

L'IMAGERIE PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE HAUT CHAMP EN AFRIQUE SUB SAHARIENNE UNE EXPÉRIENCE SÉNÉGALAISE.

Werner JF, Diakhaté I, Badji E, SokoTS, Ndiaye AR, Mbengue A, Diouf CT, Rouquet T, Demange JL,

Journal Africain d'Imagerie Médicale, Volume III, numéro 5, Septembre - Décembre 2010

RÉSUMÉ

Buts de l'étude. Observer in vivo les modalités du transfert de la technologie IRM haut champ dans un pays d'Afrique subsaharienne francophone. Diffuser les leçons tirées de cette expérience en direction des radiologues de la sous-région.

Matériels et méthodes. L'appropriation d'un équipement IRM haut champ dans un hôpital public dakarais a été étudiée comme un processus à plusieurs dimensions : technique, médicale, sociale, financière. La collecte des données a été faite dans la durée, en utilisant des techniques d'enquête empruntées à la méthode ethnographique.

Résultats. La réussite du projet s'est jouée lors de l'appel d'offres international qui a été mené de façon rigoureuse par une équipe pluridisciplinaire. Un élément essentiel a été la formation des personnels qui était une des conditions posées dans l'appel d'offres. Malgré un niveau d'activité relativement important (3 000 examens par an), le seuil de rentabilité n'a pas été atteint au bout de deux ans d'activité en raison d'une accessibilité limitée, pour des raisons financières, aux 20% de la population bénéficiant d'une couverture sociale.

Conclusions. Implanter et faire fonctionner dans la durée un équipement IRM haut champ dans un pays en développement est possible à condition de faire au préalable une évaluation précise de la situation locale en termes de contraintes climatiques, d'environnement technique, de ressources humaines et financières.

Mots clés : Imagerie médicale; Imagerie par résonance magnétique nucléaire; Afrique subsaharienne; Transfert de technologie; Anthropologie.

SUMMARY:

Purpose of the study. To study how a high field MRI equipment was implemented in a public hospital in a subsaharan african country. To spread lessons learnt from this experiment to other developing countries .

Materials and methods: This technological transfer has been investigated from several sides within the framework of a research work focused on appropriation as a multidimensional process. The collect of data has been made by using ethnographical technics of investigation.

Results: The successful outcome of the implementation of this MRI equipment was due to the rigorous and methodic way it was conducted from its very beginning by a pluridisciplinary international team. A most important factor was the inclusion of the training of the technical and medical staff in the invitation for tender. If diagnostic procedures have been improved by the introduction of this technological

Correspondance et tiré à part :

J.F. Werner, Chercheur à l'Institut de Recherche pour le Développement, UMR 912 SE4S, Observatoire Régional de la Santé, 23 rue Stanislas Torrents, 13006, Marseille.

Tel : 04 96 10 28 69 ; Portable : 06 14 15 80 97.

Courriel : <jean-francois.werner@ird.fr>

innovation, the threshold of profitability has not yet been reached because accessibility is limited, due to financial reasons, to 20% of the senegalese population.

Conclusion :

Putting to work a high field MRI machine in a developing country and make it run for a long time is possible on the prerequisite that a detailed assessment of the local context is done regarding the following items : climatic conditions, technical environment, qualified human resources and financial means.

Key words : Medical imaging ; Magnetic Resonance Imaging ; Subsaharan Africa ; Technology Transfer ; Anthropology.

I - INTRODUCTION:

Dans le courant de l'année 2006, l'Etat sénégalais prenait la décision d'installer un équipement d'Imagerie par résonance magnétique (IRM) haut champ à l'Hôpital Principal de Dakar (HPD). Ce projet s'est concrétisé, au début de l'année 2007, par la livraison et la mise en marche d'une machine Siemens « Magnetom Avanto » de 1,5 Tesla. Dans la mesure où il s'agissait d'une première en Afrique subsaharienne francophone, cet événement constituait une situation quasi *expérimentale* qui a été mise à profit pour étudier, de manière scientifique, les modalités d'appropriation de cette innovation technologique dans un pays du Sud.

(1) – Définition du problème scientifique:

Technologie non irradiante et non invasive, l'IRM haut champ constitue un perfectionnement majeur dans le domaine de l'imagerie médicale grâce à une résolution tissulaire beaucoup plus fine que celle de la tomodensitométrie et à la possibilité de faire des coupes dans tous les plans de l'espace. En contrepartie, elle nécessite la mise en œuvre de moyens financiers importants, de savoirs spécialisés, et d'un environnement technique fiable, soit des conditions qu'il n'est pas toujours facile de réunir dans un pays en voie de développement. En dépit de ces obstacles, cette technologie a diffusé sur le continent africain même s'il est difficile d'avoir une idée précise de la situation en l'absence d'informations pour l'ensemble des constructeurs.

Le seul document fiable dont nous disposons est un récapitulatif, datant de juillet 2007, des ventes

d'IRM faites par Siemens en Afrique. A cette date, 77 appareils haut champ y avaient été installés avec une concentration des équipements aux deux extrémités du continent : 47 (# 61 %) en Afrique du Sud, 23 (# 30 %) en Afrique du Nord, et seulement 7 (# 9%) pour le reste du continent. En ce qui concerne plus précisément l'Afrique de l'Ouest, on dénombrait en 2007, en dehors du Sénégal, un aimant haut champ installé au Ghana et une dizaine d'aimants permanents bas champ répartis de la manière suivante : 7 machines Siemens (6 au Nigeria et 1 au Togo), plus 3 machines General Electric (Signa Ovation 0,35 T) installées ou en cours d'installation en Mauritanie, en Côte d'Ivoire et au Niger. Quant au Sénégal, en 2006, deux équipements bas champ venaient d'y être installés dans des structures privées et un équipement haut champ était en cours d'installation au CHU de Fann. Dans ces conditions, la mise en service d'un appareil IRM haut champ représentait pour l'HPD un défi à la fois technique, médical et financier. Car, si l'équipe de direction se posait des questions sur la viabilité économique d'un tel investissement, de leur côté, les radiologues et les cliniciens s'interrogeaient sur les modifications de la prise en charge des patients que cela allait entraîner et sur la capacité des plateaux techniques locaux à prendre en charge les pathologies mises en évidence par ce nouvel outil diagnostique.

Quant aux ingénieurs biomédicaux de l'hôpital, ils étaient parfaitement conscients de la difficulté

d'installer et faire fonctionner dans la durée un système aussi complexe dans un environnement défavorable à la fois sur les plans technique et climatique.

(2) – Revue de littérature:

Commencé à la fin du XIXe siècle avec l'invention de la radiologie, le développement de l'imagerie médicale s'est amplifié au XXe siècle avec la mise au point de technologies visuelles de plus en plus sophistiquées et performantes (échographie, tomodensitométrie, IRM nucléaire) au point que le recours à l'imagerie médicale est devenu partie intégrante de la pratique médicale et qu'il est même considéré comme un gage de scientificité. Mais, si ces développements techniques ont eu des effets bénéfiques au niveau de la prise en charge des patients en permettant de faire des diagnostics de plus en plus précis et précoces, ils sont également crédités d'effets négatifs sur le fonctionnement du système de santé. On évoque ainsi une objectivation de plus en plus poussée des patients (1), un affaiblissement de la démarche clinique qui pose le problème de sa « *fin possible* » (2) et une augmentation importante des dépenses de santé qui ne s'accompagnerait pas d'une amélioration en proportion de la qualité des soins.

Paradoxalement, cette montée en puissance de l'imagerie médicale a peu intéressé les sciences sociales œuvrant dans le champ de la santé, en particulier au Sud où, en dehors de quelques études consacrées à l'échographie obstétricale (3) et à la radiologie (4, 5), les travaux sur la question brillent par leur absence. Sur le plan méthodologique, en l'absence de recherches sur l'IRM, nous nous sommes donc inspirés de travaux menés, en Europe et en Amérique du Nord, sur d'autres modalités : l'échographie obstétricale (6, 7), la radiologie (8, 9) et toutes celles mises en œuvre dans un service de cancérologie (10).

(3) – Objectifs:

Dans une perspective fondamentale, il s'agissait de comprendre comment le système de santé sénégalais allait s'approprier une innovation qui représentait un saut technologique majeur par rapport à l'environnement technique et médical existant et quel impact cela aurait sur les relations entre les différents acteurs concernés. Dans une

perspective appliquée, il s'agissait pour les praticiens et la direction de l'hôpital de favoriser la mise en valeur optimale de cet équipement grâce l'apport d'un regard extérieur doté d'une expertise scientifique. Pour tous, dans une perspective altruiste, il s'agissait de tirer les leçons de cette expérience pionnière et d'en diffuser les résultats en direction des praticiens et décideurs des autres pays d'Afrique subsaharienne désireux de franchir le pas de la haute technologie en imagerie médicale, ce qui a été fait sous la forme de communications orales présentées aux JFR depuis 2007.

II – MATÉRIEL ET MÉTHODES:

(1) – Matériel :

Le matériel sur lequel nous avons travaillé a été constitué par les différentes composantes d'un projet visant à implanter un équipement IRM haut champ dans un hôpital public sénégalais. Une telle entreprise constituait une occasion de recherche exceptionnelle pour deux raisons. D'une part, parce qu'il s'agissait d'une première en Afrique sub-saharienne francophone et d'autre part, parce que nous avions la possibilité d'en suivre pas à pas le déroulement dans le temps, depuis la décision initiale jusqu'à la mise en marche de la machine, et même au-delà, puisque les résultats présentés ici concernent les deux premières années de fonctionnement de cet équipement. L'implantation de celui-ci s'inscrivait dans un *contexte local* particulier qu'il nous faut évoquer rapidement avant de faire un bref *historique* du déroulement du projet.

La société sénégalaise (11)

En 2006, le Sénégal comptait une population de 12 millions d'habitants dont une majorité de jeunes de moins de 20 ans. La mortalité infantile y était relativement élevée (65,7 pour mille en 2005-2010) et le taux d'alphabétisation relativement faible, de l'ordre de 50 % pour les hommes et de 30% pour les femmes. Le PIB par habitant y était de 2000 dollars par an, un chiffre qui masquait d'importantes inégalités entre les différentes catégories de la population.

Le contexte épidémiologique et médical (12)

La situation épidémiologique était caractérisée par la persistance des maladies infectieuses et l'émergence

de nouvelles pathologies (maladies cardiovasculaires, diabète, cancers) liées aux changements des modes de vie et au vieillissement de la population. Le chiffre de 0,06 médecin pour 1000 habitants, calculé pour l'ensemble du pays, ne rendait pas compte des inégalités d'accès aux soins entre la capitale et le reste du pays. Alors que Dakar, la capitale, regroupait 25% de la population du pays, on y trouvait 80% des spécialistes, la plupart des plateaux techniques performants (services de réanimation et de chirurgie, imagerie médicale, centres d'hémodialyse) et 42% des lits d'hospitalisation.

L'Hôpital Principal de Dakar (HPD) L'HPD comptait, en 2000, 580 lits d'hospitalisation, soit environ 30 % des lits de l'agglomération dakaroise. En tant qu'Établissement Public de Santé à caractère spécial, il était amené à prendre en charge des pathologies lourdes et coûteuses (réanimation, grands brûlés, dialyse, soins intensifs) aussi bien pour une clientèle aisée que pour une clientèle démunie. Cet hôpital occupe une place particulière parmi les hôpitaux dakarois. D'abord, en raison de son histoire qui en fait probablement la plus ancienne structure hospitalière en Afrique de l'Ouest francophone puisqu'il est installé sur le site d'une ambulance militaire française créée en 1880. Puis, en raison de son statut militaire puisque, après avoir été géré pendant plus d'un siècle par l'armée française, il l'est, depuis le premier janvier 2000, par les forces armées sénégalaises. Ces caractéristiques ont joué un rôle important dans la décision de l'État sénégalais d'y installer un équipement IRM haut champ dans la mesure où les décideurs savaient que, à défaut de contribuer financièrement au projet, la France fournirait une assistance technique et qu'ils pouvaient compter, par ailleurs, sur « *la discipline et le sérieux d'une organisation militaire* » garante de la fiabilité des soins médicaux (13).

Le projet d'établissement (2001-2002) La décision d'implanter un équipement IRM haut champ à l'HPD a été prise en 2001 au moment où l'État sénégalais, qui venait de prendre le contrôle de cet hôpital, élaborait un ambitieux projet d'établissement visant, entre autre, à « *restructurer, moderniser et rationaliser* » certains plateaux techniques. En particulier, le service de radiologie dont l'activité stagnait avec quatre équipements de radiologie

conventionnelle (dont un mammographe), deux échographes et un scanner mono barrette.

