Radiologie numérique

Le numérique devient conventionnel !

P Baudhuin (1), V Nuzzo (2) et N Zimmermann (3)

Les installations de radiologie générale sont utilisées pour réaliser des diagnostics par rayon X en routine par les établissements de santé et les cabinets de radiologie. Plus de 60 % des examens de radiographie en routine sur le crâne, le système respiratoire et le squelette sont réalisés sur des systèmes de radiologie conventionnelle.

Introduction

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 Computérisée (CR) « Casetteless Computed Radiography systems » qui utilisent des écrans à scintillateur photo stimulable à mémoire, appelé également Écran 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 computerisés 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. Les applications cliniques comprennent tous les examens de radiographie conventionnelle réalisés par les systèmes conventionnels à table (images pédiatriques, du squelette, abdominales, urologiques) et systèmes portables.

La radiographie computerisée (système CR)

La configuration d'un système computerisé 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 composés 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 des 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 métasta-

ble, 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 multifente 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 Medecine.) doit être une demande de base pour toute nouvelle installation (comprenant les services de stockage) pour faciliter l'intégration à tout réseau existant.

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. La recherche concerne plus l'ergonomie des installations, leur design et la valeur ajoutée de l'informatique, traitement d'images et stockage. Désormais, on assiste à l'arrivée, sur ce marché, de petites sociétés intégratrices qui présentent une solution informatique qu'elles ont développée autour de matériel standard.

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.

Les sociétés importantes ont également toutes intégré les capteurs plans dans leurs installations dédiées à l'exploration cardiaque. Seuls les capteurs dynamiques grand champ semblent poser quelques problèmes. Des solutions sont, cependant, annoncées pour 2004. Est également annoncé en *WIP*, la possibilité d'afficher directement sur les écrans de visualisation de la salle des reconstructions 3D. Les axes de visualisation de la reconstruction seront asservis aux incidences du statif. Les Majors présentent également des possibilités de récupération d'images d'autres modalités et des solutions d'échographie intégrées à l'installation.

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'offre industrielle

Les capteurs

Il y a peu de nouveautés technologiques cette année. On assiste à la conclusion des travaux déjà engagés. Peu de constructeurs annoncent de nouveaux axes de

recherche. Cette stabilité dénote certainement une certaine maturité du marché.

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.

Le marché

Trixell

Trixell est une « Joint Venture » entre Thalès, Siemens et Philips. Ces deux derniers constructeurs sont ses principaux clients, mais Trixell fournit également de nombreux équipementiers (Primax, Ferrania, Kodak, Stephan'X...).

La société propose toujours ses capteurs à conversion indirecte composés d'un scintillateur à l'Iodure de Césium sur couche de photodiodes au silicium amorphe (CsI/aSi) :

le PIXIUM 4600, statique, surface de $43 \times 43 \text{ cm}^2$, pixel de $143 \mu\text{m}$, qui est la base de sa gamme. Ce capteur affiche également la possibilité dynamique de 7,5 i/s. Le PIXIUM 4800, dynamique, de cadence de 7,5 à 30 i/s, $184 \mu\text{m}$, surface de $20 \times 20 \text{ cm}^2$. Des améliorations ont été réalisées sur ce capteur comme l'amélioration du mode DSA et de la linéarité en fonction de la dose reçue, ainsi que l'évolution vers les 60 i/s.

Cette société confirme la mise sur le marché pour cette année – mise en production au 2^o trimestre – d'un capteur dynamique grand champ, le Pixium 4700 de $30 \times 40 \text{ cm}^2$, pixel de $154 \mu\text{m}$ avec une cadence d'image de 15, 30 et 60 i/s.

En *Work In Progress* (WIP), la société, qui estime à 30 % la progression future du marché, étudie la possibilité de réaliser une solution portable, ainsi qu'un capteur de radiofluorographie de taille supérieure à $30 \times 40 \text{ cm}^2$.

General Electric Medical Systems (GEMS)

La société fabrique ses propres capteurs en technologie indirecte : scintillateur à l'Iodure de Césium couplé à une matrice de photodiodes au Silicium amorphe (CsI/aSi). Elle propose quatre capteurs.

Le « Révolution » : statique, $41 \times 41 \text{ cm}^2$, pixel de $200 \mu\text{m}$, connu depuis 3 à 4 ans. Ce même capteur peut également être dynamique avec une cadence allant jusqu'à 7,5 i/s pour la radiologie vasculaire.

Le « Révolution » dynamique, $20 \times 20 \text{ cm}^2$, $200 \mu\text{m}$, 30 i/s, destiné aux applications cardiaques.

L'Apollo : statique, $19 \times 23 \text{ cm}^2$, $100 \mu\text{m}$ destiné à la mammographie.

En WIP, GEMS travaille sur un capteur $31 \times 31 \text{ cm}^2$ pour une salle mixte cardio-vasculaire et bi-plan à vocation neuroradiologique.

