. Les formats sont fonctions du modèle. La cadence peut atteindre selon le format 78 f/h en 20 $\times$ 25 cm², 28 $\times$ 36 cm², 36 $\times$ 43 cm² et en A4.

Depuis janvier 2005, on peut imprimer sur des films en couleur pour une utilisation en Tomographie à Émission de Positions (TEP) ou pour la fusion d'images multi modalités. À noter, Codonics garantit ses reprographes 5 ans.

Fujifilm

On retrouve la gamme Drypix :

– le DryPix 1000 : reprographe mono-format 20 $\times$ 25 ou 26 $\times$ 36 cm,

– le Drypix 3000 : reprographe mono-format 36 $\times$ 43 cm,

– le DryPix 7000 : reprographe multifformat avec un tiroir dédié 20 $\times$ 25 cm et deux tiroirs non dédiés pour du 20 $\times$ 25, du 26 $\times$ 36 ou du 35 $\times$ 43 cm. Cadence : 180 f/h. En option une trieuse comprenant 10 départements différents existe pour séparer les films selon leurs modalités de provenance.

Ce reprographe permet une lecture en haute résolution à 50 microns pour la mammographie.

En nouveauté, le DryPix 4000 : reprographe multifformat (4 formats possibles) avec un ou deux tiroirs soit un choix entre 18 $\times$ 24 et 24 $\times$ 30 ou 26 $\times$ 36 et 35 $\times$ 43. Cadence 110 f/h et sa résolution de 50 μm . Ici aussi une trieuse comprenant 4 départements est disponible en option. Fujifilm propose une passerelle permettant de « Dicomiser » la modalité en *Dicom Print* et Store : le DryPix Link.

Kodak

Continuité de la gamme Dryview :

– le 8100 (36 $\times$ 43 cm et 60 f/h),
– le 8150 : 1 tiroir, format indifférents 28 $\times$ 35 & 36 $\times$ 43 ; 70 F/h chargement par cassette,

– le 8200 (28 $\times$ 35 ou 36 $\times$ 43 cm et 60 f/h),
– le 8500 (28 $\times$ 35 cm et 120 f/h), le 8700 (36 $\times$ 43 cm et 120 f/h),

– le 8900, avec 3 tiroirs permettant 4 formats (25 $\times$ 30, 28 $\times$ 35, 20 $\times$ 25, 36 $\times$ 43).

Cet appareil présente une productivité de 200 f/h et une résolution de 39 microns permettant la reprographie en mammographie. La reconnaissance des barquettes de film est automatique avec la lecture de code barre de la barquette. Chaque barquette contenant 125 films.

Les installations radiologiques

Canon

Cette société se focalise sur la fabrication de capteurs, cependant elle propose l'intégration de ceux-ci dans différents statifs ou mobiles. Un modèle de radiomobile de marque Shimadzu a été présenté sur le stand Canon, le MobileDaRt.

Il est à remarquer que cette année Canon présente sur son stand une table de radiologie télécommandée de marque Apelem (Bacara Rad Pro) sur laquelle elle a intégré un capteur Canon CXDI40G. Ce matériel est destiné au marché Américain.

Ferrania

La société Ferrania propose des solutions avec le capteur Pixium 4600 de Trixell.

Le DR 961 est un système avec le Potter et le tube installés face à face sur un U sur une colonne. Il faut compter 280 000 € TTC pour cette installation.

Le DR 942 est un système de suspension avec le Potter sur colonne. La suspension et le Potter sont asservis (quand on manipule le Potter, le tube suit le mouvement). Dans la version 942T, le Potter bascule à l'horizontale. Le coût moyen de cette installation est de 300 000 € TTC.

Le DR 982 correspond à une salle avec le tube et le capteur sur leur suspension. La table est un plateau flottant escamotable et le capteur peut se positionner au dessus de la table. L'enveloppe financière de cette salle est de 370 000 € TTC.

En Work In Progress, la société annonce :

- des filtres directement en sortie de tube,
- le calcul de la dose peau.

Cette société est présente en France depuis 2003. Elle vient de vendre 3 tables équipées de capteurs plans en France en 2004.