Les conditions nécessaires : de l'argent, une équipe, une méthode, un fournisseur Faute de trouver un bailleur de fonds étranger, c'est l'État du Sénégal qui a financé l'acquisition de cet équipement ainsi que la réalisation des infrastructures nécessaires pour l'accueillir. Pour cela, en 2006, une enveloppe budgétaire d'un montant de 2 milliards de francs CFA (# 3 millions •), a été mise à la disposition de l'HPD qui, de son côté, avait mis à profit la période de latence entre le lancement du projet (2002) et son exécution (2006) pour mettre en place une équipe pluri disciplinaire associant Sénégalais et Français, civils et militaires, médecins radiologues, ingénieurs biomédicaux et agents administratifs. Cette équipe s'était doté d'une *méthode* reposant sur quelques grands principes - rigueur, transparence, suivi en continu du projet par les mêmes personnes – qui ont sous-tendu le déroulement du processus d'acquisition de la machine mené selon les normes internationales en vigueur : cahier des charges, appel d'offres international, analyse des propositions, adjudication. Au final, c'est un constructeur européen (Siemens) qui a remporté le marché. Non seulement parce qu'il était le mieux-disant et que son représentant sur place offrait des garanties suffisantes sur les plans technique, financier et juridique, mais aussi et surtout, parce qu'il avait accepté de procéder à un transfert de technologie sous la forme d'une formation des techniciens et ingénieurs de l'Hôpital Principal.

Le chantier (deuxième semestre 2006).

Dès que la machine a été achetée (en août 2006) et les spécifications techniques communiquées par le fournisseur, cette équipe a pris en charge la réalisation du chantier destiné à bâtir les locaux qui devaient accueillir l'IRM et ses équipements annexes. Un chantier qui, contrairement à ce qu'ils avaient prévu, a apporté aux porteurs du projet son lot de problèmes, de soucis et d'aléas de toutes sortes, sans parler du stress que constituait l'obligation de le terminer impérativement avant l'arrivée des restés à l'arrêt pendant deux ans en raison de problèmes techniques.

(2) - Problématique et hypothèse

Dès le début du projet, des entretiens menés avec l'ensemble des protagonistes du projet - du directeur

de l'hôpital aux radiologues en passant par les ingénieurs biomédicaux et les cliniciens - avaient permis de dégager un certain nombre d'hypothèses de travail à partir des questions soulevées par les uns et les autres. En pratique, notre travail a consisté à dégager un « espace » au sein duquel ces différents questionnements pouvaient se déployer et faire sens dans le cadre d'une problématique scientifique pensée en termes de *processus d'appropriation*, cette notion se déclinant simultanément sur les plans technique, médical, social et financier.

Appropriation technique. Parce que le bon fonctionnement de l'appareil est une condition indispensable à son utilisation par les médecins, les aspects techniques ont occupé d'emblée une place centrale dans notre étude. Nous nous sommes intéressés tout particulièrement aux contraintes techniques inhérentes à cette technologie, aux compétences et savoirs requis pour la maîtriser, à leur transmission par des industriels et ingénieurs européens, à leur apprentissage par les ingénieurs et techniciens locaux et à la façon dont ces derniers se sont adaptés aux contraintes et normes liées au fonctionnement de ce nouvel équipement.

Appropriation médicale. Du point de vue médical, l'introduction d'une telle innovation technologique dans un pays comme le Sénégal posait de nombreuses questions : Comment allait-elle être mise en œuvre par les manipulateurs et les radiologues ? Quelle utilisation allait en faire le corps médical sénégalais ? Pour quelles pathologies ? Avec quel impact sur la qualité des soins ? Pour tâcher de répondre à ces questions, nous avons décidé de focaliser notre attention, d'un côté, sur les rapports entre soignants (radiologues-prescripteurs) et, de l'autre, sur les rapports entre soignants et soignés (manipulateurs-patients et radiologues-patients) et sur la manière dont ces rapports seraient modifiés par l'introduction de l'IRM haut champ.

L'appropriation sociale a été envisagée sous l'angle de l'accessibilité : Quelle population aurait accès à cet équipement ? En quel nombre ? A quel coût ?... Soit des questions qui se posaient avec acuité dans un pays où le pouvoir d'achat d'une majorité de la population est peu élevé et où seule une minorité dispose d'une couverture sociale. Enfin, *l'appropriation financière* d'un tel équipement, une question corrélée à la précédente, a constitué un axe

essentiel de notre recherche étant donné l'importance de l'investissement consenti et les doutes exprimés par de nombreux acteurs sur la possibilité de le rentabiliser. Dans cette optique, nous nous sommes intéressés au problème épineux posé à la direction de l'hôpital par la gestion dans la durée d'un équipement dont le coût de fonctionnement était élevé alors que les tarifs pratiqués étaient relativement bas. (3) - La méthodologie mise en œuvre a été caractérisée par :

Son caractère pluri-disciplinaire puisque ce projet était fondé sur la collaboration d'un chercheur en sciences sociales, de médecins radiologues et d'ingénieurs biomédicaux. *Sa visée globale* : tous les acteurs concernés par l'appropriation de cette technologie ont été inclus dans le périmètre d'investigation, que ce soient les techniciens chargés de faire fonctionner l'appareil, les médecins et les manipulateurs en charge de la réalisation et de l'interprétation des images, les cliniciens à l'origine de la prescription, sans oublier les patients.

Son inscription dans la longue durée : cette recherche qui a commencé en 2006, avant même l'installation de l'équipement, devrait se poursuivre, jusqu'à fin 2011, soit pendant une durée totale d'observation de 5 ans. Cette durée, exceptionnelle pour un projet de recherche de ce type, constituait une condition *sine qua non* pour appréhender la dimension temporelle du phénomène et documenter *l'évolution* dans le temps des modalités d'appropriation. Enfin, le recours privilégié à la *méthode ethnographique* pour tout ce qui a concerné le recueil des données. Son « outil principal » en est l'ethnologue qui, classiquement, fait du « terrain » pour étudier la société ou le milieu qu'il veut étudier. En l'occurrence, l'« ethnologue » a été un médecin formé à l'anthropologie, ayant déjà travaillé au Sénégal, dont le « terrain » a été le service de radiologie de l'HPD et son environnement immédiat. Pour mener à bien cette recherche, différentes techniques d'enquête ont été mises en œuvre : observation directe de l'activité du service ; entretiens semi structurés avec des informateurs dit « privilégiés » (radiologues, manipulateurs, techniciens, ingénieurs biomédicaux); le tout complété par des enquêtes approfondies à passages répétés (2007, 2008, 2010) portant sur les modalités de prise en charge des patients et les

relations entre radiologues et prescripteurs. Ces observations et entretiens ont été enrichis par la collecte de documents écrits (articles de presse, documents techniques, rapports administratifs, registres divers, comptes rendus d'examens) et iconographiques (images médicales anonymisées).

Précautions éthiques

Les professionnels de santé et les patients sollicités pour des entretiens ont reçu une information précise concernant, d'une part, les objectifs de notre recherche et, d'autre part, les méthodes mises en œuvre pour les atteindre. Concrètement, nous avons insisté sur le fait que ni les entretiens, ni les observations n'avaient pour but de juger de la « qualité » des pratiques ou des savoirs, notre unique souci étant de décrire et d'analyser les informations recueillies, sans porter de jugement de valeur.

De même, le chercheur s'était engagé à préserver l'anonymat des patients et des soignants, de sorte qu'il ne puisse être effectué de corrélation entre l'identité d'un patient et celle d'un professionnel de santé d'une part, et l'objet de l'examen, son déroulement et ses résultats, d'autre part.

III – RÉSULTATS:

Dans cette partie, nous décrirons successivement les différentes modalités de l'appropriation en

commençant par sa dimension administrative, souvent passée sous silence, puis en mettant l'accent sur ses aspects techniques qui sont essentiels, parce que, faut-il le rappeler, si l'appareil ne fonctionne pas, il n'y aura pas d'appropriation médicale ou sociale et tout l'argent investi l'aura été en pure perte.

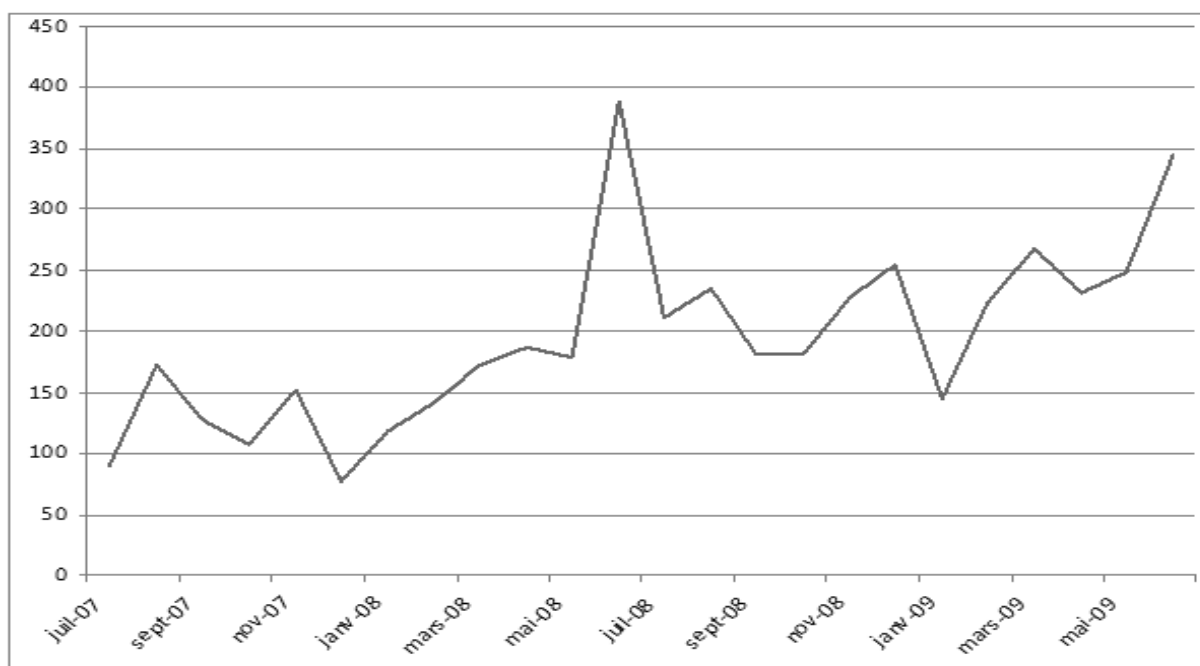
A – Appropriation administrative:

Le processus d'acquisition de la machine et de ses équipements annexes a duré cinq mois, soit de début mars à début août 2006. Commencé avec la rédaction d'un cahier des charges, il s'est poursuivi avec un appel d'offres international.

Le *cahier des charges* a été rédigé par les porteurs du projet en prenant le temps nécessaire, en l'occurrence, deux mois.

Car, il leur fallait envisager tous les aspects du problème dans leurs moindres détails : les antennes ; l'environnement énergétique et la sécurisation de l'approvisionnement en électricité ; le contexte climatique (température, hygrométrie, poussière) ; la durée de la garantie ; l'accès aux documents techniques ;

la présence d'ingénieurs de montage et d'application capables d'intervenir rapidement si nécessaire ; la formation des médecins, des manipulateurs et des



techniciens ; l'environnement multimédia et la connexion du système au réseau informatique de l'hôpital, etc. Puis, *un appel d'offres* international a été lancé, dont les contraintes étaient suffisamment élevées pour dissuader les soumissions suspectes. Ses principales étapes ont été :

- La publication d'un « Avis officiel de présélection » dans un quotidien local (mars 2006) ;
- L'analyse des candidatures (au nombre de trois : General Electric, Philips, Siemens) ;
- La présélection des candidats avec la mise à l'écart d'un dossier non conforme (General Electric) ;
- La publication de l'appel d'offres proprement dit dans la presse locale (mai 2006) ;
- L'adjudication du marché (à Siemens) au début du mois d'août 2006.

A noter qu'il avait été décidé d'emblée de ne pas céder à la tentation d'un don humanitaire ou d'une occasion « relookée », la sélection de la machine devant être fondée uniquement sur des critères objectifs : adéquation de l'offre à la demande, qualité et coût de l'offre, évolutivité de la machine en tablant sur une durée de vie d'une dizaine d'années.

