



agence d'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur
l'unité :

Laboratoire Traitement du Signal et de l'Image (LTSI)
sous tutelle des
établissements et organismes :

Université de Rennes 1

INSERM

Novembre 2010



agence d'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur l'unité :

Laboratoire Traitement du Signal et de l'Image (LTSI)
sous tutelle des
établissements et organismes :

Université de Rennes 1

INSERM

Le Président de l'AERES

Didier Houssin

Section des unités
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

Novembre 2010



Unité

Nom de l'unité : Laboratoire Traitement du Signal et de l'Image (LTSI)

Label demandé : INSERM

N° si renouvellement : 642

Nom du directeur : M. Lotfi SENHADJI

Membres du comité d'experts

Président :

M. Fabrice HEITZ, LSIIT, Université de Strasbourg

Experts :

M. Sylvain BAILLET, Medical College of Wisconsin, Milwaukee, USA

M. Yannick BERTHOUMIEU, IMS, ENSEIRB-MATMECA, Bordeaux (CNU)

M. Jean-Michel FRANCONI, RMSB, Université Bordeaux 2

M. Paulo GONÇALVES, INRIA Rhône-Alpes / ENS Lyon

M. Pascal MERLET, CEA-SFJH, Orsay / IUH, Hôpital Saint-Louis, Université Paris 7 (INSERM CSS)

M. Olivier MESTE, I3S, Université de Nice Sophia-Antipolis

Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Frédéric TRUCHETET

Représentant(s) des établissements et organismes tutelles de l'unité :

Mme Marianne DESMEDT, Déléguée Régionale, INSERM Grand-Ouest

M. Claude LABIT, Vice-Président du Conseil Scientifique de l'Université de Rennes 1

Mme Marie-Josèphe LEROY-ZAMIA, EVA INSERM

M. Yves RAYER, Directeur de la Recherche, CHU de Rennes



Rapport

1. Introduction

- Date et déroulement de la visite :

La visite s'est déroulée sur deux jours, du 29 au 30 novembre 2010 sur le site de l'Université de Rennes 1 et du CHU de Rennes-Pontchaillou. Elle a débuté par une présentation, par le directeur du LTSI, du bilan et du projet de l'Unité, suivie d'une présentation des bilans et projets des quatre équipes du laboratoire. La première journée s'est poursuivie par une visite du Centre d'Investigation Clinique et d'Innovation Technologique (CIC-IT) créé à l'initiative du LTSI au CHU de Rennes, avec une brève présentation du projet de plate-forme TherA-Image, dédiée à la thérapie et à la chirurgie mini-invasive guidée par l'image. Des démonstrations nombreuses et variées, illustrant les différentes activités du laboratoire ont été proposées aux membres du comité. La seconde journée a été consacrée aux rencontres avec les différentes catégories de personnels (enseignants-chercheurs, chercheurs, ITA/IATOS, doctorants et post-doctorants), à une rencontre avec les établissements de rattachement et partenaires de l'Unité (Université Rennes 1, INSERM, CHU de Rennes), puis du directeur et directeur-adjoint de l'Unité. Le comité a unanimement apprécié l'organisation de la visite, les démonstrations et exposés. L'ensemble de l'Unité s'est à l'évidence fortement mobilisée pour participer aux séances publiques et présenter les travaux du laboratoire. En ce qui concerne les documents transmis avant la visite, le comité a un peu regretté le caractère succinct de certains éléments concernant la vie de l'Unité, la gestion du budget ainsi que les éléments méthodologiques sous-tendant les travaux menés. Ces points ont pu être complétés lors de la visite.

- Historique et localisation géographique de l'unité et description synthétique de son domaine et de ses activités :

Le Laboratoire de Traitement du Signal et de l'Image a été créé en 1969 au sein de l'Université Rennes 1. Ses premières recherches dédiées à l'acoustique sous-marine, au traitement des signaux RADAR et aux signaux de parole, se sont orientées au début des années 80 vers l'ingénierie biomédicale, en interaction croissante avec la recherche clinique. Le laboratoire est reconnu par l'INSERM depuis 1993 et est Unité Mixte de Recherche depuis 2004.

Les recherches du LTSI se situent à l'interface des domaines des sciences et technologies de l'information (STI) et de la santé, avec une forte composante de modélisation, en réponse à des besoins en termes de recherche méthodologique, technologique et translationnelle. Elles se rattachent à la CSS 3 de l'INSERM (Sciences et techniques appliquées à la médecine), et s'organisent autour du tryptique « Signal-Modèle-Image ». Le laboratoire s'est focalisé sur quelques grandes pathologies : neurologiques (épilepsie), cardiovasculaires (ischémies et arythmies cardiaques) et tumorales (cancers du foie, ...). L'Unité est structurée en quatre équipes (EPIC : dynamique des systèmes neuronaux dans l'épilepsie et la cognition ; SEPIA : surveillance, explication et prévention des ischémies et des arythmies cardiaques ; ACTIVE : vision par ordinateur, plus particulièrement analyse et caractérisation tissulaire en imagerie vasculaire ; IMPACT : images et modèles pour la planification et l'assistance chirurgicale et thérapeutique sur tissus mous). Cette structuration verticale est complétée par des projets transversaux d'ordre méthodologique ou technologique. Le projet propose la création d'une nouvelle équipe (METRIQ : Métrologie pour l'Imagerie Quantitative) ainsi que la fusion d'une partie d'ACTIVE avec IMPACT.

Le laboratoire est localisé au cœur du Campus de Beaulieu (Université Rennes 1, 1350 m²). Ses activités de recherche, en particulier cliniques, sont également développées au sein du CHU de Rennes (Hôpital



Pontchaillou, 350 m2 et Hôpital Sud), avec un accès privilégié à un nombre important de plates-formes et plateaux techniques.

- **Equipe de Direction :**

L'équipe de direction est composée d'un directeur (PU, Université Rennes 1) et de deux directeurs-adjoints (PU-PH et PU). L'Unité réunit tous ses permanents à un rythme hebdomadaire, en sus des réunions statutaires du conseil de laboratoire.

- **Effectifs de l'unité (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :**

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	31	29
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	5	5
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaire 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	27	8 PH
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	6,4 ETP	6,4 ETP
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	5,5 ETP	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	26	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	27	25

2 • **Appréciation sur l'unité**

- **Avis global sur l'unité :**

Le LTSI est sans conteste un acteur majeur de la recherche dans les sciences et technologies de l'information et de l'ingénierie appliquées à la médecine. Issu d'un noyau initial de chercheurs en traitement du signal et de l'image, le laboratoire a su attirer et intégrer une large communauté d'hospitalo-universitaires et de cliniciens qui constitue aujourd'hui 40% des ETP-recherche de l'Unité. Au cours de ce dernier quadriennal le laboratoire s'est ainsi renforcé en accueillant une équipe de cardiologie du CHU, pionnière au niveau mondial en resynchronisation cardiaque (7 PUPH, 1 MCUPH, 2 PH). Le LTSI a également recruté 2 PUPH en oncologie-radiothérapie et biophysique, au service de son projet scientifique. Un large spectre de spécialités est couvert par le laboratoire. La dispersion est évitée grâce à une focalisation sur quelques grandes cibles cliniques dans le domaine de la neurologie, de la cardiologie, de la chirurgie vasculaire et de l'oncologie. La production est globalement excellente en volume et qualité avec quelques disparités au sein des équipes. La valorisation industrielle et la protection des travaux, exemplaires, sont profondément inscrites dans la culture de l'Unité : partenariats bilatéraux avec des industriels leaders dans leur domaine (Sorin Group qui met à disposition, au sein du LTSI, un Ingénieur R&D), essaimage d'une start-up, dépôt de 15 brevets. L'unité s'appuie sur un réseau important de plates-formes et plateaux techniques, qu'elle gère en grande partie, au bénéfice de ses recherches. Elle a une politique ambitieuse de développement de nouvelles plates-formes, qui s'inscrivent dans son projet scientifique. La direction maintient une culture de laboratoire forte et les interactions entre équipes se développent (15% des publications sont identifiées inter-équipes). Les relations internationales ont connu des actions phares, avec en particulier la création d'un LIA franco-chinois. Le projet d'Unité apparaît comme un bon



équilibre entre le renforcement des thématiques d'excellence du laboratoire et l'ouverture de nouvelles directions de recherche, avec création ou fusion d'équipes.

En conclusion, le comité de visite a une vision globalement très positive de l'Unité, qui se positionne clairement au niveau de la compétition internationale dans le domaine des Sciences et Technologies de l'Information pour la Santé et figure, sur certains volets de son activité (dynamique des systèmes neuronaux dans l'épilepsie et la cognition, resynchronisation cardiaque) parmi les leaders internationaux du domaine.