Hologic/DMS

Propose toujours ses deux capteurs à conversion directe, statiques de taille $35 \times 43 \text{ cm}^2$, pixel de $139 \mu\text{m}$ pour la radiologie conventionnelle et le Lorad MIV de $24 \times 29 \text{ cm}^2$, pixel de $70 \mu\text{m}$ pour la mammographie.

Toshiba

La société Toshiba propose son capteur dynamique à conversion directe (aSe/TFT) DynaDirect de $23 \times 23 \text{ cm}^2$, $150 \mu\text{m}$, 30 i/s, présenté en 2002 et confirme l'arrivée, d'ici à 8 mois, du capteur dynamique DynaDirect 3000, $35 \times 35 \text{ cm}^2$, $150 \mu\text{m}$, et 30 i/s, sans davantage communiquer sur le capteur $43 \times 43 \text{ cm}^2$ qu'elle évoquait en 2002.

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

Sur la base de la technologie scintillateur au Gadolinium, GadOx/aSi, cette société a presque complètement renouvelé sa gamme.

Les capteurs sont toujours statiques et se décomposent comme suit :

- Le CXDI-50G, $35 \times 43 \text{ cm}^2$, $160 \mu\text{m}$;
- Le CXDI-31, $23 \times 29 \text{ cm}^2$, $100 \mu\text{m}$; déjà présent.

Qui sont des capteurs portable.

- Le CXDI-40G, $41 \times 41 \text{ cm}^2$, $160 \mu\text{m}$ en remplacement du CXDI-11, qui est intégrable sur une installation existante avec un porte cassette Canon.

Elle a développé également un capteur avec de l'Iodure de Césium comme scintillateur, pour sa meilleure DQE : le CXDI-40C, $41 \times 41 \text{ cm}^2$, $160 \mu\text{m}$.

EDGE

Cette société a reçu l'agrément FDA pour son capteur au sélénium amorphe : Quix 100, $43 \times 43 \text{ cm}^2$, $127 \mu\text{m}$; et dont l'infor-

mation est lue par une barrette de diodes qui se déplace le long du capteur en 1,8 s. Toujours non représentée en France.

Hamamatsu

Hamamatsu, initialement fournisseur de scintillateurs, photomultiplicateurs et CCD auprès des fabricants de capteurs, a présenté un capteur statique, $12 \times 12 \text{ cm}^2$, $50 \mu\text{m}$ ou $100 \mu\text{m}$. La particularité de ce capteur est d'être constitué d'un scintillateur à l'Iodure de Césium dopé au Thallium déposé directement sur une puce de silicium. Cette puce comporte la matrice de photodiodes, un amplificateur par photodiode et les registres de lecture grâce au procédé de fabrication CMOS, $0,15 \mu\text{m}$, appelé aussi capteur à matrice active. Cette technologie autorise un facteur de remplissage de 76 % à $50 \mu\text{m}$ et une haute vitesse de transmission avec un faible bruit.

La taille maximale actuelle des panneaux de silicium est la seule limite à la conception de capteurs monolithiques de taille supérieure, aussi Hamamatsu développe des capteurs constitués de puces juxtaposées – capteurs de type mosaïque – et dont la perte d'information entre les puces serait de deux pixels maximum. Capteur de $24 \times 24 \text{ cm}^2$ (quatre puces), $200 \mu\text{m}$, 30 i/s pour l'imagerie dynamique.

La société présentait un capteur composé de deux matrices de détecteurs actifs (C7930-1) de $17,6 \times 22 \text{ cm}^2$, $50 \mu\text{m}$ en mode fin ($100 \mu\text{m}$ par regroupement 2×2 pixels), pour le marché de la mammographie

La société indique, sans citer de nom, que son capteur a déjà fait l'objet d'acquisition de grands constructeurs en vue d'évaluation.

Varian

En plus des capteurs, technologie GadOx/aSi (Oxysulfite de Gadolinium : Gd₂O₂S), déjà proposés : PATSCAN 4030R, statique, $40 \times 30 \text{ cm}^2$, $127 \mu\text{m}$; Patscan 2520, dynamique, $25 \times 20 \text{ cm}^2$, $127 \mu\text{m}$, 7,5 i/s ; Patscan 4030, $40 \times 30 \text{ cm}^2$, $197 \mu\text{m}$, 30 i/s, Varian présente cette année son capteur dynamique Patscan 2020 : $20 \times 20 \text{ cm}^2$, $127 \mu\text{m}$, 30 i/s.

Swissray

Leur capteur au GadOx, le Quad 100, $35 \times 43 \text{ cm}^2$, $150 \mu\text{m}$ est encore présent cette année. Cette société n'a toujours pas de représentation en France.

CEA/LETI

Aucune société présente, n'intégrait une solution avec le Paladio (CsI/CDD) $43 \times 43 \text{ cm}^2$, 100, 200 et $400 \mu\text{m}$, pour des cadences de 1 à 10 i/s.