General Electric Healthcare

En radiologie GE propose une table qui se décline soit avec le Potter seul (Revolution XQ/i) soit avec un plateau flottant (Revolution XR/d). Cette table est équipée d'un seul détecteur, il est motorisé avec possibilité de pré programmation des indications. Le tube est également motorisé pour permettre différentes applications dont la tomosynthèse. On peut donc de faire de la tomographie sans déplacement du détecteur. Sur l'ensemble des applications on peut toutefois intervenir en manuel à tout moment. Dans le cas d'une salle complète (Revolution XR/d2), l'installation dispose de deux détecteurs car il est à la fois intégré dans le Potter basculant et dans la table. La fonction de collage des images existe pour les examens d'orthopédie. La classe MPPS est également disponible afin d'assurer une bonne productivité des examens (mémoire des constantes de l'examen).

Le prix d'une solution avec double détecteur est de 450 000 € contre 390 000 € pour la table à simple détecteur.

Une nouveauté vient d'être présentée, le mobile de radio AMX5D à capteur plan. Son prix est annoncé à 250 000 €, il sera commercialisé mi 2005.

Kodak

Cette société propose toujours des tables de radiologie munies de capteurs plans Hologic, 35 × 43 cm², 59 µm.

Le modèle 5100 représente l'intégration du capteur dans le Potter. Le DR 7100 correspond à l'intégration du capteur dans une table traditionnelle. Dans le DR 9000, il est intégré dans un arceau sur une suspension plafonnrière. Kodak a installé 40 DR 9000 en Europe dont 20 en Italie mais toujours pas de système installé en France. Un nouveau système, DR 7500 se compose d'une suspension plafonnrière combinée à la table. Ce concept est évolutif : suspension plafonnrière ou Potter mural ou utilisation de deux détecteurs. En option on peut choisir entre un système manuel, motorisé, asservie au détecteur ou avec prépositionnement automatique en fonction du type d'examen.

Une originalité sur le Potter mural : il peut s'écarter de son axe pour permettre des examens sur chariot radio transparents via un détecteur dont le bras est télescopique.

Ce modèle n'a ni l'agrément FDA, ni le marquage CE. Leur obtention est envisagée pour le 1^{er} semestre 2005. On retrouve le concept de console unique permettant la lecture d'examens CR et DR.

Philips

Tous les statifs PHILIPS sont équipés de capteurs Trixell. En radiologie, Philips propose toujours la Digital Diagnost. Elle existe désormais en version VM. Elle est constituée d'une suspension plafonnrière, d'un capteur plan sur une colonne sur rail et d'un plateau flottant en porte à faux. Le capteur pivote et permettant ainsi de se positionner en dessous, de coté (profil), et au-dessus de la table.

DDVM : système mono détecteur

DDVR : Potter mural inclinable pour applications en thorax, osseux

DD2TH : système à double détecteurs, un dans la table et un dans le Potter mural

DDFS : colonne pulmonaire.

Sur ces systèmes, on retrouve 6 mouvements pré programmables. La console permet de visualiser des examens DR et/ou CR.

En table radio télécommandée, les systèmes Multidiagnost Eleva et Omnidiaagnost Eleva sont toujours présents. Ces tables peuvent être livrées avec capteur plan dynamique CsI, 30 × 40, 154 µm permettant des examens à 30 i/s. Philips propose également un upgrade capteur plan sur les tables existantes. Le coût d'une Multidiagnost Eleva Capteur plan avoisinant 700 000 €, elle sera surtout destinée aux sites pratiquant de la radiologie interventionnelle mais souhaitant optimiser l'utilisation de cette salle par une activité de table radio télécommandée au quotidien.

Siemens

La majorité des statifs de cette société sont équipés des capteurs Trixell à une exception près. Siemens propose en radiologie : L'Axiom Multix M : salle traditionnelle avec table à hauteur variable et sélecteur, le tube est sur suspension plafonnrière et Potter basculant. Le capteur mobile canon peut être inséré soit dans la table soit dans le potter. Elle est annoncée à un coût de 300 000 €.

Cette année Siemens vient de supprimer la table Aristos TX, système dédié au Thorax. Il subsiste donc :

- L'Axiom Aristos VX : Salle avec suspension plafonnrière et capteur intégré dans un Potter basculant,
- L'Aristos MX : avec suspension plafonnrière et deux capteurs, l'un dans le Potter et l'autre dans la table,
- L'Axiom FX : cette salle Os/Poumon/Urgence est composée d'un tube et d'un capteur (43 × 43 cm²) sur suspension et d'une table (plateau flottant). Le plateau est escamotable du pilier pour permettre le passage de chariot radio transparent. Les mouvements du capteur et du tube sont télécommandés avec des possibilités de protocoles de positionnement, mais peuvent également être débrayés et manuellement déplacés (asservissement du tube et du capteur). Le concept de cette table est de ne plus touché le patient pour des examens d'urgence. Le coût moyen de cette installation est de 450 000 €.