B – Appropriation technique:

Pour rappel, les contraintes d'implantation d'un équipement IRM haut champ sont déterminées par ces deux principes fondamentaux que sont l'électromagnétisme

- associé obligatoirement à la supraconduction pour des valeurs de champ supérieures à 1 Tesla
- et l'émission réception d'ondes radioélectriques.

Les solutions techniques avaient pour objectif le maintien en condition opérationnelle du système. Elles ont été de deux types : passives et actives.

Les solutions dites « passives » ont concerné (1) le maintien 24 heures sur 24 et 365 jours par an du fluide cryogène à sa température de fusion et (2) la climatisation en permanence du local de l'aimant (salle d'examen) et du local technique. En pratique, ces solutions ont été déterminées par une discussion technique permanente entre le fournisseur du système d'imagerie, l'architecte en charge de la construction de l'infrastructure et les ingénieurs biomédicaux de l'hôpital.

Les solutions dites « actives » ont concerné (1) la préparation et le positionnement du patient, (2) la génération et le traitement de l'image, et (3) la

création et le maintien d'un environnement exempt de perturbations électromagnétiques. Elles ont été fournies par le constructeur sous la forme d'une réponse intégrant, d'une part, un système IRM pour diagnostic médical et son environnement immédiat (la cage de Faraday) et, d'autre part, des mesures organisationnelles associées à une prestation de service.

Les mesures organisationnelles ont consisté en un dispositif de surveillance à distance par le biais d'une ligne ADSL (télémaintenance) complété par un service local de maintenance assuré par le service après-vente du constructeur (un ingénieur) et le service d'ingénierie biomédicale de l'hôpital (un ingénieur + un technicien).

Enfin, *la prestation de service* englobait les opérations réalisées au moment de l'installation et de la mise en marche de l'appareil, et des opérations en continu de maintenance préventive et corrective.

La maintenance à l'épreuve du réel:

Les données présentées ici concernent la période qui va du premier juillet 2007 au 30 juin 2009, soit les 24 premiers mois de fonctionnement de l'équipement alors qu'il était toujours sous garantie. Elles résultent des observations directes effectuées dans le service, des entretiens réalisés avec les radiologues, ingénieurs et techniciens, ainsi que de l'exploitation des registres dans lesquels sont consignés les « événements » relatifs au fonctionnement de l'unité (« Registre des examens ») et de la machine (« Registre des opérations de maintenance »). La maintenance de la machine et de son environnement technique a reposé sur la mise en œuvre : (a) de mesures de surveillance, (b) d'opérations de maintenance préventive systématique ou conditionnelle et (c) d'interventions de maintenance dite corrective.

(a) - La *surveillance* a été assurée, par l'équipe technique de l'Hôpital sous la supervision à distance des ingénieurs de Siemens. Elle s'appliquait non seulement à la machine mais aussi à son environnement technique, en particulier les groupes de froid qui jouent un rôle crucial dans le fonctionnement du système. Cette surveillance consistait à contrôler systématiquement un certain nombre de paramètres concernant l'état du système de refroidissement : température et pression de l'eau à l'entrée (primaire) et à la sortie de l'aimant

(secondaire), température de l'air dans la salle des gradients (local RFIS) et la salle d'examen (RF Room). Si, dans un premier temps, la fréquence des contrôles était hebdomadaire, elle est devenue quasi quotidienne à partir de décembre 2008 suite à divers incidents ayant affecté le fonctionnement des groupes de froid (cf. infra).

(b) - La *maintenance préventive*, qu'elle soit systématique ou conditionnelle (déclenchement d'un signal d'alarme ou détection de l'usure d'une pièce), a concerné aussi bien la machine que son environnement.

La *maintenance préventive systématique* a été réalisée avec une périodicité bimensuelle, depuis le premier janvier 2008, par l'ingénieur du service interne d'ingénierie biomédicale, en collaboration avec l'ingénieur d'application du SAV local de Siemens, et sous la supervision à distance d'un ingénieur Siemens basé en Europe. Chaque opération de maintenance durant une journée, ce sont au total 9 vacations qui ont été supprimées durant la période de référence.

Un certain nombre d'opérations de *maintenance préventive conditionnelle* ont été réalisées en parallèle, sans entraîner l'arrêt de la machine, par les sous-traitants en charge de la maintenance des dispositifs annexes (groupes de froid, climatisation, onduleur). C'est essentiellement le système de refroidissement qui a été concerné pour des problèmes liés soit à des dysfonctionnements des équipements, soit à des phénomènes de condensation causés par un écart trop important entre la température de l'eau (inférieure à 20°C) dans les tubulures et les conditions climatiques ambiantes (température et hygrométrie relative élevées, notamment en saison des pluies).

(c) – Par définition, les opérations de *maintenance corrective* sont destinées à rétablir le dispositif dans son état normal à la suite du dysfonctionnement d'un de ses sous-ensembles. A l'HPD, elles ont été effectuées chaque fois que nécessaire par l'ingénieur du service interne d'ingénierie biomédicale et l'ingénieur d'application du SAV local de Siemens. A noter que le fournisseur a supervisé également le travail des sous-traitants ayant fourni et installé les systèmes de soutien technique de l'IRM (l'onduleur,

les groupes de froid) à l'exception du groupe électrogène de secours dont la maintenance était sous la responsabilité de l'Hôpital.

Cet *encadrement technique* rigoureux s'est révélé au final fort utile dans la mesure où ce système complexe que constituent un aimant haut champ et son environnement a fait preuve, dans les premiers temps, d'une relative « instabilité » comme en témoignent les multiples interventions qui ont été effectuées sur la machine et son environnement. En effet, entre le premier juillet 2007 et le 30 juin 2009, il y a eu, au total, 17 interventions relevant de la maintenance corrective. A l'exception d'une intervention pour un problème survenu au niveau de l'installation électrique, toutes les opérations de maintenance (au nombre de 16) ont concerné la machine elle-même ou son environnement, en particulier le système de refroidissement dont les dysfonctionnements ont été la cause d'un quart d'entre elles. Mais les trois quarts des interventions ont été effectués, par les ingénieurs de l'Hôpital et le SAV local, pour des problèmes concernant des accessoires (injecteur automatique, antennes) ou des sous-systèmes de la machine. De façon générale, ces problèmes ont été réglés définitivement par le changement des sous-systèmes en question, à l'exception du RCCS (ou « Receive Coil Channel Selector »), assurant la réception des signaux émis par les antennes et leur transmission aux ordinateurs chargés de les traiter, qui a été changé cinq fois entre les mois de novembre 2007 et septembre 2008 sans que le problème soit réglé. Il a fallu l'intervention sur place d'un ingénieur dépêché par Siemens pour que soit mise en évidence l'existence d'un infime égouttement – induit par un phénomène de condensation de la vapeur d'eau atmosphérique – à l'origine de minuscules courts-circuits sur les cartes internes de ce sous-système. La mise en place d'un dispositif destiné à dériver cet écoulement a définitivement réglé le problème puisque, depuis cette opération, ce sous-système a fonctionné normalement.

Au total, à elles seules, les pannes du RCCS ont entraîné l'arrêt de la machine pendant 14 vacations, soit l'équivalent de 3 semaines d'activité.

Impact des opérations de maintenance sur l'activité du service

Si les opérations de maintenance corrective et préventive effectuées par l'équipe technique du fournisseur n'ont rien coûté à l'Hôpital puisque la machine était sous garantie, par contre elles ont entraîné l'immobilisation de la machine pendant 17 vacations. Un chiffre qui aurait pu être plus élevé si les techniciens ne s'étaient efforcés, chaque fois que possible, de travailler en dehors des jours ouvrables ou après la fin des vacations de façon à réduire au minimum le temps d'indisponibilité de la machine. Si on ajoute à ce total les 9 jours d'arrêt au titre de la maintenance préventive systématique, c'est au total 26 vacations qui ont été supprimées au cours des deux premières années de fonctionnement, soit l'équivalent de 5 semaines de travail ou encore 5 % du total des vacations (N = 520) qui auraient dû être effectuées durant les deux premières années. Un chiffre relativement bas témoigne de la fiabilité du système et de l'efficacité des solutions techniques et des mesures organisationnelles mises en place.

C - Appropriation médicale:

Par appropriation médicale, nous entendons la prise en charge des patients par les manipulateurs, la réalisation et l'interprétation des images par les radiologues, ainsi que les modalités de prescription par les cliniciens. Soulignons d'emblée que cette appropriation a commencé bien avant la mise en marche de la machine. En pratique, elle a débuté avec le choix préalable du type de machine en fonction de l'intensité souhaitée, s'est poursuivie avec la participation des médecins à l'élaboration de l'appel d'offres puis à la conception et à l'aménagement des locaux qui répondaient autant à des contraintes techniques qu'à des impératifs médicaux (14). De ce point de vue, l'ergonomie du site a été soigneusement étudiée de façon à favoriser la meilleure prise en charge possible des patients tout en protégeant ces derniers des risques engendrés par le champ magnétique présent autour de l'aimant. En premier lieu, l'ensemble des locaux dédiés à l'IRM, appelé « Unité IRM », a été regroupé dans un lieu situé à proximité immédiate du service d'imagerie médicale mais nettement distinct, puisque son accès était contrôlé visuellement par la secrétaire du service. L'espace de l'unité a été lui-même divisé

en deux parties : une zone destinée à l'accueil des patients et une zone technique dont l'accès était également contrôlé (au moyen d'une caméra de surveillance) par les manipulateurs depuis la salle de commande, ce qui constituait un dispositif inhabituel dans un hôpital africain.

Un point de vue quantitatif sur l'activité de l'unité IRM (figure 1).

Les données présentées ici concernent les deux premières années d'activité de l'unité, soit la période de deux ans qui commence le 01-07-07 et se termine le 30-06-09. Au total, pendant ce laps de temps, il a été réalisé 4 657 examens au cours de 486 vacations soit un nombre moyen d'examens par vacation un peu inférieur à 10 (exactement 9,5). Cette approche globale ne permettant pas de rendre compte de l'évolution de l'activité au fil du temps, nous distinguerons, pour les besoins de notre exposé, trois périodes dont on retrouvera la représentation graphique sur la courbe de la figure 1.

Premier semestre d'activité (du 01-07-07 au 31-12-07).

Durant cette période d'apprentissage, ce sont 719 examens qui ont été pratiqués au cours de 125 vacations, soit un nombre moyen d'examens par vacation de 5,8. A l'origine des périodes de ralentissement ou d'interruption de l'activité on trouve des opérations de maintenance corrective. Quant au fléchissement de l'activité dans la deuxième quinzaine de décembre, il est à mettre en relation avec la survenue presque simultanée de ces grandes fêtes religieuses que sont la Tabaski (Aïd-el-Fitr) pour les Musulmans et Noël pour les Chrétiens, fêtes respectivement le 20 et le 25 décembre.

Deuxième et troisième semestres d'activité (du 01-01 au 31-12-2008).

Au cours de cette période, l'activité s'est poursuivie à un rythme soutenu puisque ce sont 2476 examens qui ont été réalisés. Le nombre de vacations a été de 242 et le nombre moyen d'examens par vacation de 10,2 avec un maximum de 20 examens au cours d'une seule vacation. Le pic d'activité observé entre la 22^e et la 28^e semaine est à mettre sur le compte de la réalisation de 140 examens visant à évaluer l'âge osseux d'adolescents dans le cadre d'une étude commanditée par la FIFA.

Quatrième semestre d'activité (du 01-01 au 30-06-09).

Au total, 1462

examens ont été réalisés au cours de 119 vacations ce qui donne un chiffre moyen de # 12,3 examens par vacation. L'activité a augmenté de façon importante puisque, entre le début et la fin de cette période, le nombre moyen d'examens par semaine est passé de 36 à 70 entre les trois premières et les trois dernières semaines.

Répartition des examens en fonction de l'organe exploré

L'unité IRM ayant une vocation généraliste, tous les organes ont été concernés, même si, en pratique, certains examens (seins, cou, cœur ou corps entier) ont été rares. A noter que, si les radiologues du service étaient polyvalents, chacun avait un domaine de prédilection dans lequel il était plus compétent que ses collègues de telle sorte qu'il existait une réelle complémentarité entre les 4 radiologues qualifiés en IRM haut champ. Les examens du rachis, du crâne et des membres ont représenté un peu plus de 80% du total des examens : 33,4% pour le rachis, 26,6 % pour le crâne et 20,6 % pour les membres. Ce qui est logique dans la mesure où le cerveau, la moelle épinière et l'appareil ostéo-articulaire sont des indications privilégiées de l'IRM. Par ordre de fréquence décroissant, les autres organes ou appareils explorés ont été : Abdomen (5,7%), appareil vasculaire (5,4%), Pelvis (5,2%), Seins (1,8%), Cou (0,6%), Cœur (0,3%).