ANEXA

Dans les constructeurs de capteurs plans on peut également citer la société Anexa, présente uniquement aux USA, et qui propose aux intégrateurs deux capteurs statiques à conversion directe au Sélénium amorphe.

Les équipements

Les plaques ERLM

L'offre industrielle se présente de la manière suivante :

Agfa

La société a procédé au changement total de la gamme de lecteurs de plaques photostimulables.

- L'ADC Solo, monoplaque est remplacé par le CR 25.0.
- L'ADC Compact, multiplaque, par le CR 75.

La principale modification a consisté au changement du bloc optique qui, après reconnaissance de la cassette insérée, réalise automatiquement par changement de la fréquence d'échantillonnage, soit une lecture à $100 \mu\text{m}$ pour la radiologie générale, soit une lecture à $50 \mu\text{m}$ pour de la mammographie.

CR 75 CR 25.0

Cadence moyenne : Radiologie générale : 100 plaques/h. 70 plaques/h.

Mammographie : 50 plaques/h. 35 plaques/h.

Magasin de chargement/déchargement de cassettes : 10 cassettes.

Disponibilité mi 2004 mi 2004

L'informatique des postes de travail qui est maintenant à base de DELL 650. Elle décline :

- En poste manipulateur : worklist, identification patient, contrôle examen, composition d'impression, éléments de traitement d'image tels que : annotation, fenêtrage, mesure, zoom...

- En poste médical : qui accède à toute la base patients et peut supporter jusqu'à 2 000 images sur le disque dur.

À noter le potter « *full spine full legs* » qui permet de positionner 3 cassettes 36×43

en cascade verticalement avec une légère superposition.

En *Work In Progress* :

- Agfa annonce une nouvelle plaque CR dédiée à la mammographie qui présente un meilleur rapport S/B. Elle sera lancée sur le marché en même temps que les lecteurs de plaques, mi-2004.

- est présenté le CR 50.0, un lecteur de plaque photostimulable, d'une cadence de 150 plaques/heure, résolution de $100 \mu\text{m}$, qui possède un nouveau système de lecture constitué d'une barrette qui, après extraction de l'écran de la cassette, réalise la lecture de l'image en balayant l'écran de haut en bas et le réinitialise en remontant à sa position d'attente. Ainsi l'écran réalise un minimum de mouvement dans le lecteur. Ce lecteur est annoncé pour fin 2004.

- La recherche d'amélioration de la qualité du signal est réalisée au niveau de l'écran stimulant par le remplacement des cristaux d'écran de forme granulaire par des cristaux sous forme d'aiguille. On obtient ainsi une amélioration de la résolution spatiale mais également de la résolution en contraste. Délai annoncé : horizon 2005.

Ferrania

La société italienne Ferrania ne commercialise pas encore de solution CR, mais est en cours d'évaluation de deux systèmes présentés sur le stand. Dans les deux cas il s'agit uniquement de lecteurs monofentes, le marché visé par Ferrania étant les cabinets privés de radiologie. Les cassettes permettent d'obtenir une résolution de 10 pixels/mm en $18 \times 24 \text{ cm}$.

- Système OREX, société israélienne : le lecteur 1417, permettant la lecture de 70 cassettes/h.

- Système ALARA, société américaine, utilisant les mêmes traitements d'images que Agfa. Le lecteur CrystalView permet la lecture de 50 cassettes/h.

Fujifilm

Fujifilm propose une nouvelle gamme de lecteurs de plaques, avec une lecture des plaques à 100 microns.

- XG1 : petit lecteur monofente permettant la lecture de 60 à 70 cassettes/h.

- XG 5000 : remplace le FCR 5000 avec les mêmes caractéristiques : chargeur 4 cassettes et productivité de 110 cassettes par heure jusqu'à 165 cassettes pour des petits formats.

Il sera disponible dès janvier 2004.

- Le Profect CS : un nouveau lecteur pour la mammographie en remplacement du 5000 MA : lecture en $100 \mu\text{m}$ ou $50 \mu\text{m}$ pour la mammographie par une stimulation pixel par pixel. Il utilise la technologie « Dual Side Reading » ou lecture double-face des écrans. Productivité de 85 cassettes de mammographie par heure en $18 \times 24 \text{ cm}^2$ (100 c/h pour le $36 \times 43 \text{ cm}^2$).

Un ensemble lecteur + station de travail (5 millions de pixel) + reprographe mammographie, à un coût moyen de : 250 000 € TTC...

La station de travail associée est une station spécifique le SenoPics, sur laquelle un CAD Fuji sera disponible. En France elle sera disponible mi 2004.

Fujifilm propose également un potter vertical avec cassettes et lecteur intégré, le Velocity U. Il a une résolution de $100 \mu\text{m}$ et permet 240 expositions par heure. Taille du capteur : $43 \times 43 \text{ cm}^2$.