Elle propose également une table d'os-poumon avec potter, la MULTIX M, équipée d'un capteur Canon que l'on peut placer soit dans le potter soit sous le plateau de la table. Prix annoncé 300 000 €TTC.

Rappelons enfin que Siemens a présenté un radiomobile à capteur plan aux JFR 2004. Cet appareil est équipé d'un capteur DR mobile (celui de Canon). Il vient d'être référencé à l'UGAP pour un coût de 250 000 €TTC.

Swissray

Cette société a présenté trois types de tables. Elles peuvent être associées à une suspension motorisée. Le modèle ddR Modulaire comprend un arceau monté sur une colonne et un plateau flottant fixé en porte à faux sur un chariot mobile radiotransparent. Une variante de ce système permet de faire des examens pieds en charges, l'Orthopedic Imaging Excellence. Ici le chariot radiotransparent est remplacé par support mobile afin d'élever le patient et permettre au détecteur de descendre au niveau des pieds. Le second modèle, le ddR Combi Plus est une salle qui comprend une suspension plafonnrière sur rail associée à un détecteur sur une colonne fixée au sol. Le plateau flottant est fixé en porte à faux sur un chariot mobile radiotransparent.

La conception du 3^e modèle, la salle d'urgence ddR Combi Trauma est très proche du modèle précédent. En urgence il ne

faut pas mobiliser le patient donc avoir le détecteur asservi aux mouvements du tube RX, ici la colonne sur laquelle est fixée le détecteur est montée sur rail pour avoir un déplacement latéral analogue à celui du tube RX. Son prix varie selon la configuration de 280 000 € à 350 000 €.

La société annonce une introduction de ses produits en France courant 2005.

Mammographie

AGFA

Cette société dispose d'une division spécifique santé de la femme. Comme annoncé lors du RSNA 2003, elle commercialise un mammographe numérique DR, l'Agfa DM 1000. Il s'agit du même système commercialisé en France par Stephan'X, le Selenia. Cet appareil est produit par Hologic avec un capteur plan de taille $24 \times 29 \text{ cm}^2$, $70 \mu\text{m}$, le plus grand détecteur du marché. L'implémentation d'un exposeur automatique (AEC) est la principale nouveauté sur ce système lors du RSNA 2004.

Cet appareil se distingue de l'appareil Hologic par les logiciels de traitement d'images Musica et sa station de diagnostic Agfa MA 3000. Elle est bien sur multi modalité et équipée de deux écrans plats à 5 Mpixels de marque Barco, cathodique ou LCD (possibilité de l'adjonction d'un troisième pour le RIS). Agfa est en discussion avec la société R2 pour l'intégration d'un système CAD. En France, deux Centres Régionaux de Lutte contre le Cancer (CRLCC) viennent d'acquérir ce mammographe. Le service après vente est assuré par AGFA au niveau national.

L'offre en plaques photostimulables reste inchangée

Fisher Imaging

La société se spécialise en mammographie numérique en proposant une offre qui se compose du Mammostest, table de stéréotaxie, et du mammographe numérique SenoScan. L'appareil est équipé de la technologie d'acquisition Slot Scanning (capteur à quatre barrettes CCD Trixel), qui permet de réduire la dose grâce un faisceau collimaté ultra-fin qui expose uniquement la zone de l'organe située dessus la partie active du détecteur CCD, ce qui évite d'ajouter une grille anti-diffusante (formats $22 \times 29 \text{ cm}^2$ à $50 \mu\text{m}$ ou 11×15 à $25 \mu\text{m}$).

Le constructeur avance des évolutions dans les logiciels d'acquisition et de post-traitement: le temps d'acquisition de l'image est réduit avec en moyenne 8 examens par heure; l'image est affichée en temps réel lors du balayage; les artefacts sont réduits; les données d'examen, parmi lesquelles la dose reçue, sont affichées sur l'image diagnostique et imprimées sur le film. La console de diagnostic se compose de deux écrans Barco, à 5 Mpixels, avec affichage multimodalités, qui intègrent un photomètre pour l'autocalibration de l'écran. La console peut être complétée par un 3^e écran pour la visualisation du RIS.