- **Points forts et opportunités :**

- Une communauté pluridisciplinaire de chercheurs, avec des compétences complémentaires de haut niveau en traitement du signal, de l'image et modélisation, au service d'une recherche clinique qui atteint souvent l'excellence.
- Globalement, un très bon niveau d'intégration et d'interaction entre chercheurs des STI et praticiens hospitaliers, garantie d'un transfert efficace des recherches en amont vers les développements technologiques et les applications médicales.
- Une mutualisation bien gérée des moyens humains et du budget, au service du projet d'Unité.
- Un réseau dense de plates-formes partagées en réseau avec d'autres acteurs régionaux. Un projet ambitieux, en cours de déploiement, d'un plateau technique dédié à la thérapie et à la chirurgie mini-invasive guidée par l'image et des extensions prometteuses de la plate-forme d'imagerie analytique Europaia.
- Un soutien significatif des collectivités locales, entre autre à travers le CPER.
- La présence en Région Bretagne de trois autres Unités de même typologie (STIC - Santé - INSERM), réelle opportunité pour le partage de compétences, de plates-formes et le développement de projets scientifiques communs.

- **Points à améliorer et risques :**

- L'attractivité, en particulier au niveau du recrutement des post-doctorants reste limitée à une sphère régionale/nationale (et pour une petite partie, asiatique). Les permanents sont recrutés nationalement, avec une bonne proportion de recrutements externes, mais l'Unité éprouve visiblement plus de difficultés à attirer des chercheurs (permanents, post-doctorants ou invités) sur une large base internationale.
- Sur le même plan, les relations internationales avec les équipes phares dans les domaines couverts par l'Unité pourraient être davantage développées.
- L'émergence, dans le cadre du projet d'Unité, de nouvelles thématiques fait courir le risque d'une taille sous-critique sur certaines thématiques concurrentielles, déjà largement couvertes dans d'autres laboratoires nationaux et internationaux.
- La gestion des plates-formes logicielles et matérielles, plateaux techniques et de façon plus générale de nombreuses tâches de support technique sont assurées par des chercheurs permanents, au détriment du temps de recherche.
- Le développement des nouvelles plates-formes va engendrer des besoins financiers récurrents importants auxquels l'Unité devra être en mesure de répondre.

- **Recommandations:**

- Elargir le réseau des relations internationales en engageant des actions concrètes pour développer des échanges avec les leaders internationaux des domaines couverts par l'Unité.
- Engager une réflexion sur l'opportunité d'un recentrage de certaines activités, afin d'éviter un éparpillement des ressources humaines en voulant couvrir un trop vaste spectre disciplinaire.
- Poursuivre le développement des synergies entre chercheurs STI et cliniciens, en particulier dans l'équipe SEPIA.



- Assurer une masse critique suffisante aux nouvelles thématiques, par un plan de recrutement pluri-annuel approprié.
- Planifier les ressources humaines et financières nécessaires au bon fonctionnement et à la bonne exploitation des plates-formes. Réfléchir à l'opportunité d'une labellisation (Ibisa, ...).
- Le comité suggère que l'Unité trouve les moyens, avec ses tutelles, de recruter un IR pour ses développements informatiques.

- **Données de production :**

(cf. http://www.aeres-evaluation.fr/IMG/pdf/Criteres_Identification_Ensgts-Chercheurs.pdf)

A1 : Nombre de producteurs parmi les chercheurs et enseignants chercheurs référencés en N1 et N2 dans la colonne projet	33
A2 : Nombre de producteurs parmi les autres personnels référencés en N3, N4 et N5 dans la colonne projet	7
A3 : Taux de producteurs de l'unité $[A1/(N1+N2)]$	0,97
A4 : Nombre d'HDR soutenues (cf. Formulaire 2.10 du dossier de l'unité)	5
A5 : Nombre de thèses soutenues (cf. Formulaire 2.9 du dossier de l'unité)	31

3 • **Appréciations détaillées :**

- **Appréciation sur la qualité scientifique et la production :**

Le LTSI mène une recherche reconnue dans le domaine du traitement du signal et de l'image appliqué à la médecine et plus largement dans le secteur de l'ingénierie pour la santé. Les quatre équipes constituant l'Unité sont fortement pluridisciplinaires, près de la moitié des chercheurs présents au laboratoire étant sur statut hospitalo-universitaire. Cette mixité et la synergie établie entre experts en sciences et technologies de l'information (STI), physiciens, médecins et physiologistes, que l'on retrouve (à des degrés variables) dans toutes les équipes, est exemplaire et garante d'une recherche au plus près des cibles cliniques visées par l'Unité. Par leur pertinence et leur originalité, les recherches s'inscrivent toutes à un très bon niveau international, avec, pour certaines thématiques (dynamique des systèmes neuronaux dans l'épilepsie et la cognition resynchronisation cardiaque) un positionnement parmi les leaders internationaux du domaine. La diffusion des travaux est menée à la fois dans les revues de référence dans le domaine des STI (Proceedings of the IEEE, IEEE Trans. Medical Imaging, IEEE Trans. Biomedical Engineering, IEEE Trans. Information Technology in Biomedicine, IEEE Engineering in Medicine and Biology, IEEE Trans. Image Processing, IEEE Trans. Signal Processing,...) et dans des revues médicales ou pluridisciplinaires à très fort impact (New England J. Med, Circulation, Proceedings of the National Academy of Science, J Am Coll Cardiol, Brain, J. Physiol. London, ...). Pour un nombre d'ETP de 20,5 chercheurs et enseignants-chercheurs au moment de la visite, on retient 113 publications dans des revues internationales de rang A dans le domaine des STI et 204 dans des journaux médicaux de référence (soit 3,8 publications de rang A / ETP / an). La production scientifique est donc globalement excellente.

Sur le dernier quadriennal, l'Unité a fait soutenir 31 thèses, pour une durée moyenne des thèses de 3 ans et demi environ. Le nombre de thèses soutenues pourrait être légèrement plus important au vu des capacités d'encadrement de l'Unité (27 HDR). Les thèses sont globalement de qualité, avec presque systématiquement des publications en revues. Le taux d'abandon en cours de thèse est très faible. Le devenir des doctorants ne semble pas poser de problème, même si le bilan de l'Unité ne fait pas apparaître d'intégration récente dans l'enseignement supérieur ou la recherche publique nationale.



L'Unité mène une politique active de protection de ses recherches et développements (dépôt de 15 brevets - 9 par le LTSI, 6 par des partenaires) ainsi que le dépôt de 4 logiciels à l'AAP. Les relations contractuelles sont nombreuses et variées (voir plus loin).

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement :**

Le LTSI présente un rayonnement incontestable au niveau local, national et international. Au niveau local et régional le LTSI est considéré comme une Unité pionnière dans la construction de l'interface STIC-Santé, rejointe ensuite par d'autres laboratoires (dont 3 unités INSERM). L'Unité est bien intégrée dans la vie scientifique rennaise, à travers sa participation au conseil scientifique de l'Université et sa présence active dans les projets du programme « Investissement d'Avenir-Grand Emprunt » (Equipex, Labex). Elle bénéficie d'un soutien affirmé de l'Université Rennes 1, du CHU de Rennes et de la Délégation Régionale de l'INSERM.

L'attractivité de l'Unité s'est traduite en début de quadriennal par l'intégration au LTSI du groupe de recherche cardiovasculaire, issu du Laboratoire de Physiologie Médicale, EA 3194, Faculté de Médecine, Rennes 1, entraînant l'arrivée de 7 PU-PH, 1 MCU-PH et 2 PH. Le LTSI est à l'évidence devenu un pôle d'accueil, désormais reconnu par la communauté hospitalo-universitaire et le CHU de Rennes, pour les recherches cliniques relevant de son domaine d'activité. L'Unité a par ailleurs montré sa capacité, en cours de quadriennal, à recruter des (enseignants)-chercheurs et hospitalo-universitaires extérieurs (sur 2006-2010, 6 recrutements extérieurs, 3 recrutements internes). Ces recrutements, de même que ceux des post-doctorants et invités se limitent toutefois encore essentiellement à la sphère nationale, voire régionale.

Les membres de l'Unité sont présents dans les réseaux, structures d'animation, sociétés savantes et conseils nationaux (coordination du Réseau National CIC-IT, comité directeur du Réseau National des Systèmes Complexes, comité de pilotage et animation du GDR STIC-Santé, CA du GRETSI, CNU section 61, Présidence de la Société Française de Cardiologie, Présidence du Conseil Scientifique de la Société Française de Radiothérapie Oncologique, Présidence du Club Epilepsies, INSERM CSS3, ...).

Au niveau international, l'« IEEE EMBS Career Achievement Award », le « Fellow of AIMBE » viennent distinguer un membre de l'Unité. Neuf membres du LTSI sont éditeurs associés de revues internationales. Le laboratoire est présent dans les comités de programme des grandes conférences nationales et internationales de son domaine. Il organise tous les deux ans une école d'été IEEE EMBS en Imagerie Biomédicale. Le nombre remarquablement élevé de conférences invitées en sessions plénières (66 conférences sur invitation dans des sessions plénières ou « tracks » thématiques) témoigne également d'un très bon rayonnement.