Il est vendu avec la suspension au choix du client, et un asservissement des mouvements de la cassette et du tube sont possibles.

En France il est disponible depuis le dernier trimestre 2003 pour un prix d'environ 130 000 € TTC.

Une table à plateau flottant avec le système de lecture intégré est également disponible : le Velocity T. En France, le système sera disponible mi-2004 avec la suspension au choix. Aux USA, Fujifilm travaille avec Siemens, mais d'autres suspensions sont connectables.

La solution Fujifilm 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 mesure de déviation du rachis et de gonométrie.

Le système s'appuie sur l'acquisition d'images numériques d'une cassette $35 \times 83 \text{ cm}^2$ comportant 2 écrans ERLM de $35 \times 43 \text{ cm}^2$, complétée si nécessaire d'une cassette $35 \times 43 \text{ cm}^2$. Une grille anti-diffusante est intégrée au porte cassette. Coût moyen 35 000 € TTC sans console.

Kodak

Kodak complète sa gamme de lecteurs de plaques :

- Depuis octobre 2003, la société propose le CR 500, un petit appareil monofente d'entrée de gamme avec une productivité de 60 plaques/h. Prix moyen de l'appareil

avec sa console et un reprographe associé : 80 000 € TTC

- Maintien du CR 850, appareil monofente avec une productivité de 80 plaques/h,
- Depuis septembre 2003, le CR 950 est disponible avec un chargeur de 17 cassettes, permettant 85 cassettes/h. Prix moyen de l'appareil avec sa console et un reprographe associé : 160 000 € TTC.

Solution pour les grands clichés : Kodak propose sa solution *Long Legs Imaging*, avec un potter et une grille spécifique. Dans ce potter, on insère 4 (ou 3 selon le cliché souhaité) cassettes spécifiques et numérotées qui se chevauchent. L'enveloppe et la grille des cassettes 1 et 3 se retirent, laissant en place uniquement l'écran. Il y a uniquement superposition des écrans et non des grilles (moins de flou). La reconstruction se fait sur la station de visualisation. Ce système permet de faire des clichés de 43 × 129 cm.

Prix moyen de cette solution : 15-20 000 € TTC.

En Work In Progress : Kodak souhaite développer la télésurveillance proactive du parc installé avec un centre de surveillance mondial couvrant 24 h/24 h.

Philips

L'offre de la société Philips correspond au matériel Fujifilm auquel elle apporte ses propres traitements informatiques.

La reprographie

Agfa

Dans la continuité des reprographes laser :

- DRYSTAR 2000, mono-format (20 × 25), 80 µm et 80 film/heure ;
- DRYSTAR 3000, mono-format (à choisir entre 36 × 43 et 28 × 36), 80 µm, 80 films/h.
- DRYSTAR 4500M, bi-format (20 × 25, 25 × 30), 50 µm et 80 films/h, appareil dédié à la mammographie.

Le reprographe de deuxième génération DRYSTAR 5500 est disponible depuis l'été 2003 : bi-format à choisir entre les formats 20 × 25, 25 × 30, 28 × 36, 35 × 35 et 36 × 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 ther-

miquement 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.

Présenté au RSNA, le remplaçant du DRYSTAR 3000, le DRYSTAR 5300, 80 µm et 80 F/h. beaucoup plus compact, est destiné à être posé sur une table. Le changement de format qui nécessitait l'intervention d'un technicien sur l'ancienne machine est maintenant réalisable en 15 mn par les utilisateurs (remplacement du tiroir d'alimentation par un autre).

Codonics

La société ne présente pas de nouveau matériel. Sa gamme est basée sur le reprographe thermique Horizon, reprographe tri-format en ligne de 80 µm de résolution, décliné en version GS, CI et SF. Les formats sont fonction du modèle. Les 20 × 25 cm², 36 × 43 cm² et A4 sont disponibles avec une cadence pouvant atteindre 78 f/h en fonction du format.

Fujifilm

Pas de nouveauté pour cette société. On retrouve la gamme Drypix :

- le DryPix 1000 : reprographe mono-format 20 × 25 ou 26 × 36 cm.
- le DRypix 3000 : reprographe mono-format 36 × 43 cm.
- le DryPix 7000 : reprographe multiformat avec un tiroir dédié 20 × 25 cm et deux tiroirs non dédiés pour du 20 × 25, du 26 × 36 ou du 35 × 43 cm. Le changement de format pour ces tiroirs nécessite une intervention du technicien.

Ce reprographe permet une lecture en haute résolution à 50 microns pour la mammographie. Prix moyen : 42 000 € TTC.

Fujifilm propose une passerelle permettant de « Dicomiser » la modalité en *Dicom Print* et Store : le DryPix Link : 10-12 000 € TTC.