Le mammographe agréé FDA, a également obtenu l'agrément FDA pour l'utilisation des systèmes CAD fournis par R2, CADX et iCAD.

En WIP, Fischer annonce une console de travail pour mammographie ayant le logiciel SenoView Plus — développé avec Cedara — capable de recevoir les images mammographiques issues de n'importe quelle modalité.

General Electric Healthcare

Plusieurs mammographes numériques sont présentés par la société :

- le Seno 2000 D, déjà présent sur le marché depuis plusieurs années, avec un capteur $19 \times 23 \text{ cm}^2$, $100 \mu\text{m}$. Il permet également la stéréotaxie numérique. C'est le mammographe numérique DR le plus vendu avec déjà 800 systèmes installés.

- le Senographe DS, présenté au RSNA 2003 est commercialisé en France depuis 2004. Ces deux appareils sont équipés de capteurs à conversion indirecte avec scintillateur au Iodure de Césium, $19 \times 23 \text{ cm}^2$. Annonce au RSNA 2004 d'un nouveau détecteur disponible au CsI, $24 \times 30 \text{ cm}^2$, $100 \mu\text{m}$ sur ce mammographe. Ce format permet de s'affranchir des clichés complémentaires nécessaires dans 15 % des cas sur le format $19 \times 23 \text{ cm}^2$ pour explorer la totalité du sein en sus des quatre clichés standard. À la différence du modèle précédent, il a été directement conçu pour une acquisition avec numérisation directe avec capteur DR. Les $3/4$ du détecteur sont utilisés comme cellule. Son nouveau tube n'est plus refroidi par huile mais par air ce qui diminue d'autant son encombrement, il permet une meilleure gestion de la dose. Il est équipé d'un système de stéréotaxie numérique plein champ et d'un exposeur automatique (AEC) afin d'assurer une régularité optimale pour

différents types de seins. Alors que sur un DMR la piste Rhodium n'était utilisée que dans 3 % des cas au profit de la piste Molybdène, sur le 2000 D elle est utilisée dans 10 % des cas et sur le 2000 DS, dans 80 % des cas. L'intérêt est une diminution de la dose patient grâce à une meilleure pénétration en particulier pour les seins denses (ERh : 20 KeV EMo : 17KeV). Le paravent et les commandes sont différents du modèle précédent. Ce mammographe est isocentrique et les mouvements du bras sont motorisés. Les classes DICOM Worklist et DICOM MPPS sont disponibles. Cette dernière revêt un intérêt particulier pour des examens nécessitent des contrôles périodiques réguliers. C'est le cas en mammographie pour le dépistage de cancers du sein où une mémorisation des constantes utilisées (angulation de l'axe...) permet une meilleure reproductibilité avec les examens antérieurs. La fonction tomosynthèse est toujours présente. La stéréotaxie se fait en décubitus latéral à la différence des modèles concurrents sur table en procubitus. Avantage : le tir n'est plus en biais et l'aiguille est parallèle aux grilles. Sur le Potter il est possible d'ajouter une sonde d'échographie.

Le détecteur est identique pour le diagnostic et la ponction, donc même DQE soit une absence de risque d'avoir une différence sur la détection des calcifications (auparavant estimé à 15 % avec des détecteurs différents). La fenêtre est de $14 \times 7 \text{ cm}^2$ au lieu de $6 \times 6 \text{ cm}^2$ sur le modèle précédent. La console de post-traitement est une Seno Advantage Workstation 2,0, elle permet de protocoliser l'examen. Elle est équipée de deux écrans 5 Mpixels permettant d'obtenir un pixel acquis un pixel affiché. Ce mammographe est actuellement en essais clinique sur deux sites en France pour permettre la validation de la numérisation avec capteur DR dans le dépistage de cancer du sein. Pour cela, dans le cadre du contrôle qualité l'accès aux bads pixels vient d'être permis aux utilisateurs conformément aux préconisations européennes (Eref).

Le prix moyen d'un Seno 2000D est d'environ 340 000 € TTC, le Seno 2000 DS varie de 360 000 € TTC à 380 000 € TTC. Le module biopsie coûte 100 000 € TTC. En un an, 200 Seno DS installés.

Chaque appareil est couplé à une station d'interprétation réalisée sur la base d'une station Advantage Windows avec un C.A.D. qui peut être soit CADX soit R2 au choix.