L'Unité se caractérise par une politique de valorisation et de protection affirmée de ses travaux, à travers le dépôt ciblé de brevets et d'AAP (voir plus haut). Le LTSI a ainsi reçu le prix de l'INPI-Bretagne pour ses actions en ce sens. Une entreprise dans le domaine de la réalité augmentée et de la chirurgie guidée par l'image (Therenva) a été créée par essaimage de l'équipe IMPACT. Ce volet est sans conteste un des points forts du laboratoire.

L'Unité montre sa capacité à obtenir un volant significatif de financements externes (ANR : 323 k€, Europe : 297 k€, autres : 108 k€, Univ. Rennes 1+INSERM : 172 k€). Elle développe des relations contractuelles variées avec le secteur public et privé. Au niveau européen, on note la participation à 8 projets (en tant que partenaire). Initiative notable, le laboratoire a fondé en 2006, avec des enseignants-chercheurs chinois issus du LTSI, le Centre de Recherche en Information Biomédicale sino-français, laboratoire International Associé (LIA) à l'INSERM (Université Rennes 1, South East University, 7+7 permanents français et chinois). Cette structure a été évaluée A+ par un comité franco-chinois en 2008 et renouvelée en 2010. Un Master international, créé en 2009, vient s'adosser sur ce laboratoire (34 étudiants chinois au niveau M1, 17 en M2). Les relations internationales hors Europe et Asie sont modestes et pourraient être développées, en visant en particulier quelques leaders internationaux des domaines couverts par l'Unité.

- **Appréciation sur la gouvernance et la vie de l'unité:**

L'Unité est organisée en équipes-projets, auxquelles viennent se superposer deux structurations transversales d'ordre méthodologique et technologique (plates-formes, plateaux techniques, entreprises). La structure en équipe est lisible, avec deux équipes aux compétences fortes en « Signal » et deux équipes « Image ». L'axe transversal méthodologique exploite la synergie entre le traitement du signal, l'analyse d'images et la modélisation. Il dépasse le



simple affichage, avec des projets transversaux (en nombre toutefois limité) auxquels participe toute l'Unité. La synergie inter-équipes est également assurée par l'appartenance de certains chercheurs à plusieurs équipes. La gouvernance de l'Unité repose en particulier sur une réunion hebdomadaire de l'ensemble de ses permanents (cette réunion semble bien suivie). Ce point hebdomadaire constitue un ciment important pour les membres du LTSI et garantit une bonne circulation de l'information. Le conseil de laboratoire se réunit 2 à 3 fois par an. Les doctorants et les ITA / IATOS accèdent sans difficulté aux informations et peuvent facilement solliciter la direction du laboratoire, lorsque des problèmes se posent. Les permanents se sentent bien associés à la stratégie de l'Unité. Globalement, les membres de l'Unité soulignent une très bonne ambiance de travail, qui est sans conteste favorisée par la gouvernance équilibrée et collégiale qui prévaut. Le directeur est assisté de deux directeurs adjoints aux missions clairement définies. La présence d'un PU-PH dans l'équipe de direction est un point important pour l'équilibre de l'Unité, qu'il faudra veiller à préserver dans les évolutions futures.

L'émergence de thèmes nouveaux ainsi qu'une certaine prise de risque, s'inscrivent effectivement dans la culture de l'Unité, avec, dans le projet, la création d'une nouvelle équipe sur une thématique qui vient compléter utilement le spectre de compétences. Les équipes savent faire évoluer leurs thèmes de recherche et se recomposer, lorsque cela se justifie scientifiquement. L'animation est surtout menée au sein même des équipes, avec en général une bonne synergie entre les différentes communautés les constituant, avec des marges de progression possibles pour certaines équipes (voir l'analyse détaillée).

Les membres de l'Unité sont impliqués de longue date dans les activités d'enseignement et la formation par la recherche. Ce point concerne en particulier le volet STI, avec la responsabilité du Master R « Signal, Image, Systèmes embarqués, Automatique » de l'Université Rennes 1, Supélec et Télécom-Bretagne. L'Unité a également créé récemment une option « Ingénierie Biomédicale » au sein de l'Ecole Supérieure d'Ingénieur en informatique et télécommunications de Rennes qui comporte quatre options. Rappelons enfin l'intervention de l'Unité dans le Master International franco-chinois.

- **Appréciation sur la stratégie et le projet :**

L'Unité développe une vision pertinente et ambitieuse, dans son projet, en faisant évoluer sa structure d'équipes, au service du développement de thématiques nouvelles et en investissant dans la création de nouveaux plateaux techniques et plates-formes de niveau international. De nouvelles compétences sont abordées (instrumentation en IRM/SRM, radiothérapie, neurobiologie et modèles animaux) élargissant d'autant le spectre d'activités du laboratoire. Ces nouvelles thématiques trouvent place dans les équipes existantes (dont deux fusionnent) et dans l'équipe en cours de création METRIQ (instrumentation et imagerie quantitative en IRM/SRM). Cet élargissement n'est certes pas sans risques, de nombreux autres acteurs reconnus avec une production scientifique et des effectifs chercheurs importants étant déjà présents aux niveaux national et international sur ces thématiques. Un des défis de la future Unité sera ainsi de trouver la bonne articulation entre ces nouveaux thèmes et ceux existants, afin de les mettre au service des objectifs de recherche méthodologique et clinique communs affichés par le laboratoire. Cette prise de risque a toutefois été analysée positivement par le comité. La direction de l'Unité a une politique d'affectation des moyens qui permet l'émergence et le soutien de ces nouvelles thématiques, en mutualisant les crédits récurrents et la partie non affectée des contrats des équipes. Des actions majeures sont programmées, autour de nouvelles plates-formes (TherA-Image, thérapie et chirurgie mini-invasive guidée par l'image ; plates-formes d'imagerie du GIS Europa), pour lesquelles il conviendra de trouver les moyens financiers et humains nécessaires à leur fonctionnement.

L'Unité se projette également dans une perspective de structuration régionale de la recherche dans le domaine des technologies de la Santé, avec le développement des interactions (objectivement encore faibles au sein de l'Université de Rennes 1) avec les autres Unités INSERM du secteur STIC-Santé en Région (Visages U 746, Rennes ; LIM U936, Rennes ; LaTIM U650, Brest). Cette structuration, encouragée par les tutelles locales, est sans aucun doute une opportunité importante pour le prochain contrat quinquennal, la configuration régionale présentant des atouts uniques et indéniables sur la carte nationale (quatre laboratoires aux compétences proches et complémentaires adossés à des plates-formes et à une recherche clinique de haut niveau). Les projets de structuration en cours autour des Equipex et d'un Labex (en Sciences de la Communication et de l'Information, avec un volet biomédical) pourraient y contribuer.



4 • Analyse équipe par équipe et/ou par projet

- Intitulé de l'équipe et nom du responsable : SESAME (ex EPIC) ;
M. Fabrice WENDLING
- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	4,5	3
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	3	3
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	6	6
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	2 (1,6 ETP)	2 (1,6 ETP)
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	2	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	6	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4,5	3,5

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Au cours de l'exercice précédent, l'équipe EPIC a développé des recherches à vocation pluridisciplinaire visant à établir une meilleure compréhension des phénomènes impliqués dans la genèse des épilepsies partielles pharmaco-résistantes, qui représentent un ensemble de syndromes variés, qui font appel à des modèles complexes et difficiles à tester expérimentalement. C'est un thème de recherche important qui mobilise de nombreuses équipes en France et dans le monde, pour améliorer la prise en charge des patients, mais aussi car les syndromes épileptiques sont considérés comme des fenêtres exploratoires sur les mécanismes fondamentaux, sains ou pathologiques, régissant la dynamique neuronale à grande échelle ; cette dernière restant encore mal comprise.

EPIC a développé une approche scientifique multi-niveau : du groupe de cellules au cerveau entier, avec 1) l'identification de structures épileptogènes à partir d'enregistrements intracrâniens, 2) la modélisation de la formation des données électrophysiologiques et les méthodes associées d'estimation de sources, et 3) la modélisation computationnelle de réseaux épileptogènes de cellules. La couverture de ces trois thèmes complémentaires constitue sans aucun doute l'originalité et l'identité de l'équipe, qui de facto, se trouve constituée de neurobiologistes, de neurologues/neurochirurgiens et de spécialistes du signal. A noter que les activités de l'équipe ont également inclus un versant plus cognitif (audition et dyslexie), qui n'est pas rapporté dans le bilan fourni (hormis liste des publications).

D'une manière générale, les recherches entreprises sont de qualité et bien visibles au plan national et international. L'impact pourrait être cependant plus important si les techniques étaient mises à disposition de la communauté, notamment au travers du logiciel développé par l'équipe (AMADEUS). Cela garantirait une évaluation et une diffusion considérables des méthodes originales de l'équipe et renforcerait leur impact. Bien évidemment, cela représente un effort de distribution, documentation et support utilisateur qu'il est presque impossible d'assurer sans le soutien d'un ingénieur de recherche à temps plein.