Consommation de Gadolinium

La proportion d'examens injectés a varié dans le temps. Relativement importante (67%) pendant la période d'apprentissage, elle a ensuite baissé de façon significative pendant l'année 2008 (58%) pour repartir à la hausse (63,2%) au cours du quatrième semestre d'activité. Cette augmentation étant à mettre, en partie, sur le compte d'une augmentation du nombre d'Angio-IRM (entre 2008 et 2009, leur pourcentage a plus que doublé) qui nécessitent l'injection de deux voire trois flacons de Gadolinium.

Un point de vue qualitatif sur le fonctionnement de l'unité IRM

1 - Les relations « soignants – patients »

Les relations entre le personnel de l'unité IRM (radiologues, manipulateurs, secrétaire) et les patients se déroulaient dans le cadre d'un processus normalisé qui commençait avec la prise de rendez-vous, se poursuivait avec la préparation du patient et son

accompagnement avant, pendant et après l'examen proprement dit, et se terminait avec la remise des résultats. L'observation détaillée de l'organisation et du fonctionnement de l'unité IRM a mis en évidence, d'une part, que le secrétariat jouait un rôle clef dans la gestion des rendez-vous et la planification de l'activité (15) et, d'autre part, que la qualité de la prise en charge des patients par les techniciens en imagerie médicale (manipulateurs) déterminait directement le bon déroulement des examens.

Le rôle clef joué par le secrétariat

Le secrétariat de l'unité IRM jouait un rôle essentiel dans cette chaîne opératoire dans la mesure où il constituait pour les patients un passage obligé à la fois à leur entrée dans le service (prise de rendez-vous) et à leur sortie (remise des résultats). Ce travail reposait sur les épaules d'une seule personne, une femme, à laquelle revenait la tâche d'accueillir le patient - ou un proche - lorsqu'il se présentait dans le service muni d'un bon d'examen. Une fois la demande validée par un des radiologues du service, un rendez-vous était donné au patient avec un délai moyen d'une dizaine de jours entre la date de la prescription et la date de l'examen, ce délai pouvant aller de quelques heures (cas d'un examen demandé en urgence pour un patient de l'hôpital) à 17 jours. A titre de comparaison, le délai moyen pour obtention d'un examen IRM en France tournait autour de 35 jours en 2008 (16).

Le rôle clef joué par les manipulateurs dans la prise en charge des patients

Durant la période où nous avons effectué nos observations, les manipulateurs compétents en IRM étaient au nombre de trois, tous jeunes (moyenne d'âge autour de 30 ans) et volontaires pour travailler dans un service qu'ils estimaient être le *nec plus ultra* de l'imagerie médicale. Nous nous intéresserons ici uniquement à leur rôle dans la prise en charge des patients en laissant de côté tout ce qui relève de la réalisation des examens et des tâches annexes (enregistrement des CD, tenue du registre d'examens, gestion des stocks de consommables, etc) qui leur étaient confiées. Dans le cas de l'IRM, la prise en charge d'un patient consistait en une suite d'opérations qui devait être effectuée avec un maximum de vigilance sous peine de passer à côté d'une contre-indication ou de ne pas repérer la présence d'un objet métallique susceptible de générer

des artefacts, voire un risque de blessure sous l'effet du champ magnétique. Cette procédure impliquait à la fois la réalisation de gestes techniques précis (peser un patient, poser une voie veineuse, détecter des objets métalliques, installer des antennes, etc) et l'établissement d'une relation de confiance avec un patient qui, dans l'immense majorité des cas, passait un examen IRM pour la première fois. L'instauration d'une telle relation reposait notamment sur la capacité des manipulateurs à s'adresser aux patients dans la langue la mieux adaptée à leurs compétences linguistiques (le wolof en majorité, le français pour les gens scolarisés, mais aussi d'autres langues parlées au Sénégal) et à manier de façon appropriée les relations à plaisanterie qui existent entre certains groupes ethniques. Dans la salle d'examen, une fois que le patient était allongé sur la table, des informations lui étaient transmises par le manipulateur concernant la durée probable de l'examen, l'immobilité stricte à conserver « sous peine d'être obligé de refaire l'examen ». Simultanément, ce dernier mettait en place la ou les antennes et le casque permettant, à la fois, de diffuser de la musique destinée à diminuer le bruit émis par la machine et aux manipulateurs de communiquer avec le patient. Enfin, on lui expliquait comment, en appuyant sur un bouton, il pourrait signaler à ces derniers qu'il avait besoin de leur assistance. Ces précautions n'ont pas toujours été suffisantes pour éviter des récriminations de la part d'une minorité de patients qui avaient mal vécu leur examen. Par ordre de fréquence décroissante, leurs plaintes concernaient le bruit (en dépit du casque et de la musique), le froid (malgré la couverture dont ils étaient recouverts), la durée de l'examen et l'immobilité qui leur avait été imposée. Enfin, certains patients se sont plaint du manque de communication avec les manipulateurs pendant l'examen, un silence qui avait été vécu par eux comme un « oubli » de la part des soignants. Ce phénomène, d'observation courante dans les services d'imagerie médicale, est accentué, dans le cas de l'IRM, par la durée de l'examen et la succession des séquences dont la réalisation requiert toute l'attention des manipulateurs.

Nos observations ont montré que cette tendance à « oublier » le patient avait tendance à s'accroître au fil du temps sous l'effet de la routinisation des pratiques et de l'augmentation de l'activité de l'unité,

deux phénomènes qui se conjuguent pour mettre à l'épreuve la vigilance des manipulateurs.

Et, comme l'ont montré les témoignages recueillis auprès des patients à la fin de l'examen, cette préparation psychologique a joué un rôle crucial dans le bon déroulement des examens en mettant les patients dans une disposition d'esprit favorable au respect des consignes : « *Cela s'est bien passé. Il y avait beaucoup de bruit de telle sorte que je sentais mon bras et mon pied paralysés. Il faisait très frais. La durée ne m'a pas dérangé car j'étais prévenue et quand je suis avertie, je trouve tout normal* » (Femme, 43 ans, ménagère, examen du crâne, durée = 38 minutes).

2 - Organisation du travail

Il s'agit d'une composante essentielle de la qualité des actes dispensés dans le service. Elle vise à associer qualité des soins et productivité par la mise en adéquation des ressources humaines (les personnels) et techniques (les équipements) avec le nombre et la nature des examens à réaliser dans un cadre temporel précis. Dans cette optique, l'organisation du travail mise en place en 2008 par le chef de service a constitué une étape importante dans l'amélioration du fonctionnement de l'unité. Elle a consisté en l'instauration de vacations réservées à l'exploration d'un organe ou d'un appareil particulier et la programmation de l'activité quotidienne au moyen d'un planning fondé sur la mise en œuvre de deux unités temporelles : la vacation et le créneau.

La vacation

Du lundi au vendredi inclus, chaque journée de la semaine, correspondant à une vacation, était consacrée, en théorie, à l'examen d'un seul type d'organe. Pour chaque vacation, la secrétaire établissait une programmation de l'activité sous la forme d'une liste de patients indiquant l'ordre de succession des examens en fonction de la durée prévisible de chacun d'entre eux. Cette organisation avait un double avantage : elle permettait de réduire la durée d'un examen du fait de la répétition des mêmes gestes et de l'utilisation des mêmes antennes,

et aussi de diminuer la probabilité d'un accident (chute, choc) lié au maniement de ces objets éminemment fragiles et coûteux que sont les antennes.

Le créneau

L e

planning était établi en prenant comme unité de référence le créneau dont la durée a été fixée à 30 minutes, le nombre maximal de créneaux étant de 15 par vacation. Pour la majorité des examens (IRM du crâne, du rachis, des articulations), la durée était égale à un créneau, et seuls certains examens étaient comptés pour deux (Abdomen, Angio-IRM, examen de plusieurs étages du rachis) voire, exceptionnellement, trois créneaux (IRM « corps entier », examen des seins). C'est au médecin validant la demande d'examen qu'il revenait d'indiquer le nombre de créneaux à prévoir en fonction de la plus ou moins grande complexité de l'examen.

Les facteurs susceptibles de perturber l'ordonnancement d'une vacation

La programmation de l'activité d'un service d'imagerie médicale en milieu hospitalier est une gageure, tant en Afrique qu'en France où, dans les services de radiologie du secteur public, on estime à 30% la proportion d'actes réalisée en dehors de la programmation (17), et à 15% le pourcentage de « lapins » ou rendez-vous non honorés (18), soit des chiffres identiques à ceux que nous avons trouvés au Sénégal. En pratique, nos observations ont montré que le planning d'une vacation n'était quasiment jamais respecté - même si tous les patients programmés finissaient par passer leur examen - et que sa durée dépassait souvent celle qui avait été prévue. A cela plusieurs raisons : le non respect par les patients des convocations (rendez-vous « faussés ») ; l'inadéquation entre la durée théorique d'un examen (exprimée en créneaux) et sa durée effective (sensiblement plus longue en cas d'injection ou lorsque le patient était invalide) ; les difficultés de synchronisation avec d'autres soignants de l'hôpital (notamment les anesthésistes lors des examens pratiqués chez les enfants).

3 - La communication entre radiologues et cliniciens:

On sait que la qualité du travail accompli par les radiologues dépend en grande partie de la qualité de la communication qui s'établit entre cliniciens et radiologues. Pour rappel, au Sénégal comme ailleurs, les grandes étapes de cette communication sont les suivantes :

Demandes d'examen faites par écrit sur un formulaire appelé « bon d'examen », -

Validation obligatoire par les radiologues,

- Transmission des résultats aux prescripteurs sous forme d'un compte rendu écrit et d'images,

- En théorie, il pourrait et devrait y avoir une quatrième et dernière étape, celle d'un retour d'informations de la part des prescripteurs vers les radiologues, mais, en pratique, ce feed-back n'a presque jamais lieu.

Le bon d'examen

Avant même la mise en marche de la machine, il avait été décidé par les radiologues du service d'encadrer étroitement la demande d'examen IRM dans le but d'éviter les prescriptions abusives et non pertinentes et d'obliger les prescripteurs à être attentifs aux contre-indications. Dans cette optique, un bon d'examen a été élaboré et mis à la disposition des prescripteurs sur le site web de l'HPD (<http://www.hopitalprincipal.sn/>). Et, au cas où ceux-ci n'avaient pas accès à Internet (cela représentait 20% des prescripteurs en 2008), les patients pouvaient en récupérer une copie sur papier au secrétariat de l'unité. Si le remplissage du formulaire a été, dans l'ensemble, bien accepté par les prescripteurs, nos enquêtes ont montré une fiabilité incertaine des informations portées sur le bon. Les rubriques les plus fréquemment concernées par ces manquements étant : les contre-indications, le niveau de coopération du patient et son degré de validité, de même que l'existence d'antécédents allergiques.

La validation de la demande

En pratique, les bons étaient validés par le radiologue en charge de la vacation au fur et à mesure qu'ils parvenaient au secrétariat. Sur le plan de l'organisation du travail, cette validation consistait à indiquer le nombre de créneaux à réserver sur le planning (en fonction de la durée estimée de l'examen) et éventuellement le nombre d'examen à facturer (par exemple, pour le rachis, un étage = un examen). Sur le plan médical, le radiologue devait valider la pertinence de l'indication et de la modalité et choisir le protocole à mettre en œuvre (injecter ou non) en fonction de la pathologie présumée. Lorsqu'une demande était refusée, ce qui s'est produit très rarement, c'était le plus souvent parce qu'elle ne respectait pas les normes de prescription (par exemple, la région à explorer n'était pas indiquée) ou encore parce qu'elle n'était pas conforme aux bonnes pratiques comme, dans le cas d'un examen du rachis demandé en première

intention pour des lombalgies isolées. Concernant la pertinence de la prescription, une enquête effectuée en 2008 sur 83 cas a montré que 80 % des prescriptions ont été jugés conformes par les radiologues, 17% d'une pertinence discutable, et seulement 3 % complètement hors sujet. Mais, plus que la pertinence discutable de certaines prescriptions ce qui gênait les plus les radiologues était le manque d'informations cliniques, un problème fréquent qui n'est pas spécifique à cette modalité. Ce déficit d'informations

- il pouvait concerner l'état clinique du patient, l'histoire de sa maladie, les résultats des examens para cliniques ou encore la nature des traitements mis en œuvre

- constituait une difficulté supplémentaire, tant au niveau du choix des séquences que de l'interprétation des images.