HOLOGIC

La société revient au RSNA 2004 avec le mammographe numérique Selenia. La technologie de détection reste constituée d'un capteur plan au sélénium amorphe dont l'épaisseur est passée de 250 μm à 200 μm pour limiter les problèmes d'atténuation. Le capteur Hologic est également utilisé sur les mammographes Siemens et Agfa. Cet appareil est équipé d'une grille spécifique, son quadrillage alvéolaire permet de diminuer le rayonnement diffusé afin d'augmenter le contraste. Il est couplé à une matrice TFT avec une grille anti-diffusante, ($24 \times 29 \text{ cm}^2$, 70 μm). Cette année l'exposeur automatique est intégré afin de s'affranchir du choix des cellules. Le constructeur a concentré ses efforts sur l'amélioration des logiciels d'acquisition et de post traitement, fournis par la société Mevys, ce qui donne une meilleure gestion des données ; une vitesse de lecture augmentée ; une qualité d'image améliorée ; plus d'ergonomie dans la manipulation des images. L'outil FAST (Fully-Automatic Self-Adjust Tilt) est fourni comme élément standard avec le Selenia ; la pelote s'ajuste automatiquement au contour naturel du sein, assurant une meilleure compression du sein. Le mammographe se complète d'une station d'acquisition avec écran de 2,5 Millions de pixels et de 2 écrans plats Barco et avec une résolution de 5 Millions de pixels, pour le post-traitement. La possibilité de visualiser des images des autres modalités est désormais présente via le logiciel Secure view DX. La société a signé un accord avec R2 pour introduire un système de CAD dans le Selenia pour lequel elle vient d'obtenir l'agrément FDA. Hologic vient de commercialiser le Selenia tomosynthèse, appareil de reconstruction 3D de l'image. Pour cela l'appareil effectue une série de 10 à 12 coupes avec une coupe tous les 10° . La dose patient totale de cette tomosynthèse n'excédant pas celle nécessaire à un film en conventionnel car les mAs sont beaucoup plus faibles. Le coût du Selenia avoisine 350 000 €TTC.

L'offre d'Hologic en mammographie se complète d'une table de stéréotaxie numérique et d'un mammographe CR, le Lorad M-IV, sur lequel peut également venir s'adapter un dispositif de stéréotaxie.

IMS (Internazionale Medico Scientifica)

La société dispose désormais d'un mammographe numérique nommé Giotto

Image. Ce type de mammographe est déjà autorisé en Italie pour le dépistage du cancer du sein.

Ayant obtenu le marquage CE (l'agrément FDA est attendu pour le premier trimestre 2005), le Giotto Image a été lancé sur le marché européen. Le mammographe est doté d'un capteur de marque Anrad au sélénium amorphe ($18 \times 24 \text{ cm}^2$, 85 μm , 6 pl/mm). IMS propose un nouveau capteur ($24 \times 30 \text{ cm}^2$, 85 μm , 6 pl/mm). En France, où la société est représentée par DMS, la 1^{ère} installation avec ce nouveau capteur vient d'avoir lieu dans le secteur privé. Le statif original est conçu de façon à ce que l'utilisateur puisse se placer face à la patiente pour le positionnement du sein sur le plateau ; en effet, le bras est circulaire et le support du bras se situe latéralement à la patiente. De plus, la vitesse de compression de la pelote s'adapte à l'élasticité du tissu comprimé. La station d'acquisition est munie d'un écran plat Nec et son ergonomie a été améliorée. La station diagnostique se compose toujours de deux écrans à 5 Millions de pixels, elle dispose du logiciel de traitement d'image Raffaello. IMS annonce que la station diagnostique de CEDAR est en cours d'évaluation, elle permettra la visualisation d'examen de différentes modalités. L'appareil est livré avec un exposeur automatique. La société annonce qu'un logiciel de contrôle qualité avec fantôme pour le contrôle qualité mammographique sera bientôt disponible, ce développement se fait en partenariat avec l'université Italienne de Ferrara.

Pour ce qui concerne les CAD, le mammographe est compatible avec le logiciel développé par la société allemande Image Tools. La validation de iCAD est en cours. Cependant, le constructeur travaille aussi sur le développement d'un logiciel de CAD avec l'université Italienne de Bologne, pour lequel des essais cliniques sont en cours de validation. En Work in Progress pour 2007, l'installation d'un système de génération d'image par double énergie est annoncée pour le Giotto Image là aussi en partenariat de plusieurs universités dont la Charité de Berlin, l'université de Ferrara et celle de Bologne.