Publications : le rapport fait état de 73 publications dans des journaux, parmi lesquelles 38 articles dans des revues de rang A à vocation STI/méthodologie, 15 articles dans des revues cliniques de rang A, et 20 dans des revues en français ou hors rang A. Les journaux sont variés et de bonne renommée (IEEE Trans. Biomedical



Engineering, Epilepsia, Phys. Rev. E, Cerebral Cortex.), voire très bonne (Brain, PNAS, IEEE Trans. Signal Proc., Neuroimage, Proceedings of the IEEE, etc.). Nous notons cependant que dans la majorité des cas, les publications dans les revues à plus fort impact (Brain, PNAS, J. Physiology) rapportent des projets menés essentiellement par les collaborateurs marseillais, lyonnais, ou autres (avec un seul coauteur EPIC, cf. [6, 28,36,41,50,51]). 55 communications dans des conférences internationales avec actes (pour l'essentiel IEEE EMBS, EUSIPCO, Human Brain Mapping), également de bonne tenue mais pas toujours sélectives. Un nombre important de thèses (12) ont été soutenues, dont une en co-encadrement avec l'équipe 2. Leurs financements ont été variés : Région, CIFRE, AM et AMX entre autres. A signaler deux brevets (1 mondial et 1 US), portant sur la même invention semble-t-il. 1 dépôt logiciel APP (lié aux activités « cognition » mentionnées ci-dessus).

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'équipe de recherche dans son environnement :**

Le chef d'équipe est reconnu internationalement pour l'originalité et la qualité de son approche scientifique ; il a été invité à produire 16 communications dans des congrès, ateliers ou séminaires internationaux et 10 nationaux. Un autre membre de l'équipe est également très visible au plan national, notamment pour sa contribution à l'animation de sociétés cliniques et de recherche concernant l'épilepsie. L'expertise des chercheurs qui constituent l'équipe couvre le spectre des compétences requises pour l'avancement de ses projets pluridisciplinaires : signal, neurosciences computationnelles et intégrative, et plus récemment (2008) 1 CR1 CNRS neurobiologiste (modèles animaux et génétique de l'épilepsie). En grande majorité les doctorants (10 sur 12) sont originaires de Masters des universités de Rennes, Nantes et Orléans. Plus problématique : les post-doctorants sont en majorité originaires de Rennes I, ce qui suggère des difficultés à recruter et à attirer des jeunes chercheurs au-delà de la région.

L'équipe est dynamique sur le plan des réponses à des appels d'offre et de sa participation à des projets nationaux (partenaire et coordinateur de contrats ANR, 2 et 1 respectivement ; partenaire de collaborations INSERM-INRIA, d'une ACI et d'un projet RTNS), européens (partenaire du contrat HIVE) et internationaux (contrat avec un institut australien). A noter une série de contrats avec France Télécom R&D ayant permis de financer 3 bourses de thèse CIFRE sur l'activité audition/dyslexie. Relevons également des financements plus ponctuels (notamment contrat post-doctoral) via le circuit des associations et fondations pour la recherche sur l'épilepsie.

EPIC a une collaboration forte, soutenue et productive depuis plusieurs années avec le pôle d'épileptologie du CHU de Rennes, dont un PH est membre de l'équipe. Les collaborations sont également très productives avec le service d'épileptologie de Marseille, constitué en partie d'anciens collaborateurs locaux, et dans une moindre mesure avec d'autres équipes en France (Lyon, Grenoble, Paris, Nice, etc.).

- **Appréciation sur le projet :**

SESAME renouvelle et enrichit son projet en recentrant sa thématique uniquement sur l'étude multidisciplinaire de l'épilepsie : fin des activités « audition/dyslexie » ; développement fort des modèles animaux (murins) ; poursuite des modèles computationnels et des méthodes d'analyse du signal associées. L'impact attendu concerne une meilleure compréhension des phénomènes épileptogènes et leur contrôle, notamment par des stratégies (en devenir) de neurostimulations électriques chroniques. La richesse du projet annoncé en est peut-être à la fois sa force et sa faiblesse. En effet, chaque thème proposé par SESAME mobilise déjà des équipes spécialisées en France et dans le monde, plus visibles que SESAME dans leur spécialité : la concurrence va être rude (notamment sur les aspects des modèles animaux et les techniques de traitement du signal), et c'est sans aucun doute un défi à relever. Le point fort et unique du projet est encore une fois, l'intégration de ces thèmes et des compétences associées au sein d'un même groupe. Le bilan d'EPIC engage à l'optimisme et l'intégration de SESAME dans des projets nationaux et internationaux est très probablement un bon gage de réussite. Les collaborations sont fortes et déjà actives dans tous les domaines couverts par le projet : les moyens locaux et régionaux en termes de plates-formes d'imagerie, animalerie, d'accès au patient ont été correctement identifiés et pour la plupart sont déjà utilisés.



- Conclusion :

- Avis global sur l'équipe :

Il s'agit d'une équipe bien visible nationalement et internationalement. Elle a fait ses preuves au cours des exercices précédents en développant de manière originale une thématique de recherche résolument multidisciplinaire (neurosciences intégratives et computationnelles, clinique, signal) et multi-niveau (enregistrements multicellulaires ou non-invasifs, chez l'homme et l'animal) dorénavant clairement et uniquement centrée sur l'épilepsie.

- Points forts et opportunités :

L'intégration raisonnée de compétences variées. Une longue histoire de collaborations soutenues et productives avec les partenaires cliniques et une solide compétence en interne en analyse et modélisation de signaux complexes. La perspective d'une optimisation des soins dans la prise en charge des épilepsies partielles.

- Points à améliorer et risques :

Risque d'un certain éparpillement des ressources humaines en voulant couvrir un vaste spectre disciplinaire. Par là-même, SESAME s'expose à des concurrents très forts dans chacun des domaines de son projet scientifique. Au vu de cette concurrence, il paraîtra peut-être évident au cours des 18 prochains mois qu'il sera nécessaire de recentrer les activités de l'équipe sur l'intégration des techniques et des données multi-niveaux qu'elle manipule, plutôt que de vouloir développer des approches originales pour chaque sous-projet. Par ailleurs, le projet ne présente pas d'affectation en termes de moyens humains spécifiques sur tel ou tel sous-projet, ce qui rend difficile l'appréciation du potentiel de concrétisation des ambitions affichées.

- Recommandations :

Certains sous-projets pourraient davantage bénéficier de la dynamique collaborative internationale ou institutionnelle (notamment à l'échelle du bassin Rennais avec l'INRIA), et de contributions à des projets de logiciels libres du monde académique, qui garantiraient une meilleure visibilité et distribution des travaux de SESAME et relâcherait un peu de pression sur la nécessité de déployer et de rendre visibles les outils développés.

- Intitulé de l'équipe et nom du responsable : SEPIA ; M. Guy CARRAULT
- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	9,5	10
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	1	1
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	2	2
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	2 (1.6 ETP)	2 (1.6 ETP)
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	4	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	6	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	8,5	9



- La qualité scientifique et la production :

L'objectif de l'équipe est de développer de nouveaux moyens d'étudier de façon intégrative la physiopathologie des maladies du système cardiovasculaire principalement par le biais de l'électrophysiologie, de la détection des déformations mécaniques cardiaques mais aussi circulatoires et respiratoires. Les domaines d'application privilégiés se situent principalement dans le domaine du suivi et du traitement de l'insuffisance cardiaque par dispositifs implantables (CRT) mais aussi dans le domaine de la détection et du traitement des syndromes d'apnée-bradycardie des prématurés. Pour répondre à ses objectifs, l'équipe s'est structurée autour de deux pôles complémentaires : un groupe de chercheurs dans le domaine STIC en charge des développements en termes de traitement du signal et instrumentation, modélisation, simulation, algorithme et un groupe de cliniciens cardiologues et pédiatres constitués de praticiens hospitaliers ou hospitalo-universitaires. Les recherches menées dans le domaine des applications sont originales et se situent réellement à la pointe de la compétition internationale (cf. infra).

La production scientifique pendant le dernier quadriennal est pour l'ensemble de l'activité de l'équipe impressionnante tant au plan quantitatif qu'au plan qualitatif. Elle reflète la composition de l'équipe constituée à la fois de méthodologistes et de cliniciens. Ainsi on dénombre pendant la période 92 publications originales dans des revues cardiologiques internationales dont une bonne part dans les revues de premier plan (circulation, JACC, Circ Res...), et 13 dans des revues pédiatriques internationales. Dans le domaine des STI, la production est également très bonne (19 articles de journaux de rang A, 7 dans des revues de niveau B) même si en comparaison elle semble se situer en retrait. On note également 38 communications avec actes sous forme d'article et 83 avec actes sous forme de résumé dans des congrès internationaux, un nombre significatif de communications à des congrès nationaux, et 8 participations (chapitres) à des ouvrages scientifiques. Sept thèses ont été soutenues pendant le quadriennal.