Kodak

Continuité de la gamme Dryview : le 8100 (36 × 43 cm et 60 f/h), le 8200 (28 × 35 ou 36 × 43 cm et 60 f/h), le 8500 (28 × 35 cm et 120 f/h), le 8700 (36 × 43 cm et 120 f/h).

Un nouvel appareil complète la gamme depuis septembre 2003 : le Dryview 8900, avec 3 tiroirs permettant 4 formats

(25 × 30, 28 × 35, 20 × 25, 36 × 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.

Les installations de radiographie

Canon

Canon se positionne plutôt comme constructeur de capteurs et décline l'intégration de ceux-ci dans différents statifs : potter de marque Canon, mobile Shimadzu (non représenté en France), intégration de leur porte cassette dans des statifs existants.

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 290 000 € 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 310 000 € 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 380 000 € 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.

GE Medical Systems

En radiologie, GEMS propose une salle qui se décline soit avec le potter seul (Révolution XQ/i), soit avec un plateau flottant (Révolution XR/d). Dans le cas d'une salle complète Révolution XR/d2, l'installation comporte deux capteurs car il est à chaque fois intégré dans le potter basculant et dans la table. Le coût est de 340 000 € TTC avec uniquement la colonne, et de 400 000 € TTC pour une salle complète.

Le capteur de la table ou du potter et le tube/suspension sont asservis.

En Work In Progress :

- Pour 2004, la possibilité de faire une reconstruction de tout le rachis.
- La tomosynthèse : possibilité de faire de la tomographie sans déplacement du détecteur. Fin 2003, les statifs sont prévus pour ce mode, mais le soft n'est pas attendu avant 2005.

Pour l'imagerie dynamique (Cardiologie/Angiographie/Interventionnelle), l'offre de GEMS se décline dans la gamme Innova :

- Innova 2000 : est une salle arceau destinée à la cardiologie, capteur $20 \times 20 \text{ cm}^2$. Coût moyen : 750 000 € TTC.
- Innova 4100 : est une salle vasculaire, capteur de $41 \times 41 \text{ cm}^2$, dont l'arceau peut être fixé au sol ou au plafond.
- Innova 3100 : salle cardiovasculaire. Coût serait de l'ordre de 1 million d'Euros TTC. Cette salle serait disponible en mars 2005, en fonction de la disponibilité du capteur $31 \times 31 \text{ cm}$...

En WIP : un système capteur plan pour les amplis chirurgicaux, avec leur capteur $20 \times 20 \text{ cm}$. Pas de délai annoncé.

En pré-annonce, une table polyvalente, de radiologie interventionnelle, était présentée avec amplificateur de luminance : la Précision MPi. Aucune précision n'a été donnée pour une évolution possible vers la numérisation par capteur plan.

Kodak

Kodak propose trois statifs en intégrant le capteur Hologic, $35 \times 43 \text{ cm}^2$.

Le modèle DR 5100 représente l'intégration du capteur dans un potter.

Le DR 7100 correspond à l'intégration du capteur dans une table traditionnelle.

Dans le DR 9000, le capteur est intégré à un arceau sur suspension plafonnière.

Aucun système n'est installé en France.

À noter que Kodak cherche des partenaires en Europe pour installer leur solution DR sur d'autres statifs.

Philips

Les statifs Philips, sont équipés des capteurs Trixell.

En radiologie, Philips propose la Digital Diagnost. Elle est constituée d'une suspension plafonnière, d'un capteur plan sur une colonne sur rail et d'un plateau flottant en porte à faux. Le capteur pivote permettant ainsi de se positionner en dessous, de côté (profil) et au dessus de la table.

En imagerie dynamique, Philips propose deux salles :

- l'Allura FD 10 : salle à arceau pour la cardiologie (capteur de $20 \times 20 \text{ cm}$) sortie courant 2003, mais qui permet également une activité vasculaire avec une soustraction en temps réel. Enveloppe d'environ 800 à 850 000 € TTC.

- Allura Xper FD20 : nouvelle salle à arceau pour le vasculaire interventionnel et la cardiologie : capteur de $30 \times 40 \text{ cm}$ avec un mouvement de pivot pour choisir l'orientation de la grande longueur (2 positions). Enveloppe de l'ordre de 1 050 000 € TTC. Cette salle sera disponible courant 2004.

Philips présentait également deux autres statifs avec amplificateur de luminance dont le passage en capteurs plans n'est pas annoncé avant 2006/2007 :

- une nouvelle version de l'Omnidagnost : salle télécommandée numérisée, qui est dans la lignée du modèle présent sur le marché depuis 1995. À noter la forme en U de l'ensemble porte tube – porte ampli qui ressemble de plus en plus à un arceau.
- la Multidiagnost Éleva : nouvelle salle polyvalente radiologie-vasculaire : le statif correspond à celui de l'Omnidagnost mais avec un arceau. Enveloppe de 550 000 € TTC.

Siemens

Les statifs de la société Siemens sont équipés des capteurs plans Trixell.