IMS possède aussi un système de stéréotaxie horizontale ; en effet, un module de stéréotaxie vient s'adapter sur le Giotto Image et le bras pivotant peut venir se positionner au-dessous de la table. Coût d'une solution complète avec capteur

$24 \times 30 \text{ cm}^2$ et table pour macrobiopsie : 450 000 €TTC.

PHILIPS

La société intègre la technologie Fisher pour faire évoluer son appareil de mammographie CR, Mammo Diagnost vers un mammographe DR, le Mammo Diagnost Eleva FD. Cette technologie d'acquisition (Slot Scanning) comprend un détecteur avec 4 barrettes CCD de détection qui se déplacent en synchronisme avec l'émission d'un faisceau Rx collimaté pour scanner le sein. La dose est réduite grâce au faisceau collimaté très fin qui expose uniquement la zone de l'organe située dessus la partie active du détecteur CCD, ce qui évite d'ajouter une grille anti-diffusante (format balayé $22 \times 29 \text{ cm}^2$ à 50 μm ou 11×15 à 25 μm). De plus cette technologie permet d'éviter la rémanence, phénomène prépondérant sur les détecteurs au sélénium amorphe. En option ce mammographe peut être isocentrique. L'intégration de systèmes CAD fournis par les sociétés R2 et CADX vient d'être validée. Les consoles de traitement mammographie pour les systèmes CR et DR d'un logiciel de traitement identique, appelé « Unique ». Les consoles sont analogues aux consoles PACS, Easyvision DX avec une présentation adaptée à la mammographie.

PLANMED

Le mammographe numérique DR Sophie Nuance est présenté sur le stand de Planmed cette année, mais il ne sera commercialisé que vers mi-2005. L'appareil est équipé du capteur au sélénium amorphe de la société canadienne Anrad (disponible en deux versions $18 \times 24 \text{ cm}^2$ ou $24 \times 30 \text{ cm}^2$, 85 μm , 6 pl/mm) et il est conçu pour pouvoir réaliser un agrandissement géométrique de l'image de 1,6 à 2. Le design du bras du statif a été revu pour qu'il puisse s'adapter sur le Sophie Classic, mammographe CR. Le constructeur a déposé un brevet pour le système MaxView, dispositif de positionnement du sein sur le plateau de maintien constitué de deux feuilles radiotransparentes entre lesquelles vient se positionner le sein. Le sein est entraîné dans le mouvement de traction des feuilles et donc plus étiré et comprimé. En WIP la tomosynthèse avec l'obtention de 11 images sur 50° , le tout pour une dose patient faible grâce à la diminution des mAs (12 mAs pour une tension de

26 KV). Pour le Sophie Classic, la société dispose d'une plaquette Flex AEC constituée de 48 détecteurs qui permettent un contrôle automatique de l'exposition.

Un système de stéréotaxie numérique a été mis au point. Il peut venir s'ajouter sur le Sophie Classic (CYTOGUIDE) ou sur le Sophie Nuance (DIGIUIDE).

SIEMENS

Le mammographe numérique annoncé lors du RSNA 2002 est cette année présent sur le stand Siemens. Il s'agit du Novation DR, qui bénéficie de la technologie Hologic pour le capteur plan (sélénium amorphe, $23 \times 29 \text{ cm}^2$, $70 \mu\text{m}$, $7,1 \text{ p/mm}$). La DQE est annoncée à 60 %. Une particularité de cet appareil est son bras de statif qui pivote à 180° tel qu'un côté du bras constitue le plateau de mammographie numérique et l'autre côté est conçu pour être un Potter analogique à trois modules : plaque ERLM $18 \times 24 \text{ cm}^2$, plaque ERLM $24 \times 30 \text{ cm}^2$ et module de stéréotaxie. Le mammographe est complété par une station d'acquisition Syngo et une nouvelle console de diagnostic Mammo Report à 2 écrans plats Siemens de résolution 5 Millions de pixels et un affichage multimodalités (mammographie, scanner, angiographie). Une console pour la visualisation du RIS peut également être intégrée. Le plateau permet de faire de l'agrandissement géométrique de l'image 1.5 à 1.8 et est équipé d'un système de commande automatique de l'exposition. La société a signé un accord avec les sociétés R2 et iCAD pour l'intégration d'un système de CAD. À l'instar d'autres constructeurs, Siemens développe un système de reconstruction par tomosynthèse. Cet équipement dispose du marquage CE et de l'agrément FDA. En moins d'un an, Siemens a vendu 90 mammographes Novation DR.