L'équipe SEPIA a des relations contractuelles industrielles stables et fructueuses avec la société européenne SORIN dont un ingénieur R&D est présent sur le site.

- Le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'équipe de recherche dans son environnement :

L'équipe présente une très grande visibilité au niveau international en particulier grâce à ses membres cardiologues. Cette équipe a été pionnière au niveau mondial dans la promotion de la resynchronisation cardiaque comme traitement de l'insuffisance cardiaque congestive et elle continue d'être très active dans la définition des indications thérapeutiques et l'amélioration des techniques. Cette notoriété s'exprime particulièrement par le nombre très important (70) de conférences invitées dans des congrès internationaux et par la présence de plusieurs de ses membres dans les comités éditoriaux de revues internationales de spécialité (JACC, Eurospace, JSIP ...). L'équipe bénéficie des collaborations internationales du Laboratoire auxquelles elle participe activement, en particulier avec l'Université de Nankin, mais elle a su nouer de solides collaborations avec de nombreuses autres équipes internationales.

La notoriété nationale de l'équipe SEPIA est également très importante (plus de 30 conférences invitées), et plusieurs de ses membres participent activement aux sociétés savantes, à l'organisation de la recherche et de l'enseignement supérieur (commission de spécialité INSERM, CNU) et à de nombreux travaux d'expertise.

L'équipe SEPIA a une très bonne capacité à financer ses recherches. Elle a obtenu de nombreux contrats au niveau international (4 + des participations ou directions d'études multicentriques sur l'insuffisance cardiaque), européen (3) et national (3 ANR, 3 PHRC) auxquels il faut ajouter 2 contrats industriels avec la compagnie SORIN.

La valorisation des recherches est très importante dans le domaine clinique cardiologique ou pédiatrique et elle est bonne dans le domaine socio-économique. On dénombre ainsi, pendant le quadriennal, le dépôt de 8 brevets (dont 3 avec prise de licence actuellement et 1 valorisé par SORIN) et 3 dépôts d'APP. On note également la mise au point d'un dispositif de détection du syndrome d'apnée-bradycardie du prématuré en cours de test.



- Le projet :

Compte tenu des résultats acquis, le projet de l'équipe SEPIA ne pouvait que s'inscrire dans la continuité des travaux antérieurs. Le projet comporte cependant un programme très original et ambitieux d'optimisation des techniques de traitement de l'insuffisance cardiaque par dispositif implantable et de détection-traitement du syndrome d'apnée-bradycardie du prématuré. Il s'agit d'une part de développer une approche intégrative et multimodale (US, IRM, microaccélérations cardiaques) des performances hémodynamiques du patient défaillant cardiaque avant le traitement et pendant le suivi. L'objectif ultime est de réaliser une télésurveillance grâce à la mise en place de microcapteurs permettant de diagnostiquer et traiter précocement la détérioration hémodynamique. D'autre part, pour les prématurés l'objectif est également de fournir aux services de néonatalogie un dispositif (externe et miniaturisé) de surveillance cardio-respiratoire permettant la prise en charge précoce des épisodes d'apnée-bradycardie. L'équipe paraît bénéficier des moyens et compétences nécessaires à la réalisation de ses ambitions.

- Conclusion :

- Avis global sur l'équipe :

Il s'agit d'une équipe scientifiquement très productive menant une recherche de haut niveau avec une valorisation importante en clinique et bonne dans le domaine socio-économique. Cette équipe occupe une place de leader international dans le domaine du traitement de l'insuffisance cardiaque par dispositif implantable.

- Points forts et opportunités :

L'équipe bénéficie d'un environnement clinique de premier plan dans le domaine cardiologique et pédiatrique. Ses membres ont su nouer de solides coopérations nationales et internationales académiques et industrielles, qui lui ont permis d'atteindre l'excellence en termes de production scientifique et de notoriété. Elle bénéficie tout particulièrement de la coopération avec le CIC-CIT qui est dirigé par un de ses membres cardiologues.

- Points à améliorer et risques :

Les synergies entre les développements méthodologiques et la recherche clinique ne semblent pas se concrétiser de façon suffisamment claire dans la majorité des publications.

Les développements méthodologiques de l'équipe devraient pouvoir être plus rapidement mis à la disposition des utilisateurs et les développements obtenus devraient pouvoir bénéficier d'une mise à niveau permanente. Ces tâches sont encore aujourd'hui effectuées en grande partie par des chercheurs. Ces facteurs risquent d'altérer le potentiel d'innovation de l'équipe dans le domaine STIC.

On peut regretter que l'équipe ne bénéficie pas de la possibilité de réaliser de l'expérimentation animale, ce qui renforcerait considérablement son potentiel pour la mise au point de ses solutions technologiques.

L'équipe projette de renforcer ses capacités en imagerie multimodale (IRM et US), mais il semble dommage qu'elle n'ait pas accès à de l'imagerie fonctionnelle ou moléculaire (TEP), qui aurait l'avantage de fournir des informations physio-pathologiques importantes chez l'insuffisant cardiaque et qui pourrait être pratiquée après la mise en place des dispositifs implantables (en attendant les modèles IRM-compatibles).

- Recommandations :

L'équipe SEPIA doit s'efforcer d'obtenir un nombre suffisant d'ingénieurs de développement et doit renforcer les synergies entre ses membres cliniciens et méthodologistes. Pour augmenter encore son potentiel, SEPIA devrait également envisager de coopérer avec des équipes maîtrisant les modèles expérimentaux d'insuffisance cardiaque (gros animal) et tenter d'obtenir un accès aux techniques d'imagerie fonctionnelle et moléculaire (pour les patients et pour les modèles expérimentaux).



- Intitulé de l'équipe et nom du responsable : METRIQ ; M. Hervé SAINT-JALMES
- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)		5
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)		0,5
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)		1
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)		2 (1,6 ETP)
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)		
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)		
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées		2,5

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

METRIQ est une nouvelle équipe proposée dans le projet du laboratoire LTSI. Ses membres sont issus de l'ex équipe ACTIVE. Le caractère émergent de cette équipe explique les raisons pour lesquelles son bilan scientifique n'a pas été examiné séparément. L'évaluation repose donc exclusivement sur l'évaluation du projet et sur l'intérêt potentiel de cette entité dans le projet scientifique global de l'unité. METRIQ a pour ambition de proposer des nouveaux outils et des méthodes nouvelles pour l'imagerie quantitative en IRM. Une particularité importante de cette équipe par rapport aux autres équipes nationales spécialisées dans les développements strictement méthodologiques et instrumentaux pour l'acquisition des images IRM est d'associer une activité importante dans la modélisation et la simulation des phénomènes. L'objectif général de l'équipe est de développer des méthodes d'imagerie quantitatives, fiables et robustes facilitant l'utilisation des algorithmes de post-traitement pour aboutir à l'identification de marqueurs diagnostiques ou pronostiques de processus pathologiques. Bien que les outils développés puissent être utiles à de nombreuses problématiques du laboratoire ou de la communauté médicale régionale, les efforts seront plus spécifiquement orientés vers la caractérisation du cancer du foie et de la prostate.

- Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'équipe de recherche dans son environnement :

L'équipe regroupera 7 membres permanents (dont 3 à 50 %, soit 3 ETP recherche : 1PU/PH, 4 MCU, 0,5 DR). Elle sera dirigée par un enseignant chercheur PU/PH dégagé des obligations hospitalières. Il faut insister sur l'excellence et l'expertise importante (validée par de nombreuses publications et brevets antérieurs) dont bénéficie ce professeur. Ses qualités sont reconnues tant sur le plan scientifique (dans le domaine du développement de nouveaux capteurs à l'interface entre la physique de l'IRM et de l'électronique) que sur celui de l'animation d'équipes (académiques et industrielles).

- Appréciation sur le projet :

L'équipe propose un projet de recherche ambitieux visant à développer une véritable métrologie dans le domaine de l'imagerie quantitative en IRM. Les efforts seront plus spécifiquement focalisés sur l'optimisation du rapport signal sur bruit qui reste un verrou majeur en IRM. L'amélioration de la mesure des distances entre les structures anatomiques observées sur les images, la reproductibilité de la mesure des temps de relaxation



longitudinaux et transversaux (à la base des contrastes des images) constituent les axes des travaux proposés. Les outils développés seront essentiellement des nouveaux capteurs (antennes de faible diamètre pour optimiser le rapport signal sur bruit en imagerie cérébrale chez la souris), des fantômes originaux permettant de calibrer spécifiquement des paramètres fonctionnels (flux, diffusion). Ces outils seront certainement très utiles pour la conduite d'autres projets du laboratoire ou la qualité du capteur sera un paramètre crucial. Par exemple, pour la mise en relation entre des paramètres anatomiques et fonctionnels dans l'étude sur les modèles d'épilepsie chez le rongeur. Une part importante des travaux devrait aussi concerner 1) les méthodes d'acquisition de l'image (contrôle en temps réel de l'imageur en relation avec les spécialistes de l'IRM interventionnelle, 2) la simulation des contrastes en intégrant les problématiques de flux et d'écoulement, 3) l'étude de l'influence des nouvelles méthodes de balayage du plan de Fourier sur la reproductibilité des mesures. L'équipe prévoit aussi de travailler en étroite collaboration avec les spécialistes du traitement du signal pour les problèmes de séparation de source en les appliquant plus spécifiquement à la séparation des signaux partiellement résolus en imagerie spectroscopique de type CSI. Les développements dans le champ des acquisitions multimodales (en particulier dans le couplage IRM/optique) ne sont pas absents et seront traités dans le cadre de collaborations étroites avec des laboratoires reconnus dans le domaine.