Le bon d'examen comme pierre d'achoppement
Paradoxalement, le bon d'examen, conçu pour faciliter la communication entre radiologues et cliniciens a pu, dans un nombre non négligeable de cas, devenir un obstacle. Ainsi, en 2008, presque la moitié des prescripteurs interrogés (en majorité des neurologues et des neurochirurgiens) l'ont critiqué à la fois sur la forme et sur le fond. Sur la forme, ils reprochaient au formulaire de comporter trop d'items avec pour conséquence, comme signalé plus haut, qu'il n'était pas rare que des prescripteurs aient rempli le formulaire en l'absence du patient ou, si ce dernier était présent, sans l'avoir interrogé. En plus du poids (estimé grossièrement), des contre-indications (souvent ignorées), cela pouvait concerner également les antécédents d'allergie (non signalés), ou bien encore le niveau de coopération et de validité du patient fréquemment surestimé. Sur le fond, ils estimaient que le remplissage du « bon d'examen », notamment en ce qui concernait les contre-indications, incombait aux radiologues : « *Ce n'est pas notre rôle de poser ces questions !* », « *C'est le boulot des radiologues !* ». Dans certains cas, cette mise en question était sous-tendue par des préoccupations d'ordre médico-légal,

les prescripteurs craignant de voir leur responsabilité engagée en cas de problème lié à une contre-indication qu'ils auraient omis de signaler.

D – Appropriation sociale

Les données dont nous disposons concernant l'appropriation sociale de cet équipement

- appropriation sociale étant synonyme ici d'accessibilité;

- sont de deux ordres. D'une part, des données statistiques - collectées au niveau de l'Hôpital dans le cadre d'un Recueil d'Information Standardisé (RIS);

- qui donnent notamment des renseignements sur la répartition des patients entre ceux qui bénéficiaient d'une couverture sociale et ceux qui en étaient dépourvus. D'autre part, des données qualitatives recueillies à l'occasion d'enquêtes ponctuelles effectuées, en juin 2007 et juin 2008, sur des groupes restreints de patients (respectivement une cinquantaine et une centaine).

Répartition des patients en fonction de la nationalité

En juin 2008, les patients étaient à 88,5% de nationalité sénégalaise, les étrangers représentant 12,5 % de l'ensemble. Ils se répartissaient ainsi : 6 en provenance des pays limitrophes (Mauritanie = 5 ; Guinée Conakry = 1), 5 ressortissants d'autres pays d'Afrique de l'Ouest (Niger, Cameroun) résidant au Sénégal et un Européen.

Si l'on écarte les Africains résidant de façon plus ou moins permanente au Sénégal, les étrangers venus spécialement à Dakar dans l'intention de passer un examen IRM représentaient 6,3% de notre « échantillon ». La demande potentielle était certainement plus importante, mais, étant donné le prix de revient élevé d'un examen passé dans ces conditions (frais de transport et d'hébergement du patient et de ses accompagnants, honoraires des spécialistes consultés, coût de l'examen), l'accès à cette technologie n'a été possible que pour une minorité aisée.

Répartition des patients en fonction de l'existence ou non d'une couverture sociale

Pour l'ensemble de la période considérée, d'après les statistiques fournies par l'Hôpital, la proportion de patients ayant bénéficié d'une prise en charge complète ou partielle du coût de l'examen IRM a été de 75,5% tandis que 24% des patients ont payé l'examen de leur poche et qu'un petit nombre (0,5%) a bénéficié de la gratuité au titre d'un tarif dit « social ».

Pour les patients bénéficiant d'une couverture sociale,

celle-ci a été assurée soit par l'Etat, soit par des organismes privés.

Patients bénéficiant d'une couverture sociale assumée par l'Etat

Les patients dont les examens ont été pris en charge partiellement ou totalement par l'Etat ont représenté environ les deux tiers d'un échantillon d'une centaine de personnes.

Il faut distinguer ici entre les salariés du secteur public (ou leurs ayants droit, conjoints, enfants) soumis au régime des « imputations budgétaires » et les personnes dotées d'un statut spécial dont l'Etat a pris en charge la totalité du montant de l'examen. En cas d'imputations budgétaires, le fonctionnaire ou assimilé payait en général 20% du montant de l'examen, le reste étant à la charge de l'administration qui l'employait. Quant aux personnes prises en charge intégralement par l'Etat (elles représentent environ 20% de ce sous-groupe), il s'agissait d'étudiants ou de personnes âgées bénéficiant du « Plan Sésame ». Mis en place en septembre 2006, ce Plan était destiné à fournir des soins médicaux gratuits à toutes les personnes âgées de plus de 60 ans et dépourvues de couverture sociale. A noter que, dans le courant de l'année 2009, il a été décidé que la réalisation d'un examen IRM ne serait plus prise en charge dans le cadre du Plan Sésame pour des raisons d'économie budgétaire. *Patients bénéficiant d'une couverture sociale par une assurance privée*

Il s'agissait de salariés du secteur privé, ou de leurs ayants droit, qui représentaient un peu plus de 10% du total de l'ensemble de la clientèle de l'IRM. Ils ont bénéficié d'une prise en charge partielle ou totale (de 65 à 100%) du coût de l'examen par le biais de contrats d'assurance pris auprès de mutuelles par leur entreprise ou par leurs soins.

Les patients ne bénéficiant d'aucune couverture sociale - soit 24% de l'ensemble - étaient des actifs du secteur privé libéral ou informel et leurs ayants droit. On trouvait parmi eux des professions libérales (pharmacien), des commerçants, des artisans, des salariés du secteur privé sans assurance maladie et de rares agriculteurs.

IV - Analyse et discussion : quels enseignements peut-on tirer de l'expérience sénégalaise quant à l'appropriation de l'IRM haut champ?

Pour les besoins de notre analyse, nous distinguerons

deux phases dans le processus d'appropriation de cette innovation technologique : une phase préparatoire en deux temps (conception et exécution) et une phase d'exploitation au cours de laquelle les problèmes techniques, médicaux et financiers ont été au premier plan.

(1) - La phase préparatoire

Le temps de la conception avec du recul, il ne fait aucun doute que, c'est au moment où le binôme radiologue/ingénieur biomédical en charge de sa réalisation, a élaboré et mis en œuvre cet outil particulier qu'est un « Appel d'offres international », que s'est joué le devenir du projet. Nos observations montrent que les points importants à prendre en considération pour réussir une telle opération sont les suivants.

Premier point : disposer d'une équipe aux compétences variées et complémentaires

Avant toute chose, la réussite d'un tel appel d'offres nécessite de la part des porteurs du projet non seulement des connaissances théoriques sur la technologie IRM haut champ, mais aussi une expérience concrète des problèmes posés par son fonctionnement au quotidien. En conséquence, au cas où ces compétences n'existeraient pas localement, il ne faut pas hésiter, comme cela a été fait à l'HPD, à faire appel à des experts étrangers qui pourront discuter en connaissance de cause avec des fournisseurs qui ont souvent tendance à minimiser les difficultés techniques inhérentes au haut champ.

Deuxième point : « Se hâter lentement ! »

En matière d'appel d'offres, il faut savoir prendre son temps et ne pas se précipiter, chaque étape de la procédure (la présélection, l'élaboration du dossier de consultation, l'analyse comparative des offres) devant faire l'objet d'un traitement soigneux. Ici, il a fallu cinq mois pour la mener à bien, mais, en réalité, cela a été beaucoup plus long si l'on tient compte du travail préparatoire effectué en amont par le radiologue et l'ingénieur biomédical en charge du projet. Présent sur place depuis trois ans lorsque le projet a été lancé, le radiologue français affecté par la Coopération française avait eu le temps d'élaborer une stratégie spécifique prenant en compte la culture professionnelle particulière de l'HPD, les besoins en formation et les caractéristiques du site choisi pour l'installation de l'unité IRM. De son côté, l'ingénieur

biomédical en charge de la partie technique du projet, lui aussi coopérant technique, avait commencé à se documenter et s'informer bien avant son arrivée au Sénégal, en visitant notamment les services de radiologie de deux grands hôpitaux militaires parisiens (Val de Grâce, Bégin).

Troisième point : *Rédiger un cahier des charges aussi ouvert que possible*

Ici, la collaboration d'un ingénieur biomédical compétent IRM et d'un radiologue ayant une expérience directe de l'IRM haut champ apparaît comme une condition indispensable du fait de la nécessiter d'imaginer jusque dans les moindres détails l'ensemble des situations qui peuvent se présenter une fois que le système aura été installé et mis en marche. Dans cette optique, les deux porteurs du projet ont rédigé, avant que l'appel d'offres ne soit lancé, un document appelé « *Fiche de caractéristiques techniques* » qui a servi de fil conducteur à l'ensemble du processus et dans lequel les différentes demandes étaient regroupées en deux volets que nous qualifierons de « *médico-technique* » et de « *technico-technique* ».

Le volet « *médico-technique* » englobait les fonctionnalités de base exigées du système : la réalisation d'images en coupes au format DICOM, leur transfert sur différents supports, leur stockage et leur mise en circulation sur un réseau Internet, plus la liste des divers éléments que l'offre devait comporter, tant au niveau du système de base (aimant, consoles d'acquisition et de reconstruction, software, lit d'examen, etc) que des accessoires (antennes, reprograveur, onduleur, etc).

Les demandes incluses dans le volet « *technico-technique* » prenaient en compte les difficultés inhérentes à la conservation en condition opérationnelle d'un système placé dans des conditions climatiques propres à un pays sahélien, d'une part, et situé à une grande distance géographique du constructeur, d'autre part.

Ainsi, par exemple, les problèmes techniques liés à l'utilisation d'une grande quantité d'hélium liquide ont été abordés sous l'angle des conditions de remplissage, de recyclage et de rechargement périodique de la cuve de l'aimant, et sous celui d'un approvisionnement stable et pérenne en électricité nécessaire au maintien de la supraconductivité (groupe électrogène de secours). Enfin, il était

demandé au constructeur de mettre en place des dispositifs assurant la sécurité des personnes en cas de « quench » et de prouver sa capacité à intervenir en extrême urgence sur le site, ce qui témoigne du souci manifesté par les responsables du projet d'anticiper sur tous les événements susceptibles de se produire, y compris les plus improbables.

Quatrième point : *Etablir un dossier de sélection complet et détaillé*. L'appel d'offres international fut un autre moment clef de la phase préparatoire. Il a été mené en suivant les normes internationales en vigueur et en respectant les étapes successives de la procédure : présélection, élaboration d'un dossier médical et technique précis et contraignant, analyse comparative rigoureuse des offres. Lors de la présélection, le choix des fournisseurs a été fait en tenant compte du degré de référence des fournisseurs dans le domaine, de leur assise financière, de leur expérience africaine, comme de la fiabilité et des compétences des sous-traitants locaux qui seraient amenés à jouer un rôle central dans la maintenance de l'équipement. Dans le questionnaire technique, c'est l'ensemble des caractéristiques du système et des équipements annexes qui était décrit de manière extrêmement détaillée. Par exemple, en ce qui concerne le système, il était demandé aux concurrents de décrire les fonctionnalités des éléments suivants : l'aimant, la cage de Faraday, le statif, les bobines de gradient, les chaînes de radiofréquence (émetteur et récepteur), le lit d'examen, les différentes consoles (d'acquisition, de reconstruction), etc. De plus, les soumissionnaires avaient l'obligation de visiter le site d'implantation, cette exigence étant destinée à garantir l'adaptation du système proposé aux contraintes d'infrastructure.

Une fois le marché adjugé, la réalisation d'infrastructures adaptées à l'installation du système et de son environnement a été lancée. Le déroulement du chantier, qui a duré sept mois, a été entravé par des difficultés de deux ordres. Les premières tenaient à l'ignorance totale de l'IRM haut champ, tant sur le plan théorique que pratique, des différents acteurs intervenant sur le chantier, à l'exception des porteurs du projet.