En radiologie, Siemens propose :

- l'Axiom Multix M : salle traditionnelle avec table à hauteur variable et sélecteur, le tube est sur suspension plafonnière et potter basculant. Ces installations sont maintenant up-gradables avec un capteur plan portable ($43 \times 43 \text{ cm}$) et un nouveau sélecteur dans la table et le potter. Le capteur est relié à la table par un câble. Coût de cet up-grade : 200 000 € TTC.

- la gamme Axiom Aristos :
 - l'Axiom Aristos TX : système dédié au Thorax avec le tube et la capteur sur une colonne, en vis à vis,
 - l'Axiom Aristos VX : salle avec une suspension plafonnière et le capteur intégré dans un potter basculant,
 - l'Axiom Aristos MX : avec une suspension plafonnière et deux capteurs, l'un dans le potter et l'autre dans la table.
 - l'Axiom Aristos FX : lancée courant 2003, (maquette au JFR), cette salle Os/Poumon/Urgence est composée d'un tube et d'un capteur ($43 \times 43 \text{ cm}$) sur suspension, et d'une table (plateau flottant). Le plateau existe en trois modèles et est esca-

motable du pilier. 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 coût moyen de cette installation est de 350 à 400 000 € TTC.

En imagerie dynamique (Cardiologie/Angiographie/Interventionnelle), Siemens décline la gamme Axiom Artis. Tous les statifs sont déjà disponibles avec amplificateur de luminance, et up-gradable avec les capteurs plans en changeant uniquement l'amplificateur par le capteur.

Salle Axiom Artis Cardiologie : équipée d'un capteur $20 \times 20 \text{ cm}$:

- dTC : ce statif est équipé d'un arceau sur suspension plafonnière. Disponible depuis 2003, il faut prévoir un budget de 950 000 € TTC.
 - dFC : la différence dans cette salle est que l'arceau est fixé au sol. Enveloppe : 750 000 € TTC.
 - dFC Magnetic Navigation : salle dFC avec deux aimants face à face en mouvement permanent permettant de guider un cathéter spécifique : la résultante des deux aimants oriente le cathéter, et un système à air pulsé fait avancer le cathéter. Ce guidage s'effectue à distance sur la console d'acquisition (repérage sur image). L'image scopie permet le suivi. Enveloppe : 2 000 000 € TTC.
 - dBC : il s'agit d'une salle biplan. Il faut compter pour cette salle environ 1 100 000 € TTC.
- Salle Axiom Artis Angiographie : équipée d'un capteur $30 \times 40 \text{ cm}$. Elles permettent des rotations de tube de $25^\circ/\text{s}$ jusqu'à $60^\circ/\text{s}$ en angiographie rotationnelle. Le capteur et le tube sont pivotant et asservis avec les mouvements de la table. On peut également les pivoter manuellement.
- dTA : salle arceau sur suspension plafonnière, avec une proclive/déclive en option. Enveloppe : 1 050 000 € TTC. Elle est disponible dès janvier 2004.
 - dFA : salle arceau fixé au sol : cette salle sera disponible courant 2004. Enveloppe : 1 000 000 € TTC.
 - dBA : salle arceau pour la neurologie : il s'agit d'une table en Work In Progress annoncée pour début 2005. Enveloppe prévisionnelle : 1 400 000 € TTC.
 - dMP : il s'agit d'un statif télécommandé avec arceau. Cette salle polyvalente in-

terventionnelle (ex : 40°/s en vitesse maximale de rotation du tube) est disponible actuellement avec un amplificateur de luminance, et sera disponible avec le capteur plan à l'été 2004.

Enveloppe avec capteur plan : 700 000 € TTC.

Actuellement, les images sont envoyées sur la console Leonardo au fur et à mesure de l'acquisition pour la reconstruction 3D. Le volume reconstruit peut être renvoyé en salle sur la console d'examen.

En Work In Progress, Siemens annonce la reconstruction 3D en temps réel dans la salle.

Stephan'X

Stephan'X propose une solution avec un capteur statique intégré 43 × 43 cm dans leur statif télécommandé Évolution. Le capteur est installé à la place du porte cassette, et l'amplificateur de brillance reste installé. Coût d'une salle : 420 000 € TTC.

Il s'agit soit d'un capteur Canon soit d'un capteur Trixell.

En WIP, Stephan'X annonce un nouveau statif télécommandé avec arceau, table polyvalente, qui prendra en compte directement l'intégration possible d'un capteur dynamique. Par contre le choix du capteur n'est pas encore arrêté.

Toshiba

Toshiba propose une salle de cardiologie interventionnelle l'Infinix VC-i qui peut recevoir indifféremment l'un des deux capteurs DynaDirect. La société insiste sur la facilité de remplacement (up-grade) de l'amplificateur par le capteur plan en précisant que le statif a été conçu en intégrant cette possibilité.