Les aspects les plus originaux et les plus innovants concernent les projets relatifs à la gestion de signaux issus de multiples capteurs. Les nouvelles méthodes d'imagerie parallèle impliquant les multiples antennes réceptrices en réseau phasé sont une des voies reconnues pour réduire le temps d'acquisition des images et accéder ainsi à la caractérisation de phénomènes rapides (imagerie dynamique). Il faut aussi remarquer que l'on assiste aujourd'hui sous la pression commerciale des constructeurs à une augmentation des champs magnétiques de polarisation. Cette augmentation s'accompagne d'une augmentation proportionnelle des fréquences d'excitation. La conséquence est un accroissement des problèmes de pénétration et de déposition d'énergie chez le patient. Il est donc indispensable de mettre en œuvre des stratégies scientifiques pour pallier ces nouvelles difficultés. Une piste prometteuse est l'utilisation d'antennes émettrices multiples réparties autour de l'organe à imager. Il en résulte une forte complexification des capteurs et des signaux à gérer. Le rassemblement au sein d'une même équipe de spécialistes de l'instrumentation IRM et de spécialistes de l'analyse de signaux multiples peut offrir une occasion unique de contribuer à relever ce challenge.

- Conclusion :

- Avis global sur l'équipe :

Avis global très positif sur la qualité scientifique du projet proposé par l'équipe METRIQ.

- Points forts et opportunités :

Parmi les points forts de l'équipe, on notera tout en premier lieu le caractère transversal et interdisciplinaire de cette nouvelle composante qui apporte une compétence qui va indéniablement renforcer le spectre des savoir-faire de l'unité en apportant une expertise actuellement non individualisée dans l'acquisition et la production des images. L'expertise et la reconnaissance du responsable d'équipe qui possède l'ensemble des compétences et des qualités pour animer cette nouvelle entité est aussi un point fort. Le projet est ambitieux et bien en phase avec les grandes évolutions actuelles en imagerie IRM.

- Points à améliorer et risques :

Même s'il ne s'agit pas à proprement parler d'une faiblesse intrinsèque, une équipe fortement impliquée dans les développements IRM requiert classiquement une masse critique importante en ressources humaines, surtout dans le domaine de la physique et de l'instrumentation ainsi que des moyens financiers pour entretenir les équipements de type mi-lourds indispensables à la conduite de ses recherches. Cette équipe émergente aux projets ambitieux est aujourd'hui la moins dotée en personnels permanents.

- Recommandations :

Compte tenu de l'importance et du caractère « en amont » des travaux menés par METRIQ pour les autres équipes du laboratoire, le comité de visite recommande au laboratoire et à ses tutelles d'aider cette équipe à monter en puissance par le recrutement de postes permanents (enseignants-chercheurs ou ITA) et à veiller dans



la durée aux conditions d'accès aux plates-formes instrumentales indispensables pour conduire ses travaux innovants.

- Intitulé de l'équipe et nom du responsable : IMPACT - M. Pascal HAIGRON et M. Renaud DE CREVOISIER
- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	6,5	11
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	0,5	0,5
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	7	4
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	2 (1.6 ETP)	2 (1.6 ETP)
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	1	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	5	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	7	10

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Une partie des membres de l'équipe ACTIVE (« Analyse et Caractérisation Tissulaire en Imagerie Vasculaire ») est intégrée dans le projet de l'équipe IMPACT. A ce titre, le bilan de l'équipe ACTIVE est décrit ci-dessous, avec celui de l'équipe IMPACT.

L'objectif de l'équipe IMPACT est de développer de nouvelles méthodes permettant la réalisation d'interventions assistées par ordinateur. Les centres d'intérêt et d'application se situent principalement dans le domaine cardio-vasculaire et dans le domaine oncologique. Dans le domaine cardiologique, il s'agit de fournir, avant l'intervention, une aide au choix de la taille des prothèses endocoronaires ou endovasculaires qui soit adaptée au geste prévu et à simuler le geste de mise en place de cette prothèse (navigation endovasculaire). Dans le domaine oncologique, les recherches visent à optimiser la radiothérapie par l'utilisation de l'imagerie tout au long de la durée du traitement afin de suivre les déformations au cours du temps des tissus cibles et de voisinage. C'est une recherche originale et à fort potentiel applicatif dans le domaine clinique et industriel. L'organisation de la recherche est pertinente car l'équipe associe très étroitement, dans l'élaboration de la stratégie, la réflexion opérationnelle et la mise en place des programmes, des chercheurs méthodologistes et des cliniciens impliqués dans les gestes thérapeutiques concernés. En outre, les tests nécessaires pour les développements peuvent être réalisés au sein du CIC- CIT, qui constitue le point de convergence de cette collaboration technico-clinique. C'est une recherche à caractère original en France, où bien peu de structures bénéficient de telles compétences in situ.

La production scientifique de l'équipe IMPACT est très abondante et de bon niveau en termes qualitatifs (dans de bonnes revues de la spécialité) avec 106 éléments retenus dans la liste d'articles dans des revues internationales avec comité de lecture représentant sur la période près de 8 articles/ETP/an ! Cette production est à environ 65 % (67) reliée à des articles cliniques (oncologie, urologie, radiothérapie, chirurgie, cardiologie) et à 35 % (39) à des articles se rattachant au domaine STI ou imagerie. On retient 38 actes de congrès international ayant donné lieu à un article et 73 actes de congrès international avec résumé et nombre de



participations aux congrès français. On dénombre des participations à 14 participations à des chapitres d'ouvrage. Pendant la période quadriennale précédente on note 8 thèses soutenues.

Les travaux de l'ex équipe ACTIVE concernent l'étude de la vascularisation des organes pour le diagnostic de l'athérosclérose, des problèmes cardiaques et des pathologies tumorales par traitement des images (CT, MRI, X-ray, PET etc.) allant de la caractérisation des structures cardiovasculaires, à la modélisation des réseaux vasculaires en passant par la modélisation cardiaque. L'équipe ACTIVE était composée d'un DR INSERM (50 %), de 10,5 enseignant-chercheurs et hospitalo-universitaires correspondant à 5,75 ETP. Les approches méthodologiques abordées par l'équipe concernent la segmentation, l'estimation du mouvement, le recalage, la fusion de données multimodales et la reconstruction 3D. Recherchant un continuum entre travaux d'ordre méthodologique et applications cliniques, l'équipe ACTIVE a développé et mis en œuvre une recherche translationnelle originale, reconnue et de très bon niveau. Il peut être signalé, par exemple, des travaux sur le recalage d'images fondés sur l'approximation de l'information mutuelle par développement d'Edgeworth, l'estimation paramétrique conjointe des mouvements locaux et globaux, la segmentation par approches multi-agents ainsi que l'approche bayésienne exploitant la parcimonie pour la reconstruction de l'arbre coronarien 3D. Pour l'équipe ACTIVE, l'ensemble des travaux est valorisé par un nombre conséquent de revues et conférences internationales tant sur le plan méthodologique que clinique. Ainsi, on dénombre 17 revues STI de rang A et 17 revues cliniques de rang A. Les conférences sont majoritairement de bonne facture avec une large publication dans IEEE EMBS notamment et ISBI. Plusieurs brevets viennent renforcer le niveau de la production scientifique. Le nombre de thèses soutenues est bon (7) et les publications communes avec les doctorants sont présentes. Beaucoup de thésards sont pris dans des laboratoires étrangers en post-doctorat, ce qui prouve la qualité des recherches menées. Trois habilitations ont été soutenues sur la période.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'équipe de recherche dans son environnement :**

L'équipe IMPACT présente une bonne visibilité au niveau national et international. On dénombre 2 distinctions scientifiques internationales obtenues par un des membres de l'équipe et 8 conférences invitées lors de manifestations internationales.

L'équipe a une bonne capacité à financer ses propres recherches et développements. Si on ne note pendant le quadriennal, qu'une seule participation à un contrat européen, l'équipe participe à 5 programmes ANR, dont 3 sont dirigés par un de ses membres. On note également 3 contrats CIFRE et 3 contrats régionaux. Soulignant le soutien fort à l'équipe des collectivités locales, un des ces contrats atteint un montant de 5,2 M d'euros, ce qui permettra de financer la plate-forme Théra-Image. L'équipe bénéficie des collaborations internationales du Laboratoire auxquelles elle participe activement, en particulier avec l'Université de Nankin.