Avec pour conséquence que ces derniers ont été obligés de veiller sans relâche au respect des contraintes techniques et ont dû éventuellement remplir des tâches qui ne relevaient pas de leurs

domaines de compétences. Ainsi, par exemple, le radiologue en charge de la partie médicale du projet a dû confectionner lui-même les plans des locaux de la future unité IRM en se fondant sur son expérience de chef de service en France. Les secondes tenaient aux écarts et différences entre les cultures professionnelles des entreprises intervenant sur le chantier, en particulier dans leurs rapports au temps. Avec, d'un côté, l'industriel qui, une fois lancée la fabrication de l'aimant ne pouvait plus la stopper; de l'autre, les sept entreprises locales mandatées par l'HPD ou le fournisseur ; sans parler des trois services de l'hôpital impliqués dans le projet, des transitaires et douaniers intervenant dans la gestion des containers, ou encore du Trésor public qui devait disposer en temps voulu de l'argent nécessaire au règlement de la facture, etc. Dans ces conditions, mener à bien un tel chantier, selon un calendrier serré, a requis de la part des porteurs du projet la mobilisation de compétences diverses (en particulier, la maîtrise du temps) dans le cadre d'une tactique qui reposait sur la continuité de l'action des individus impliqués et la grande attention prêtée aux détails.

Maîtriser le temps

Etant donné les contraintes temporelles qui leur étaient imposées (tout devait être impérativement terminé à l'arrivée des premiers containers au mois de janvier 2007) « *La mise en concordance des échéanciers prévisionnels a été un des points cruciaux du projet. Les écarts ont fait l'objet, durant tout le déroulement du chantier, de l'attention permanente des chefs de projet et de mesures correctives de remise en phase* » (un ingénieur biomédical). En pratique, pour atteindre ces objectifs, les responsables du projet établissaient des *calendriers prévisionnels* qui faisaient l'objet d'une mise en forme graphique offrant une vision synoptique de l'ensemble des opérations à effectuer. C'est un instrument de ce type qui a été utilisé, par exemple, pour gérer cet élément clef de la mise en phase qu'a été le respect du délai maximum de déconnexion de l'aimant entre l'interruption de l'alimentation électrique de la tête froide à sa sortie d'usine en Allemagne et sa remise sous tension au Sénégal une fois installé dans son local et raccordé à son

environnement. Le transport par bateau, les différentes opérations administratives (dédouanement), et la mise en service des dispositifs d'alimentation électrique devaient se dérouler impérativement dans un laps de temps inférieur ou égal à 21 jours sous peine que la baisse du niveau de l'hélium liquide (par évaporation) fasse courir un risque technique à la machine. Ce délai a été finalement respecté grâce à un accompagnement très étroit du processus et à l'anticipation des différents problèmes qui pouvaient se poser, y compris au niveau du dédouanement des containers.

S'investir dans la continuité

Face à ces difficultés récurrentes, les porteurs du projet (le radiologue et les deux ingénieurs biomédicaux) ont dû s'investir sans ménager ni leur peine, ni leur temps pour assurer le succès de l'entreprise. S'investir étant entendu ici au sens psychologique du terme - mettre son énergie psychique dans une activité - mais aussi au sens d'engagement physique, puisqu'ils n'ont pas hésité à payer de leur personne lorsque ce fut nécessaire. Comme lorsqu'il a fallu assurer, littéralement à la main, la manutention de l'aimant de cinq tonnes sur les cent derniers mètres de son parcours au sein de l'hôpital (*figure 4*). En pratique, ce sont donc les mêmes personnes qui, jour après jour, pendant des mois, ont porté le projet, ont été présents aux innombrables réunions de chantier, ont veillé aux moindres détails, et n'ont jamais cédé sur les solutions techniques d'environnement et de sécurité. Autrement dit, autant d'obstacles dressés sur le chemin de ceux qui voulaient descendre la pente de la facilité ou « gratter » un petit peu d'argent sur les fournitures, au risque de compromettre la fiabilité de l'installation. *Prêter attention aux détails*

Parce que la plus sophistiquée des machines peut être bloquée par un grain de sable, les porteurs du projet, y compris le constructeur, ont apporté le plus grand soin aux détails. Je donnerai en exemple la manière dont la manutention de l'aimant a été gérée par le fournisseur sélectionné avec une minutie extraordinaire.

Ainsi, tout le matériel nécessaire au transport de l'aimant entre le Port de Dakar et l'hôpital (y compris des plaques métalliques permettant de faire rouler l'aimant) avait été amené depuis l'Europe, ce qui a

permis que l'opération se déroule sans problème majeur, en dépit de la difficulté de dernière minute qu'a constitué l'absence de la grue de 100 tonnes (la seule de ce type au Sénégal) qui avait fait faux-bond à l'arrivée des containers. A ce sujet, il faut souligner que les techniciens et ingénieurs du fournisseur avaient l'habitude de travailler en Afrique, où ils ont installé aussi bien des IRM bas champ que haut champ. Et, parce qu'ils ont déjà été confrontés à des problèmes de manutention (ayant entraîné parfois la destruction des équipements), ils étaient préparés à faire face à toutes les situations possibles. Cette expérience africaine apparaît *a posteriori* comme une variable dont il vaut mieux tenir compte lorsqu'on cherche un fournisseur capable d'installer une machine IRM haut champ dans un pays où l'on ignore tout de cette technologie.

(2) – La phase d'exploitation:

Les aspects techniques

La capacité manifestée par les porteurs du projet à anticiper, au moment de la rédaction du cahier des charges, les problèmes techniques qui pouvaient survenir a été un élément déterminant dans la réussite du projet. Dans le cahier des charges, il était demandé notamment au constructeur de proposer une extension de la garantie initiale pendant trois ans et, par la suite, un contrat de maintenance tous risques « *incluant la formation continue sur site (lors des opérations préventives) de l'ingénieur biomédical et des techniciens de l'hôpital* », tout ceci devant être complété par la fourniture d'une documentation complète et de l'outillage nécessaire à des opérations de maintenance de niveau « 1 ».

A posteriori, il apparaît que ces trois demandes - extension du contrat de garantie, contrat de maintenance tous risques et formation continue - ont contribué de manière décisive à l'appropriation réussie de cette innovation technologique.

Le trépied de la réussite technique : extension de la garantie, formation et contrat de maintenance

L'extension de la garantie initiale pour une période de 36 mois a constitué une condition indispensable pour deux raisons.

D'abord, parce qu'elle a garanti un bon fonctionnement du système pendant les trois premières années, et ensuite, parce qu'elle a permis à l'équipe technique de l'HPD d'acquérir une

autonomie minimale pour réaliser des diagnostics urgents ou des interventions correctives simples. Le coût de l'extension de la garantie de base pour deux années supplémentaires a été de 163 000 • (# 107 M CFA) tout compris : les dépannages, les entretiens préventifs, toutes les pièces de rechange (aimant compris) et la main d'œuvre, la formation continue, les mises à jour du logiciel, ainsi que le raccordement au « Remote Diagnostic Center » de Siemens par une ligne ADSL. De même, on se rend compte *a posteriori* que la prise en compte, au niveau du cahier des charges, de la *formation des ingénieurs et techniciens sénégalais* (ceux du SAV local comme ceux de l'HPD) a été un élément clef du dispositif de maintenance. Pour rappel, le cahier des charges spécifiait qu'un ingénieur et un technicien de l'Hôpital seraient formés aussi bien à l'utilisation de la machine qu'à « *la surveillance et au diagnostic des dysfonctionnements susceptibles de produire les effets les plus néfastes* » sur son fonctionnement. Dans cette optique, les conditions exceptionnelles faites par Siemens en termes de formation ont pesé d'un poids déterminant dans le choix final en faveur de ce constructeur. Enfin, l'obligation d'un contrat de maintenance préventive et corrective au-delà de la période de garantie est liée au caractère de haute technologie des dispositifs. En effet, le développement en régie interne d'une compétence spécialisée sur une telle machine n'est pas souhaitable dans un hôpital du fait d'un rapport coût-efficacité défavorable en termes de ressources humaines. Par contre, il est important que le service interne d'ingénierie biomédicale acquière un minimum de connaissances de façon à contrôler le coût relativement élevé de la maintenance, en proposant au fournisseur une maintenance partagée. A titre d'information, le montant du contrat de maintenance de l'IRM de l'HPD signé au terme de la garantie est de l'ordre de 55 000 • par an (# 85 millions de F CFA) tout compris (pièces et main d'œuvre).

Y a-t-il une spécificité de la maintenance de l'IRM haut champ en Afrique sub-saharienne ?

Au terme de cette analyse, en nous appuyant sur les observations effectuées au Sénégal, il est possible de décrire une situation spécifique déterminée par l'interaction de trois facteurs : (1) un facteur *humain*

lié à la quantité et à la qualité des ressources humaines disponibles dans le pays ; (2) un facteur *environnemental* en rapport avec les conditions climatiques locales ; (3) un facteur *géographique* constitué par le (relatif) éloignement du pays par rapport au lieu où est basé le constructeur.

Par *facteur humain*, nous faisons référence à la relative fragilité des entreprises locales auxquelles les fournisseurs sous-traitent une partie des opérations de maintenance. Une faiblesse qui s'explique avant tout par la rareté de la main d'œuvre qualifiée dans des pays où les ingénieurs biomédicaux sont très peu nombreux. Il suffit que le seul ingénieur d'application en activité dans une entreprise la quitte (en général à cause d'une rémunération qu'il juge insuffisante) pour s'établir à son compte, ou partir chez un concurrent, et c'est la pérennité du dispositif de maintenance qui est mis en question avec toutes les conséquences fâcheuses que cela implique pour le client. Par *facteur environnemental*, nous faisons référence aux conditions climatiques locales très différentes de celles qui existent en Europe, pas seulement en termes de température, mais surtout d'hygrométrie relative dans un pays où celle-ci peut atteindre des valeurs supérieures à 90 % pendant la saison des pluies. Or les contraintes environnementales sont strictes en matière de supraconductivité comme en témoignent les valeurs limites indiquées par le constructeur pour la salle d'examen, soit une température comprise entre 18 et 24°C, et une hygrométrie relative comprise entre 40 et 60 %. Cet écart relativement important entre les contraintes inhérentes au système et les conditions climatiques environnantes a entraîné, en dépit de l'isolation des locaux, des phénomènes de condensation à répétition très difficiles à maîtriser.

Enfin, il existe un *facteur géographique* tenant à l'éloignement du centre européen à partir duquel diffuse la technique par rapport à des utilisateurs situés à plusieurs milliers de kilomètres. Si les moyens de communication modernes (Internet notamment) permettent de jeter une passerelle au dessus de ce gap spatial, par contre dès qu'il s'agit d'intervenir physiquement, que ce soit sous la forme d'un ingénieur en mission, de l'envoi de pièces détachées ou de consommables (hélium), cet éloignement géographique a des conséquences non négligeables en termes de frais de transport et de délais

d'acheminement.

E n bref, sur le plan technique, rien ne doit être laissé au hasard et il vaut mieux un environnement technique sur dimensionné que sous dimensionné. L'organisation doit être sans faille, tant au plan des solutions techniques (isolation, système de climatisation et de refroidissement, approvisionnement électrique stable et de bonne qualité) que des mesures organisationnelles (télémaintenance 24 H/24, contrat de maintenance tous risques). Les compétences disponibles (chez le fournisseur comme chez le SAV local) doivent être évaluées précisément et la formation des différents personnels envisagée à la fois sur le court et sur le long terme.

Les aspects médicaux **Une activité déterminée par l'offre et la demande**

Le niveau d'activité de l'unité IRM de l'HPD a été déterminé essentiellement par les caractéristiques particulières de l'offre et la demande au Sénégal et dans les pays environnants. En matière d'IRM haut champ, *l'offre* était, jusqu'au début de l'année 2009, limitée à l'équipement de l'HPD qui était le seul de ce type en fonctionnement au Sénégal et dans les pays limitrophes (Mauritanie, Gambie, Mali, Guinée Conakry, Guinée Bissau). La situation a changé depuis le 15 janvier 2009 avec la remise en marche de l'IRM haut champ du CHU de Fann, sans que cela ait eu, du moins à court terme, un effet sur l'activité du service qui a continué de croître.

En ce qui concerne *l'IRM bas champ*, on dénombrait, en juin 2009, quatre machines (d'une puissance de 0,3 à 0,4 tesla), toutes installées dans des cliniques privées de Dakar. D'après ce que nous savons, leur activité était relativement faible (au maximum, une vingtaine d'exams par mois) et leur rentabilité incertaine. Par contre, le coût d'un examen était relativement élevé puisqu'il allait de 150 000 F CFA (# 230 •) à 300 000 francs CFA (# 460 •). Les imputations budgétaires des agents de l'Etat n'étant pas acceptées dans le secteur privé, seule une minorité aisée ou des salariés du secteur privé bénéficiant d'une assurance santé pouvaient accéder à ces équipements.