Elle propose également une table polyvalente avec un arceau sur un statif télécommandé : l'Ultimax. Ce statif est décliné soit en amplificateur de luminance soit en capteur plan. Un seul site est installé en Europe. Le coût de cette salle est d'environ 600 000 € TTC avec capteur.

Mammographie

AGFA

La gamme des produits dédiés à la femme est présentée par Agfa sous le nom d'Embrace. La société annonce pour le deuxième semestre 2004 la commercialisation de son mammographe numérique DR, Embrace DM100, à capteur plan fourni par Hologic (18 × 24 cm² ou 24 × 29 cm²). La

console d'acquisition est également fournie par Hologic. Agfa apporte au système son savoir-faire en traitement d'image en proposant une console de diagnostic qui permet de visualiser et de traiter des images d'autres modalités. Équipée du logiciel de traitement d'image Musica, la station diagnostique est constituée de deux écrans Barco dont la résolution est de 5 Millions de pixels, cathodiques ou plats, avec possibilité d'intégrer un 3^e écran pour la visualisation du RIS. L'appareil peut s'intégrer dans un système PACS, avec des outils conçus spécifiquement pour la mammographie. Pour les années à venir, Agfa propose d'améliorer son produit en travaillant sur l'ergonomie de manipulation des images et de leur intégration au RIS. De plus, elle collabore avec Philips pour intégrer la dictée vocale (Outils Speech). L'accord avec une société de CAD pour introduire dans le mammographe un logiciel d'aide au diagnostic est en attente. L'agrément FDA est également attendu courant d'année 2004.

L'offre en mammographie numérisée par plaques photostimulables reste inchangée avec le mammographe nommé Embrace CR.

Fischer imaging

La société se spécialise en mammographie numérique en proposant une offre qui se compose du Mammothest, table de stéréotaxie, et du SenoScan, mammographe numérique déjà présent sur le marché depuis quelques années et reproposé lors du RSNA 2003. L'appareil reste équipé de la technologie d'acquisition Slot Scanning (capteur monobarette CCD) Thalès, 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 × 29 cm² à 50 µm ou 11 × 15 à 25 µm). Le constructeur avance des évolutions dans les logiciels d'acquisition et de post-traitement : le temps d'acquisition de l'image est réduit ce qui fait augmenter en moyenne le nombre d'examen de 6 à 8 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, cathodiques ou plats, à 5 Mpixels, avec affichage multimodalités, qui intègrent un photo-

mètre 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 un écran avec une résolution à 9 Millions de pixels qui remplacerait les deux écrans à 5 Millions de pixels pour le diagnostic ; une caméra à 16 bits, l'actuelle étant à 12 bits ; le logiciel SenoDes, qui génère l'image par une acquisition à double énergie afin d'avoir une localisation plus précise des zones denses du sein ; la possibilité d'intégrer un système de stéréotaxie sur le SenoScan ; l'appareil SenoSound, développé en collaboration avec Philips, qui associe une barrette CCD avec une sonde d'échographie pour une acquisition simultanée US + RX, pouvant ainsi bénéficier simultanément des apports diagnostiques des deux examens et éventuellement d'une reconstruction 3D.

GEMS

Plusieurs mammographes numériques sont présentés par la société :

- le Seno 2000 D, déjà présent sur le marché depuis plusieurs années, avec un capteur 19 × 23 cm. Il permet également la stéréotaxie numérique.
- le Seno 2000 DS, présenté au RSNA est annoncé à la commercialisation en France courant 2004. Cette nouvelle plateforme est équipée du même capteur, mais d'un nouveau tube permettant une meilleure gestion de la dose. Il est également équipé d'un système de stéréotaxie numérique plein champ.

Les deux appareils sont équipés de capteurs à conversion indirecte avec scintillateur au Iodure de Césium.

Le prix moyen d'un Seno 2000D est d'environ 340 000 € TTC, le Seno 2000 DS serait d'un prix d'environ 420 000 € TTC.

- le GE Diamond DX : cette offre fait suite au rachat par GE MS d'Instrumentarium. Ce mammographe est équipé d'un capteur à conversion directe au sélénium amorphe et petit champ. Cet appareil est disponible pour 190 000 € TTC. GE Medical Systems annonce en WIP un nouveau capteur sans délai pour le moment. La société présentait également des travaux sur la tomosynthèse, prometteurs, mais sans précision sur les délais également.