La valorisation des recherches est très importante dans le domaine clinique, mais aussi dans le domaine socio-économique. On note ainsi pendant la période le dépôt de 3 brevets (sans prise de licence actuellement) et surtout la création d'une start-up (Therenva), installée au CIC-CIT.

L'ex équipe ACTIVE est visible nationalement et internationalement surtout par le biais des travaux qu'elle mène dans la cadre de ses projets collaboratifs. Elle a bénéficié des liens tissés par le laboratoire notamment dans le cadre du LIA. Elle est fortement impliquée dans la vie des GDR STIC-Santé et ISIS. L'équipe est présente dans 2 projets européens, 2 contrats ANR et plusieurs projets régionaux mais est peu impliquée dans des projets partenariaux directs avec des acteurs économiques.

- **Appréciation sur le projet :**

Le projet de l'équipe s'inscrit dans la continuité des travaux antérieurs puisqu'il s'agit de poursuivre le développement de nouvelles méthodes permettant la réalisation d'interventions assistées par ordinateur principalement dans le domaine cardio-vasculaire et oncologique. Il s'agit d'une recherche originale, et ambitieuse. La volonté de l'équipe est très clairement de pousser beaucoup plus loin ses développements. Il semble que cette équipe a l'opportunité de passer à la vitesse supérieure lors du prochain contrat quinquennal. En effet, l'équipe se renforce par l'arrivée d'une partie des effectifs venant de l'équipe ACTIVE, qui renforcera son pôle méthodologique et son pôle clinique dans le domaine cardiologique. De plus, l'équipe bénéficiera des coopérations avec la start-up Therenva, de la plateforme Thera-Image et du renforcement des plates-formes technologiques hospitalo-universitaire dans le domaine de l'imagerie (IRM en particulier) et de la radiothérapie



(acquisition d'un Cyberknife en 2012). L'équipe paraît donc bénéficier des moyens nécessaires à ses ambitions. Le projet présenté paraît totalement crédible.

- Conclusion :

- Avis global sur l'équipe :

Les équipes IMPACT et ACTIVE sont des équipes solides et très dynamiques, menant une recherche originale et ambitieuse, à fort potentiel applicatif dans le domaine clinique et industriel. La production scientifique est abondante et de qualité, l'équipe présente une bonne attractivité et une bonne visibilité nationale et internationale.

- Points forts et opportunités :

La future équipe IMPACT présente un bon équilibre entre son pôle méthodologique et son pôle clinique. Les relations entre ces deux mondes différents semblent gérées de façon exemplaire. Elle bénéficie de la collaboration avec la start-up Therenva, le CIC-CIT et a accès à des plates-formes hospitalo-universitaires conséquentes dans le domaine du diagnostic (imagerie) et du traitement (cardiologie, chirurgie, radiothérapie). Ce sont des atouts importants pour permettre d'aller encore plus loin dans la valorisation de ses travaux de recherche. Les liens forts existant entre certains membres des équipes qui fusionnent offrent aujourd'hui une opportunité de renforcer les synergies entre les thématiques de ces deux équipes. Cette phase de regroupement contribuera certainement à accroître encore la qualité de la production scientifique.

- Points à améliorer et risques :

Les développements des équipes devraient pouvoir être plus rapidement mis à la disposition des utilisateurs potentiels et les développements obtenus doivent pouvoir bénéficier d'une « maintenance ». Ces tâches sont encore aujourd'hui effectuées en grande partie par des chercheurs, ce qui risque de représenter un frein considérable à l'avenir. Il est donc nécessaire de renforcer le pool d'ingénieurs de développement au sein de cette équipe.

D'autre part, les orientations de l'équipe tendent vers l'imagerie multimodale pour guider la thérapeutique. Il semblerait dommage de ne pas inclure à l'avenir dans le pool des cliniciens suffisamment d'imageurs représentant ces modalités.

- Recommandations :

L'équipe IMPACT doit s'efforcer d'obtenir un nombre suffisant d'ingénieurs de développement et doit s'ouvrir à des coopérations plus directes avec les différents spécialistes de l'imagerie, en particulier dans le domaine de l'imagerie fonctionnelle et moléculaire.

- Il serait par ailleurs souhaitable :
- d'améliorer l'intégration des personnels des établissements distants.
- de développer les interactions avec les autres équipes.
- de poursuivre l'effort de publications déjà très payant en visant notamment une production encore plus affirmée de revues et conférences d'ordre méthodologique.



Intitulé UR / équipe	C1	C2	C3	C4	Note globale
Laboratoire Traitement du Signal et de l'Image (LTSI)	A+	A	A+	A+	A+
SESAME	A+	A	Non noté	A+	A+
SEPIA	A+	A+	Non noté	A+	A+
METRIQ	Non noté	Non noté	Non noté	A+	Non noté
IMPACT	A+	A	Non noté	A+	A+

- C1 - Qualité scientifique et production
 C2 - Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement
 C3 - Gouvernance et vie du laboratoire
 C4 - Stratégie et projet scientifique

Statistiques de notes globales par domaines scientifiques

(État au 06/05/2011)

Sciences et Technologies

Note globale	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	Total
A+	6	9	12	8	12	11	58
A	11	17	7	19	11	20	85
B	5	5	4	10	17	8	49
C	2	1	2				5
Total	24	32	25	37	40	39	197
A+	25,0%	28,1%	48,0%	21,6%	30,0%	28,2%	29,4%
A	45,8%	53,1%	28,0%	51,4%	27,5%	51,3%	43,1%
B	20,8%	15,6%	16,0%	27,0%	42,5%	20,5%	24,9%
C	8,3%	3,1%	8,0%				2,5%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Intitulés des domaines scientifiques

Sciences et Technologies

- ST1 - Mathématiques
 ST2 - Physique
 ST3 - Sciences de la terre et de l'univers
 ST4 - Chimie
 ST5 - Sciences pour l'ingénieur
 ST6 - Sciences et technologies de l'information et de la communication

Rennes, le 22 février 2011

Monsieur Pierre GLORIEUX
Directeur de la section des unités de recherche
Agence d'Evaluation de la recherche et de
l'Enseignement Supérieur (AERES)
20, rue Vivienne
75002 PARIS

Vos réf. : S2UR120001329
LTSI - 0350936C

Monsieur le Directeur,

Je vous adresse mes remerciements pour la qualité du rapport d'évaluation fourni à l'issue de la visite du comité d'expertise concernant l'unité mixte de recherche « **Laboratoire Traitement du signal et de l'Image (LTSI)** ».

L'université de Rennes 1 sera particulièrement attentive à ce que les recommandations formulées par le comité de visite soient prises en compte.

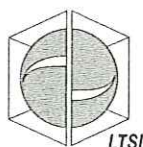
A la lecture de ce rapport, vous trouverez ci-joint, les réponses du directeur d'unité auxquelles nous souscrivons en totalité, en y ajoutant quelques précisions sur les deux éléments suivants :

- ✗ Comme clairement et très positivement identifié dans le rapport, cette unité de recherche mène une activité centrale et très dynamique sur l'interface disciplinaire STIC/Santé. Ce thème est fortement représenté au sein de l'université de Rennes 1 et constitue un axe stratégique de la politique scientifique de l'université de Rennes 1 et de ses partenaires (Inserm, CHU). A ce titre, nous impulserons une coordination scientifique renforcée de l'ensemble des structures de recherche qui se situent sur cette interface disciplinaire au cours du prochain contrat quinquennal.
- ✗ Le second élément marquant à mettre en exergue et à l'actif de l'unité LTSI, est ses collaborations internationales pérennes (dont un LIA), dimension stratégique que l'université de Rennes 1 souhaite également soutenir très vivement dans le cadre de la visibilité et de l'attractivité à l'international de ses filières de formation et de recherche.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de ma considération distinguée.

Le Président de l'Université de Rennes 1


Guy CATHELINEAU



**Éléments de réponse
au
rapport d'évaluation AERES de l'Unité Mixte de
Recherche Université de Rennes 1 – Inserm**

Laboratoire Traitement du Signal et de l'Image

LTSI - UMR Inserm 642

La direction du LTSI élargie aux responsables des équipes instituées, au nom de l'ensemble du personnel du laboratoire, souhaite remercier vivement les membres du comité d'évaluation pour la qualité de leur écoute, pour l'atmosphère conviviale empreinte de rigueur qu'ils ont su créer lors de l'évaluation sur site et pour la justesse et l'équilibre du rapport d'évaluation produit. Les analyses et recommandations du comité nous confortent dans nos choix stratégiques en matière de recherche et de valorisation et nous encouragent à poursuivre les efforts initiés pour encore mieux asseoir l'ensemble de nos activités et relever un certain nombre de défis scientifiques et techniques.