Quant à *la demande*, elle a été stimulée par plusieurs facteurs, au premier rang desquels, la satisfaction d'une majorité de prescripteurs vis-à-vis du travail réalisé par les radiologues et la qualité des images et des comptes rendus qui leur ont été fournis. Avec

pour conséquence d'inciter les cliniciens à surprescrire des examens IRM en première intention au détriment des autres modalités d'imagerie, des comportements renforcés par le déficit en scanner observé dans le secteur public à Dakar suite à des pannes à répétition. La formation des radiologues. Avoir un équipement IRM haut champ en état de marche et une clientèle solvable ne suffit pas à assurer la réussite d'un tel projet. Encore faut-il des radiologues et des manipulateurs capables de maîtriser l'outil sous tous ses aspects - prise en charge des patients, réalisation des examens, interprétation des images - ce qui implique une formation spécifique. A l'HPD, au moment où la machine a été mise en marche (mars 2007), sur les 8 médecins en poste dans le service de radiologie, seulement 3 avaient des connaissances suffisantes en IRM haut champ pour faire fonctionner éventuellement l'appareil en l'absence d'un manipulateur. Il s'agissait du chef de service et de deux assistants, tous formés dans des hôpitaux militaires français en prévision de l'arrivée d'un équipement de ce type. En effet, ce qui a caractérisé la formation des radiologues, par rapport à celle des personnels techniques, ce fut son inscription dans la durée. Commencée avant même l'acquisition de l'appareil, cette formation s'est intensifiée au moment de la mise en marche de la machine pour se poursuivre en continu jusqu'à présent.

La formation avant l'installation de l'appareil (2001-2006)

Le radiologue pressenti pour prendre la direction du service lors de la mise en marche de l'IRM, a joué un rôle prépondérant dans la formation des radiologues du service, dans la mesure où « depuis 2003, il était pratiquement certain qu'un équipement IRM serait installé à l'HPD ». C'est ainsi que de 2001 à fin 2005, il avait formé deux assistants qui ont bénéficié par la suite d'une formation complémentaire en IRM dans des hôpitaux militaires français, dans le cadre d'accords de coopération entre la France et le Sénégal. A ce propos, il faut souligner la difficulté particulière qui consiste à synchroniser la formation des radiologues et la mise en pratique des savoirs appris. En effet, si le délai entre la fin de la formation et le passage à la pratique est trop long, on court le risque de voir se perdre des connaissances. A l'inverse, si les

radiologues n'ont pas terminé leur formation à temps, la machine risque d'être sous-utilisée.

La formation sur site effectuée après la mise en marche de l'appareil (2007).

Après négociée avec le fournisseur dans le cadre de l'appel d'offres, cette étape de la formation incluait pour les médecins utilisateurs quatre semaines de formation initiale sur site qui se sont déroulées de la façon suivante. Immédiatement après la mise en marche de l'appareil, deux semaines de formation ont été assurées par un ingénieur d'application Siemens avec pour objectif de mettre en place des protocoles d'examen spécifiques. Puis, dans les mois qui ont suivi, les radiologues ont bénéficié d'une formation sur site (deux fois une semaine) par un radiologue, installé en Belgique mais d'origine africaine, ce qui a indéniablement facilité les relations entre le maître de stage et ses « élèves ». Les années suivantes, cette formation initiale a été complétée par des formations de courte durée (une semaine deux fois par an) assurées par un ou deux enseignants spécialisés du GREF (Groupe des Radiologistes d'Expression Française).

La formation continue

Elle visait, d'une part, à permettre à chacun d'actualiser ses connaissances et, d'autre part, à favoriser la spécialisation des uns et des autres « *car, à terme, chacun devra se spécialiser* ». A ce propos, il faut préciser que les radiologues du service ont joué, dès le départ, un rôle déterminant dans la définition du contenu de leurs formations en décidant, alors que la machine était en cours d'installation « *de monter en puissance progressivement en passant d'un organe à l'autre : le crâne d'abord, puis la moelle, l'ostéo-articulaire et, très progressivement, le digestif, le pelvis et enfin le cardio-vasculaire* » (staff du 07-02-07). D'ailleurs, le rôle actif qu'ont joué les médecins dans leur formation continue se confirme lorsque l'on considère la diversité des moyens qu'ils ont mis en œuvre, tant sur le plan individuel que collectif.

Individuellement, ils ont eu recours essentiellement aux enseignements fournis par la SFR.

Plus que le support écrit (Journal de radiologie), ce sont les cours mis en ligne sur le site de la Société (« *très bien faits* ») qui ont été consultés, en complément des ouvrages de référence contenus dans la bibliothèque de l'unité dont l'acquisition avait

été incluse dans l'appel d'offres pour un montant estimé à 2 millions de francs CFA (# 3 000 •). Collectivement, ils ont pris l'habitude de se retrouver régulièrement à l'occasion des staffs qui constituaient « *la pièce maîtresse de la formation* », et plus épisodiquement à l'occasion des rencontres scientifiques locales et internationales, au premier chef les Journées annuelles de la Société Française de Radiologie assidûment fréquentées. Il faut signaler que l'introduction de l'IRM haut champ a créé une dynamique au sein du service dont on voit les effets non seulement sur la formation des radiologues mais aussi sur leur production scientifique puisque, depuis sa mise en service, plusieurs communications ont été faites par des radiologues du service dans des congrès internationaux (19, 20, 21).

La « formation » des prescripteurs

Nous avons vu que le bon d'examen, destiné à faciliter la communication entre radiologues et prescripteurs, a pu devenir un obstacle à la communication lorsque ces derniers l'ont mis en question à la fois sur le fond et sur la forme. D'après nos observations, la cause principale de ces « résistances » résidait dans une méconnaissance du fonctionnement de l'IRM par un nombre non négligeable de cliniciens. Cette méconnaissance concernait aussi bien les modalités concrètes de réalisation d'un examen (durée relativement longue de l'examen par rapport au TDM, immobilité stricte du patient, déroulement de l'examen en séquences successives, injection éventuelle) que les bases physiques d'une technologie qui était souvent perçue comme une sorte de super scanner par les cliniciens en dépit des informations qui leur avaient été transmises au moment de la mise en marche de l'appareil. En ce qui concernait les cliniciens de l'HPD, c'est le chef du service de radiologie en personne qui s'était chargé d'aller prêcher la bonne parole à l'occasion des staffs de médecine et de chirurgie. Pour les prescripteurs exerçant en dehors de l'HPD, une fiche d'informations avait été mise en circulation à l'occasion du démarrage de la machine, et une séance d'information organisée en mars 2007 dans le cadre du « Forum de l'HPD ». Des mesures qui, à l'évidence, n'ont pas suffi à familiariser des cliniciens très attachés à leurs habitudes de prescription et peu au fait de la spécificité de l'IRM.

Au final, il semble que, dans ce domaine, il n'y ait pas d'autre solution qu'un travail pédagogique à remettre sans relâche sur le métier. Mais, au-delà des problèmes particuliers liés à l'introduction de cette innovation technologique, il nous semble que ce qui est en cause ici

- pour l'IRM comme pour d'autres modalités

- c'est le hiatus entre ces deux groupes de soignants que sont les radiologues et les prescripteurs qui ont des représentations, des attentes et des pratiques très différentes de l'imagerie médicale. Avec d'un côté, des prescripteurs qui espèrent trop souvent que la technique va résoudre leurs problèmes diagnostiques par un coup de baguette magique et, de l'autre, des radiologues confrontés aux incertitudes et difficultés causées par le déchiffrement d'images de plus en plus précises dont l'interprétation est parfois un casse-tête.

La formation des manipulateurs

La formation des manipulateurs a été un souci constant pour les radiologues du service conscients qu'ils auraient à jouer un rôle essentiel dans la chaîne opératoire alors qu'ils n'avaient au départ aucune expérience pratique de l'IRM. Les modalités de leur formation ont été discutées de façon récurrente à l'occasion des staffs organisés avant la mise en marche de l'appareil. Car, s'il y avait un consensus en faveur d'une formation de longue durée, les avis divergeaient sur la manière de s'y prendre : certains proposant de faire venir de France un manipulateur expérimenté pour une formation sur place, alors que d'autres étaient en faveur d'une formation à la fois sur site et en Europe. En pratique, ce sont deux manipulateurs, un civil et un militaire, qui ont été formés selon des modalités sensiblement différentes. Le civil a été formé d'abord en Europe puis sur site, par les manipulateurs qui intervenaient aux côtés des radiologues lors des formations organisées par le GREF. Quant à son collègue militaire, il a été exclusivement formé sur site selon les mêmes modalités que les radiologues. Au final, étant donné la qualité du travail accompli par les manipulateurs, on peut estimer que ces formations ont atteint leur but, quelle qu'ait été la voie choisie. Ceci dit, nos observations montrent que la formation sur site est préférable chaque fois que possible. D'un côté, parce qu'elle est mieux adaptée aux conditions locales

en termes de pathologies et d'organisation du travail et, de l'autre, parce qu'elle est moins onéreuse en permettant à un petit nombre de formateurs de former un grand nombre de personnes.

(3) – Aspects socio-économiques

Nous allons nous pencher à présent sur les aspects socio-économiques du fonctionnement de l'IRM de l'HPD, en commençant par nous intéresser aux facteurs qui influent sur l'accès à cet équipement des différentes catégories de la population. Puis, dans un second temps, nous aborderons la question de sa rentabilité en tâchant de tirer des enseignements qui puissent être utiles aussi bien à des opérateurs publics que privés. *L'accessibilité à l'IRM haut champ* de l'HPD a été déterminée par deux facteurs : la possession d'une couverture sociale et, pour les patients qui en étaient dépourvus, un coût de l'examen compatible avec les ressources dont ils disposaient. La possession d'une couverture sociale a été le facteur déterminant, puisque les trois quarts de la clientèle de l'IRM étaient dans ce cas, alors que seulement 20% de la population sénégalaise en disposait (22). A contrario, pour les 80% de la population sénégalaise dépourvue de toute forme de couverture sociale, l'accès à l'IRM s'est révélé difficile puisque les patients dans ce cas représentaient seulement 25% de la clientèle de l'IRM. Pour ces derniers, l'accès à l'IRM était déterminé par le rapport entre leur pouvoir d'achat (pour rappel, le PIB par habitant était de l'ordre de 2 000 dollars US par an en 2006) et le tarif qui leur était appliqué. En l'occurrence, il s'agissait du tarif dit « général » d'un montant de 167 500 francs CFA (# 250 •) qui s'appliquait à tous les patients non pris en charge par l'Etat. Autrement dit, l'accès à l'IRM n'était pas seulement déterminé par la possession ou non d'une couverture sociale mais aussi par une grille tarifaire qui, en dehors des cas particuliers du tarif international (d'un montant de 250 000 F CFA # 380 •) appliqué aux étrangers non africains, et des examens réalisés à titre gratuit, distinguait deux grandes catégories de patient. D'un côté, les agents de l'Etat qui bénéficiaient d'un tarif réduit dit « préférentiel » (107 500 F CFA # 164 •) et, de l'autre, le reste de la population à laquelle était appliqué un tarif dit « général » (# 250 •).