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 2003 avec le Selenia, mammographe numérique, introduit dans le marché l'année dernière suite à l'obtention de l'agrément FDA. 70 appareils ont déjà été vendus dans le monde et la vente de 200 autres mammographes, dont la moitié en Europe, est prévue pour 2004. La technologie de détection reste constitué d'un capteur plan au sélénium amorphe, couplé à une matrice TFT avec une grille anti-diffusante, ($24 \times 29 \text{ cm}^2$, $70 \mu\text{m}$). Le constructeur a plutôt 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 ; le développement d'un outil d'optimisation du contraste (en WIP). Autre nouveauté, l'outil FAST (Fully-Automatic Self-Adjust Tilt) est désormais 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 et de 2 écrans Barco, cathodiques et avec une résolution de 5 Millions de pixels, pour le post-traitement. La possibilité de visualiser des images des autres modalités est en cours de développement. La société a signé un accord avec R2 pour introduire un système de CAD dans le Selenia et l'agrément FDA est en attente. Pour les JFR 2004, Hologic annonce le lancement de Selenia tomosynthèse, appareil de reconstruction 3D de l'image. Il reste à définir si le système sera indépendant ou pourra s'adapter sur le Selenia.

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. Ayant obtenu le marquage CE (l'agrément FDA est en cours), le Giotto Image a été lancé sur le marché européen : en Italie, 6 appareils ont été vendus, dont 3 installés ; en France, où la société est représentée par DMS, la 1^{re} installation est prévue pour le premier semestre de 2004, dans le privé. Le constructeur compte également s'intéresser au marché chinois. Le mammographe est doté d'un capteur de marque Anrad au sélénium amorphe ($18 \times 24 \text{ cm}^2$, $85 \mu\text{m}$, 6 pl/mm) et son statif est conçu de façon à 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 a été revue : elle est munie d'un écran plat Nec et son ergonomie a été améliorée. La station diagnostique se compose toujours de deux écrans Siemens cathodiques à 5 Millions de pixels, mais un nouveau logiciel de traitement d'image y est installé (Raffaello). L'appareil est actuellement livré avec un exposeur automatique et la société annonce que pour mars 2004 un système de fantôme pour le contrôle qualité mammographique sera disponible. Pour ce qui concerne les CAD, le mammographe est compatible avec le logiciel développé par la société allemande Image Tools. Des contrats avec R2 et CADX attendent d'être signés, mais le constructeur travaille aussi sur le développement d'un logiciel de CAD, pour lequel des essais cliniques sont en cours de validation. En WIP, l'installation d'un système de génération d'image par double énergie est annoncé pour le Giotto Image.

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.

Philips

La société intègre la technologie Siemens pour faire évoluer son appareil de mammographie CR, Mammo Diagnost vers un mammographe DR. La commercialisation du produit est annoncée pour 2005. L'intégration de systèmes CAD fournis par les sociétés R2 et CADX est en cours de validation, ainsi que l'agrément FDA du mammographe.

Planmed

Le mammographe numérique Sophie Nuance annoncé lors du RSNA 2002 est présenté sur le stand de Planmed cette année, mais il ne sera commercialisé que vers fin 2004. 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 $24 \times 30 \text{ cm}^2$, $85 \mu\text{m}$, 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. La configuration de la station de travail n'est pas encore choisie ; une analyse de la demande déterminera si une seule station servira pour l'acquisition et le diagnostic ou si elles seront séparées. 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. Pour le Sophie Classic, la société avance une nouvelle 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, 10 à 15 ont été déjà commercialisés en France) ou sur le Sophie Nuance (DIGIGUIDE).

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 pl/mm). 2 installations du Novation DR sont prévues en France pour le printemps 2004 et le lancement de l'appareil sur le marché américain attend l'agrément FDA. 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 et une console de diagnostic à 2 écrans cathodiques Siemens avec résolution de 5 Millions de pixels et

un affichage multimodalité ; 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 R2 pour intégrer un système de CAD dans son appareil. À l'instar d'autres constructeurs, Siemens développe un système de reconstruction par tomosynthèse.

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'appuient 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 :

CADX

Cette année, les deux sociétés CADX et iCAD ont annoncé leur fusion sous le nom de CADX : Elles ont installés ensemble 300 systèmes pour l'aide à la détection des cancers du sein.

CADX pourra bénéficier de la commercialisation du nouveau produit de CAD

développé par iCAD et baptisé iQ. Le système, agréé FDA depuis novembre 2003, 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, donc 30 à 50 % moins cher que les produits CAD disponibles sur le marché actuel.

R2

La société, spécialisée dans le développement de logiciels et de systèmes de CAD, relance l'Image Checker DM introduit lors du RSNA 2002 et agréé FDA depuis septembre 2003. 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. Actuellement, la plateforme CAD supporte les images du Senographe2000D GE ; pour la suite, le constructeur envisage de valider la compatibilité de l'Image Checker DM avec les mammographes Fischer, Hologic, Siemens et avec d'autres modalités.

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. Les efforts constants des professionnels scientifiques et médicaux pour la standardisation des normes de communication ainsi que la baisse du coût de l'informatique ont fait qu'aujourd'hui elle devient incontournable.

On constate une généralisation et une homogénéisation des produits attachés comme les stations d'interprétation et de post-traitement ; le coût de telles stations a été divisé par 5 en 10 ans. 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. 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 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 !