Les systèmes d'aide à la décision (C.A.D)

Ces systèmes sont de plus en plus présents. Ce sont des algorithmes de comparaison et d'analyse des données acquises à une banque de données collectées au fil des années. Plus grande est la base de données et plus l'analyse est fiable. Ils s'ap-

puient maintenant sur plus de quatre ans d'information. Ils peuvent analyser les mammographies numériques directes et les films mammographiques que l'on a préalablement numérisés. Leur champ d'action est la mammographie mais également la radiographie pulmonaire qui a fait l'objet de plusieurs publications cette année.

Les principales sociétés retrouvées au RSNA sont :

iCAD

Les deux sociétés CADX et iCAD ayant fusionnés, un seul produit subsiste, iCAD. Ce logiciel est entre autres proposé sur les systèmes GE, Fisher, IMS, Siemens, Hologic.

Ce système est agréé FDA depuis Novembre 2003 et vient d'être marqué CE. Il est conçu pour les centres ou services de radiologie qui effectuent moins de 20 examens mammographiques par jour. Le prix annoncé est de 70 000 Euros.

R2

La société, spécialisée dans le développement de logiciels et de systèmes de CAD, relance l'Image Checker DM introduit lors du RSNA 2002 est agréé FDA depuis Septembre 2003 et vient d'être marqué CE. L'unité, constituée d'un écran et d'une station centrale qui intègre un scanner, est équipée du logiciel OmniCAD et peut recevoir comme données d'entrée des images mammographiques numériques ainsi que des films, scannés dans l'unité centrale. Les images numérisées peuvent être transmises à des stations de visualisation ou à des unités d'archivage. La numérisation d'un film prend moins d'une minute. Aux États-Unis selon les régions, l'utilisation de CAD est valorisée dans les remboursements d'examens de sénologie. Ce logiciel est entre autres proposé sur les systèmes GE, Fisher, Siemens, Hologic, Fuji CR. Le système CAD de R2 (IMAGECHECKER CT CAD) vient d'être agréé FDA en 2004 pour la détection de cancers du poumon en scanner. Son efficacité quand à la variation de la quantification des nodules est avérée. La détection des cancers du poumon est un marché considérable, rien qu'aux États-Unis 155 000 personnes en

décèdent chaque année. Or actuellement seuls 15 % de ces cancers sont diagnostiqués précocement. En WIP, un CAD pour le colon. La société est représentée en France par Ondes & Rayons roche Gars, dans le département des Yvelines.

Conclusion

La numérisation des installations conventionnelles ne semble plus faire de doute. Encensée à ses débuts, elle a vite été décriée pour ses coûts et ses difficultés d'intégration.

On constate une généralisation et une homogénéisation des produits attachés comme les stations d'interprétation et de post-traitement qui deviennent multimodalités. Et les principales nouveautés sont souvent des développements informatiques sur le traitement d'image et son accès en temps réel.

Beaucoup d'efforts sont réalisés dans le domaine de la mammographie, et de nouvelles techniques d'acquisition semblent très prometteuses : tomosynthèse, double énergie. Pour la France, la numérisation dans le domaine de la mammographie ne pourra cependant se généraliser et devenir LE standard que lorsque ses conditions de validation pour le dépistage seront clairement définies.

La radiologie conventionnelle numérisée, CR ou DR, directe ou indirecte, statique ou dynamique, existe. Les difficultés restantes sont en cours de résolution.

On peut noter l'arrivée de système de contrôle qualité des différents matériels de la chaîne de production d'image. Certains équipements de contrôle sont même embarqués sur le matériel à contrôler : comme par exemple, les lecteurs de plaques ou les écrans de visualisation qui possèdent dorénavant des cellules de contrôle de luminosité. On constate dans ce domaine l'émergence de la concurrence. On peut dire que, désormais, toutes les briques d'un service sans film existent. La dynamique du marché fera encore diminuer les coûts d'investissement : le ciment, et le développement de la logique des réseaux de soins devrait renforcer la volonté des intervenants. La dynamique est lancée !