Le LTSI, dans le cadre de son projet d'unité, a toujours attaché une importance majeure à l'émergence de nouveaux thèmes de recherche avec un souci permanent de fédération de nos moyens. Dans le quadriennal 2004-2007, ce fut le cas avec la création de l'équipe IMPACT autour d'un noyau restreint de chercheurs multidisciplinaires. Cette équipe a su se développer, notamment grâce à une mobilisation consensuelle des moyens humains et financiers du laboratoire, pour devenir une des équipes clé en matière de recherche, de valorisation et d'interface avec la recherche clinique. La création de l'équipe METRIQ s'inscrit dans ce même esprit de renouvellement dynamique de nos axes de recherche en s'appuyant d'une part, sur les compétences de chercheurs de renom nouvellement arrivés et, d'autre part, en redéployant en interne des forces ayant des savoir-faire complémentaires. Cette démarche assure le renouvellement des idées et minimise les risques inhérents d'éparpillement de notre potentiel.

Le renforcement de nos partenariats académiques avec des leaders internationaux se poursuit graduellement avec comme objectif l'établissement de relations inscrites dans la durée. C'est le cas récemment avec l'Université du Michigan (Centre for Arrhythmias Research, Ann Arbor), avec le National Cancer Institute à Amsterdam ou encore avec le CSIRO ICT Center de Brisbane (centre de recherche relevant de l'agence australienne des sciences) où nous avons recruté pour la rentrée universitaire 2009 un Maître de Conférences.

Éléments de réponse concernant l'équipe EPIC / SESAME

Sur la période 2006-2010, l'équipe EPIC a accueilli 5 chercheurs en stage post-doctoral (G. Birot, S. Demont-Guinard, B. Molae-Ardekani, S. Blanchard, X. Luciani). Deux chercheurs (GB, SDG) ont obtenu leur thèse à l'Université de Rennes 1. Deux autres ont obtenu leur thèse à l'Université d'Angers (SB) et l'Université de Nice-Sophia Antipolis (XL). Enfin, l'un des post-doctorants, d'origine Iranienne (BMA), a effectué sa thèse en co-tutelle entre l'Université de Rennes 1 et l'Université Sharif de Technologie de Téhéran.

L'équipe EPIC se compose de 8 chercheurs permanents (2 CR, 1 DR, 2 MCU, 2 PR, 1 PH). Ce potentiel humain a été complété, depuis la visite sur site en novembre, par l'accueil d'un Maître de Conférences (spécialisation en électrophysiologie) déjà en poste à Rennes 1. De plus, le recrutement d'un second Maître de Conférences (poste 61MCF-1514, dont le profil est traitement du signal et modélisation intégrative) est prévu au printemps prochain avec une prise de fonction en septembre 2011.

Depuis 2008, l'équipe EPIC a déjà recentré son activité de traitement de l'information et de modélisation autour d'une seule cible clinique (l'épilepsie). Les activités de recherche liées à l'audition ont été progressivement arrêtées, anticipant ainsi le départ en retraite de l'un des chercheurs impliqués (G Faucon, Pr) sur ce thème.

Par ailleurs, des priorités ont été fixées sur les différents thèmes à développer au cours du prochain quinquennat. En particulier, le traitement des signaux électrophysiologiques et leur modélisation restent les deux axes directeurs, dans une perspective d'amélioration des procédures diagnostique et thérapeutique.

L'élaboration de méthodes adaptées à la complexité des signaux recueillis passe nécessairement par une recherche méthodologique amont en traitement du signal. La validation des modèles, quant à elle, passe par une phase expérimentale. Celle-ci est désormais effectuée au sein de l'équipe ce qui optimise considérablement la boucle « prédiction-validation ». Plus qu'un éparpillement, nous considérons que c'est une richesse que de réunir ces différentes composantes au sein d'une même équipe.

Éléments de réponse concernant l'équipe SEPIA

Les synergies entre les membres cliniciens et méthodologistes de l'équipe SEPIA sont dans des phases ascendantes comme le montrent les derniers projets de recherche obtenus et financés par l'ANR (A.O TecSan) et le programme PHRC (A.O régional/national) : ces projets sont portés par les uns et impliquent explicitement les autres. Le CIC-IT de Rennes, dirigé par deux membres de l'équipe, est très certainement un élément favorisant cette dynamique.

Les développements méthodologiques et les innovations technologiques, fruits du travail collectif des membres de l'équipe, sont portés sur le terrain clinique et souvent valorisés auprès d'industriels partenaires. Les chercheurs comme les cliniciens, impliqués tout au long de cette chaîne, s'efforcent de flécher des moyens financiers sur ressources propres pour recruter des ingénieurs sur CDD. Nous sommes profondément convaincus que l'octroi par nos tutelles d'un ou

deux emplois d'ingénieurs permanents permettrait non seulement d'amplifier nos recherches mais aussi d'accroître sensiblement nos partenariats industriels.

L'intégration de modalités d'imagerie (IRM et US) dans le projet de l'équipe SEPIA sera menée en lien étroit avec les équipes IMPACT et METRIQ et les plateformes locales et régionales. Dans ce contexte, une réflexion sur l'exploitation de l'imagerie TEP sera engagée.

Nous avons, après réflexion en interne au laboratoire, décidé de ne pas nous investir dans le développement de modèles expérimentaux gros animal que ce soit en insuffisance cardiaque ou en néonatalogie. De tels développements requièrent en effet des moyens en particulier humains significatifs que nous ne pouvons pas mobiliser sans affecter les axes stratégiques de recherche de l'équipe. Nous avons donc opté pour la construction de partenariats académiques stables avec des leaders dans ce secteur, en particulier au Québec, nous permettant d'avoir accès à des modèles animaux et / ou à des données expérimentales qui s'y rattachent (Porc pour la cardiologie – Institut de Recherche Clinique de Montréal & Université de Laval ; Agneau pour la néonatalogie – Université de Sherbrooke) pour la mise au point de certaines de nos solutions méthodologiques et technologiques.

Éléments de réponse concernant l'équipe METRIQ

METRIQ est une équipe en émergence ; conforter son potentiel chercheur et ingénieur est une priorité. Depuis le dépôt du dossier AERES en septembre 2010, un radiologue a rejoint l'équipe et un poste de Professeur des Universités (poste 85-61PR-0052, profil : Méthodologie et Technologie en IRM-RMN et Spectroscopie localisée) est à pourvoir pour septembre 2011.

L'équipe bénéficie d'un accès privilégié aux plateaux techniques à la fois de l'IFR 140 et de ceux du GIS Europa (IRM 4,7T, IRM 3T, IRM 1,5T, IRM 0,7T et différents spectromètres RMN). Ceci lui offre un très bon environnement pour la conduite de ses travaux méthodologiques et expérimentaux (développements d'instruments & méthodes quantitatives et évaluations *in vitro* et précliniques sur modèles animaux). Elle a aussi accès pour ses recherches et transfert vers la clinique aux plateaux techniques du CHU de Rennes (IRM 3T et IRM 1,5T).

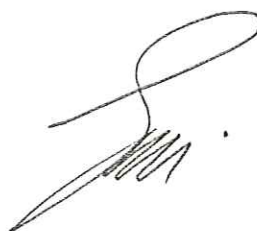
Réponse concernant l'équipe ACTIVE - IMPACT/ IMPACT

Même si les développements et la mise à disposition des utilisateurs potentiels sont favorisés par les collaborations industrielles et notamment avec la start-up Therenva valorisant les travaux de l'équipe, il est clair que ces développements pourraient être accélérés par un pool d'ingénieurs au sein de l'équipe comme le mentionnent les rapporteurs. Si la démarche est amorcée en s'appuyant sur des recrutements systématiques d'ingénieurs sous CDD (en plus de post-doctorants) dans les projets ANR notamment, l'objectif est effectivement de recruter des personnels ingénieurs de développement permanents en support des chercheurs.

Nous sommes par ailleurs conscients de l'importance d'établir des coopérations plus directes avec des cliniciens du domaine de l'imagerie fonctionnelle et moléculaire. Cette démarche a été entamée récemment et doit se poursuivre avec des cliniciens du domaine de l'imagerie nucléaire notamment (Pr. P. Bourguet, Pr. E. Garin).

Outre les collaborations intra-unité envisagées dans le projet avec l'équipe SEPIA sur le thème de la thérapie par resynchronisation cardiaque (CRT), en particulier dans le contexte de la plateforme Thera-Image, et avec l'équipe METRIQ sur l'exploitation de l'IRM dans le contexte de la radiothérapie guidée par l'image (IGRT), notre objectif est d'étendre nos collaborations internationales au delà du LIA franco-chinois. Des actions sont déjà engagées dans ce sens avec par exemple le CSIRO ICT Centre (Brisbane, Australie) et le NKI - National Cancer Institute (Amsterdam, Hollande).

Le Directeur

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized loop at the top and several horizontal strokes below it.

Lotfi SENHADJI
Professeur des Universités