Comment a été mise au point cette grille tarifaire ? Pourquoi et comment une telle grille

tarifaire a été élaborée, c'est ce que nous allons tenter d'éclaircir à présent en gardant à l'esprit que les tarifs pratiqués conditionnaient non seulement l'accessibilité à l'équipement en question mais aussi son éventuelle rentabilité. En pratique, dès que la commande de l'IRM a été confirmée, le coût prévisionnel d'un examen a été calculé par le service financier de l'HPD en se fondant sur :

- Les données financières fournies par le constructeur (montant du contrat de maintenance) ;
 - Les coûts de fonctionnement d'établissements hospitaliers militaires parisiens dotés d'équipements similaires ;
 - Les données de la comptabilité analytique de l'année 2005, pour ce qui concernait le calcul du montant prévisionnel des charges directes et indirectes. A partir de ces données, il a été procédé à une série d'estimations du « coût unitaire global » d'un examen IRM sur la base de différentes hypothèses. Au départ, son montant avait été estimé à 240 000 F CFA (# 365 •) pour un montant annuel des charges directes et indirectes proche de 624 millions F CFA (# 952 000 •). Ce tarif ayant été jugé « trop élevé par rapport à la situation économique locale » par les autorités politiques, d'autres estimations ont été faites en diminuant, voire en éliminant, les dépenses liées à l'amortissement des équipements et des bâtiments, aux salaires du personnel militaire, aux consommables, etc. Dans ces conditions, le montant annuel des charges a été réduit à 373 millions de francs CFA et le coût unitaire d'un examen ramené à 140 000 F CFA (# 213 •) pour une activité prévisionnelle annuelle de 2 600 actes.
- Accessibilité versus rentabilité ?*

Il apparaît donc que cette grille tarifaire a été le résultat d'un compromis passé entre l'Etat sénégalais et l'Hôpital Principal. Pour l'Etat, il s'agissait d'obtenir un tarif qui permette à ses agents et à leurs ayants droit d'accéder à l'IRM sans que cela grève trop son budget. Pour la direction de l'HPD, il s'agissait d'obtenir des tarifs qui permettent, au minimum, de couvrir le montant des frais de fonctionnement.

Et, pour les deux parties, il s'agissait de fixer un tarif qui soit en adéquation avec le faible pouvoir d'achat de la majorité de la population. Si, en ce qui concerne l'accessibilité, nous avons vu que l'IRM restait hors de portée d'une grande partie de la

population sénégalaise, qu'en est-il de sa rentabilité, sachant que l'activité au bout de deux ans de fonctionnement a été supérieure à celle prévue au départ ? Pour répondre à cette question, nous avons comparé, pour différentes séquences temporelles, le coût unitaire moyen d'un examen avec le profit moyen généré par un examen, en tenant compte du fait que ces chiffres ont varié en fonction de la période considérée. Pour rappel, le coût moyen d'un examen est d'autant moins élevé que le niveau d'activité augmente en raison de la diminution relative du montant des charges fixes par rapport à celui des charges variables. Tandis que le profit unitaire moyen varie, en fonction de la répartition des examens entre les tarifs « préférentiel » et « général » : il diminue lorsque le nombre d'examens facturés au tarif « préférentiel » augmente et inversement. A noter que ces résultats étant destinés à éclairer tant des opérateurs publics que privés, nous avons considéré que le montant des charges fixes était calculé en prenant en compte la totalité des charges directes et indirectes, sans aucun abattement. Pour l'année 2007, compte tenu du fait que l'IRM n'a fonctionné que pendant un peu plus de sept mois (seulement 918 examens facturés), le coût unitaire moyen a été de 251 000 F CFA (# 383 •) et le profit unitaire moyen de 145 000 F CFA (# 221 •), avec pour résultat un manque à gagner par examen de 106 000 francs CFA (161,50 •). En 2008, pour un nombre d'examens de 2 532, le coût unitaire moyen d'un examen a été de 148 750 F CFA (# 227 •) tandis que le profit unitaire moyen était de 134 750 F CFA (# 205 •). Dans ces conditions, pour chaque examen, le déficit n'a plus été que de 14 000 F CFA (soit environ 20 •). Enfin, durant le premier semestre de l'année 2009, il a été réalisé 1591 examens au coût unitaire moyen de 139 261 F CFA (# 213 •). Compte tenu de la répartition des tarifs effectivement pratiqués (le nombre d'examens facturés au tarif préférentiel a été bien supérieur à celui des examens facturés au tarif général), le profit moyen généré par un examen n'a été que de 128 500 F CFA (# 196 •). Certes, le déficit s'est réduit, il n'était plus que de 10 700 F CFA (# 16,40 •) par examen, mais il persistait. Comme on vient de le voir, accessibilité et

rentabilité ne font pas forcément bon ménage dans le cas d'une technologie qui s'avère coûteuse à la fois à l'achat et à l'entretien. Des tarifs peu élevés en favorisent l'accessibilité, mais rendent sa rentabilité difficile à atteindre, compte tenu du montant élevé des charges. A l'inverse, des tarifs relativement élevés en rendent l'accès plus difficile ce qui a pour conséquence de faire baisser le niveau d'activité et donc la rentabilité comme l'illustre le cas de l'HPD où, au fil des années, on a constaté une baisse relative des examens facturés au tarif « général » qui traduit une diminution de l'accessibilité pour les personnes dépourvues de couverture sociale.

CONCLUSION:

Implanter et faire fonctionner dans la durée un équipement IRM haut champ dans un pays en développement n'ayant aucune expérience en la matière, est de l'ordre du possible comme le prouve la réussite du projet mené à l'Hôpital Principal de Dakar. De ce point de vue, les pays d'Afrique subsaharienne qui envisagent de franchir le pas du haut champ peuvent s'inspirer de l'expérience sénégalaise à condition de faire, au préalable, une évaluation précise de la situation locale en termes de contraintes climatiques, d'environnement technique et de ressources humaines et financières.

Par ailleurs, cette étude a mis en évidence que l'appropriation d'une technologie aussi sophistiquée ne supporte pas l'improvisation, ni l'à peu près et qu'une méthodologie rigoureuse est nécessaire pour s'assurer la maîtrise de ces quatre éléments fondamentaux que sont le temps, la technique, les savoirs et l'argent. Par maîtrise du temps, il faut entendre la capacité des porteurs du projet à se projeter dans l'avenir et à se prémunir contre tous les risques possibles, même les plus improbables. Cette faculté proprement créatrice est primordiale car tout se joue avant la livraison et l'installation de l'appareil et, si des erreurs ont été commises ou des éléments essentiels négligés lors de la phase préparatoire, il sera très difficile et très coûteux de les rattraper après coup. La maîtrise technique de l'IRM haut champ est quelque chose de problématique dans un pays en développement

comme l'a montré l'expérience de l'HPD. Dans ces conditions, si les avantages du haut champ sont indéniables quant à la qualité des images obtenues, il est indispensable de discuter au préalable de manière approfondie et contradictoire les avantages et inconvénients respectifs du bas champ et du haut champ (23). La maîtrise des savoirs passe par une formation spécifique de tous les personnels impliqués dans la mise en œuvre de cette technologie (techniciens, ingénieurs, manipulateurs, radiologues), jusqu'à et y compris les prescripteurs. Elle doit être planifiée dès la phase préparatoire du projet et incluse dans l'appel d'offres.

Enfin, étant donné l'investissement initial important et le coût de fonctionnement élevé de cette technologie, la maîtrise des aspects financiers est une donnée cruciale. Dans un pays en développement,

deux cas de figure sont à considérer.

Dans le secteur public où la priorité est l'accessibilité au plus grand nombre, c'est à l'Etat d'assurer la pérennité du fonctionnement de l'équipement par l'apport d'un soutien financier continu. Par contre, dans le secteur privé, où l'objectif n'est pas seulement de parvenir à l'équilibre budgétaire mais aussi de dégager des profits, la rentabilité repose sur l'existence d'une population solvable suffisamment nombreuse, soit parce qu'elle dispose d'une couverture sociale, soit parce qu'elle dispose de revenus conséquents.





HOPITAL PRINCIPAL DE DAKAR
SERVICE D'IMAGERIE MÉDICALE
 Tel : (221) 839.58.38 Fax : (221) 839.50.48
 www.hopitalprincipal.sn

DEMANDE D'EXAMEN D'IMAGERIE PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE

Date de la demande :

Médecin prescripteur :

Adresse du prescripteur :

Téléphone :

Télécopie:

Nom du patient :

Prénoms :

Patient hospitalisé :

Patient externe :

Date de naissance :

Sexe : M / F

Profession :

Poids :

Adresse du patient :

Téléphone :

Contre-indications (relatives ou absolues) : A REMPLIR IMPERATIVEMENT

- | | | | |
|---|---|--------------------------|---|
| * Claustrophobie | OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> | * Travailleur des métaux | OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> |
| * Stimulateur cardiaque | OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> | * Clip neurochirurgical | OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> |
| * Matériel vasculaire :
(Clip, stent, coil..) | OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> | * Valve cardiaque | OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> |
| * Prothèse auditive | OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> | * Valve intracrânienne | OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> |
| * Eclats métalliques :
(balles, obus) | OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> | * Sutures métalliques | OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> |
| * Matériel chirurgical :
Orthodontie, ostéosynthèse... (Préciser date) | OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> | * Grossesse | OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> |
| * Patch cutané | OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> | * Autre (préciser) : | |

TSVP

Formulaire disponible en ligne sur www.hopitalprincipal.sn

13. Hôpital Principal de Dakar, Projet d'établissement 2002-2006 : 18. Dakar, Sénégal, 2001.

RÉFÉRENCES:

1. **Howell JD** : Technology in the Hospital. Transforming Patient Care in The Early Twentieth Century. Baltimore (MD), Johns Hopkins University Press, 1995.
2. **Sournia J C** : Histoire du diagnostic en médecine. Paris, Editions de la Santé, 2005.
3. **Tautz S, Jahn A, Molokomme I, Gorgen R**. Between fear and relief : how rural pregnant women experience foetal ultrasound in a Botswana district hospital. Social Science & Medicine : L, 5 : 689-701, 2000.
4. **Werner J F**. D'une image à l'autre ou pourquoi et comment étudier les usages et pratiques de l'imagerie médicale au Sénégal : Autrepart, 29 : 65-80, 2009.
5. **Werner J F**. Radiographie et tuberculose au Sénégal : pratiques, croyances et imaginaires en question in Les professionnels de santé en Afrique de l'Ouest. Entre savoirs et pratiques. Vidal L, Fall A S et Gadou D Eds.. Paris : L'Harmattan, 2005, p. 257-299.
6. **Fellous M** : La première image. Enquête sur l'obstétrique médicale : Paris, Nathan, 1991.
7. **Taylor J**. L'échographie obstétricale aux Etats-Unis: des images contradictoires ? Techniques et culture ; 25-26 : 35-54, 1995.
8. **Boullier D**. Du patient à l'image radiologique: une sociologie des transformations. Techniques et culture, 25-26 : 19-34, 1995.
9. **Pasveer B**. Images et objets : la tuberculose et les rayons X. Techniques et culture : 25-26, 1-18, 1995.
10. **Estival C** : Corps, imagerie médicale et relation soignant-soigné : Paris, Seli Arslan. 2009.
11. **Collectif** : L'état du monde 2008 : Paris, Editions de la Découverte, 2007
12. Hôpital Principal de Dakar : Projet d'établissement 2002-2006 : Dakar : Sénégal, 2001 : 28.
14. **Saint-Jalmes H**. Instrumentation en IRM. Critères de choix et implantation d'un équipement. Encyclopédie Médico-chirurgicale Radio-diagnostic. Principes et techniques d'imagerie. Paris, Elsevier Masson, 35-209-A-10 : 19, 2007.
15. Collectif. Dossier « Gestion des rendez-vous ». Imaging Management 1 : 10-17, 2009.
16. **Cemka-Eval**. Les insuffisances en matière d'équipements d'imagerie médicale en France : étude sur les délais d'attente pour un rendez-vous IRM en 2008. Imagerie-Santé-Avenir : 8, 2008.
17. **Bersani, D**. Situation des radiologues hospitaliers. Hôpitaux Magazine 8 : 29, 2008.
18. **Schouman-claeyes E**. Gérer des rendez-vous pour optimiser les ressources. Plateaux techniques actualités 30 : 11, 2008.
19. **Ndiaye A R, Soko T D, Diakhaté I C et al**. MRI in cerebral venous thrombosis about five cases. Poster. 25th International Congress of Radiology, Marrakech, 2008.
20. **Soko, T O, Ndiaye A R, Diouf CT et al**. Apport de l'IRM dans les traumatismes du rachis cervical à l'Hôpital Principal de Dakar. J radiol XC, 10 : 1466, 2009.
21. **Mbengue A, Ndiaye A R, Soko T O et al**. IRM des infections disco-vertébrales : à propos de 34 cas colligés à l'Hôpital Principal de Dakar. J radiol 90 : 1467, 2009.
22. Cellule d'appui au financement de la santé et au partenariat du Ministère de la Santé et de la Prévention. Stratégie nationale d'extension de la couverture du risque maladie des Sénégalais. Dakar, Ministère de la Santé et de la prévention : 12, 2008.
23. **Kabeya-Kabenkama J M, Mushiya-Mbayi S, Mpooyo-Mukendi W**. Projet d'implantation d'une IRM à Kinshasa : analyse des choix et conflits. J Radiol 89 : 1491, 2009.