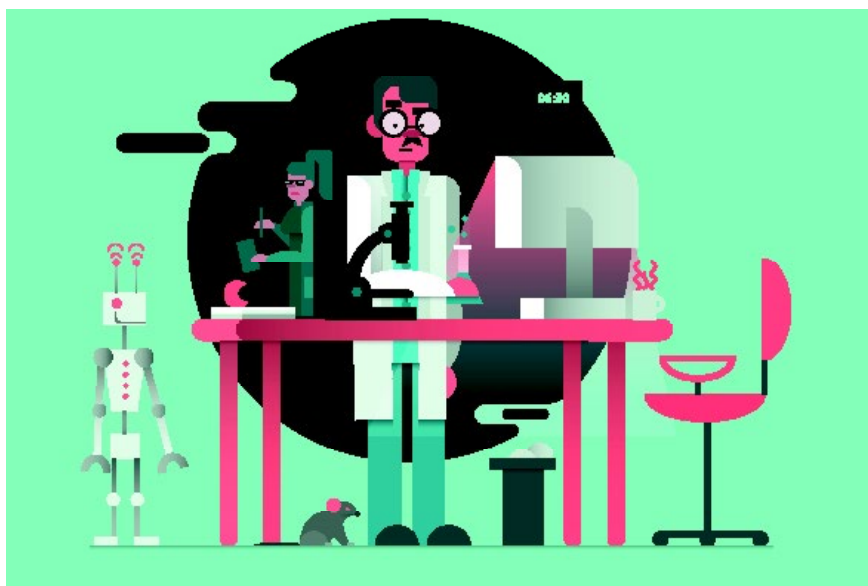


IMAGERIE d'AVENIR

POUR LA CRÉATION D'UNE FILIÈRE FRANÇAISE DE L'IMAGERIE MÉDICALE



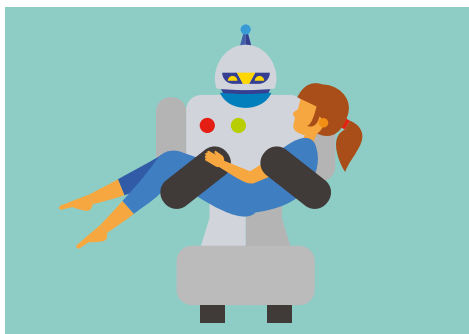
L'industrie : Le maillon manquant

Rencontre avec Cédric Matthews,
Ingénieur de recherche CNRS

—
p.03

Être soigné par des robots ou des médecins et chirurgiens assistés par des robots ?

—
p.02



Occupons-nous de notre santé !

la France a un énorme potentiel reconnu internationalement mais manque d'industriels majeurs prêts à développer et exploiter ces richesses technologiques.

—
p.02



Il nous faut un leader mondial puissant !

Entretien avec Marie-Aude VITRANI,
maitre de conférence à l'ISIR

—
p.04



Nous contacter

Laurent TROMBINI
Représentant de la Coordination CGT Thales
Tél. 01.39.67.47.85
laurent.trombini@thalesgroup.com

Nous écrire

Coordination CGT Thales
Thales Electron Devices
2, rue Marcel Dassault
78140 VELIZY



Découvrez tous nos articles sur : www.imageriedavenir.fr

Occupons nous de notre santé !

Il y a près d'un an que notre dernier bulletin vous était présenté¹. Cependant, le Groupe de Travail CGT sur les technologies de la santé n'est pas resté inactif ! En effet, depuis 4 ans que nous travaillons sur cette filière, nous avons pu progressivement en mesurer les principaux enjeux. Nous avons poursuivi notre veille sur le sujet, participé à des conférences et effectué des entretiens avec divers acteurs intéressés par notre action.

A chaque fois, un même constat : la France a un énorme potentiel reconnu internationalement mais manque d'industriels majeurs prêts à développer et exploiter ces richesses technologiques. Les programmes stratégiques et les financements du CGI n'ont pas modifié la situation, il n'y a toujours pas d'investisseurs en France pour assurer le développement et les grands groupes en quête de rendement financier optimal refusent le risque industriel, les grands groupes étrangers pillent (ou étouffent nos start-ups !

Le Livre Blanc du G5 Santé* (octobre 2016) intitulé « Faire de la France un grand pays des industries de santé » reconnaît que la transformation des résultats scientifiques se heurte à des obstacles et souhaite faire de la R&D des entreprises le « fer de lance de l'innovation médicale » et soutenir la production sur le territoire national. Malheureusement, les industriels français de la santé se concentrent essentiel-

lement sur ce qui existe déjà soit l'industrie des médicaments ou sur le développement de l'e-santé. Le Comité stratégique de la filière relaie ces objectifs (rapport e-santé 2016) et la France semble donc avoir définitivement abandonné la production des équipements aux grands groupes étrangers (37% du marché français à General Electric). Seules, quelques PME, très spécialisées, s'illustrent à l'international sur le secteur de l'imagerie.

En ce qui concerne l'imagerie médicale (6Mds € par an à la charge de l'assurance maladie), la Cour des Comptes remarque dans son rapport 2016 que les établissements français sont souvent équipés de modèles haut de gamme polyvalents (standards largement préconisés par les vendeurs car très rentables) alors qu'il faudrait plutôt adapter les investissements aux besoins réels pour une meilleure répartition sur le territoire. Il y aurait donc une place pour des équipements nouveaux et mieux ciblés ? On retrouvera cette démarche dans l'interview de M.A.

Vitrani dans le domaine de la robotique. Les entreprises vendent de la technologie clé en main aux praticiens sans se préoccuper de la culture du pays ni des besoins identifiés. Par ailleurs, la tarification aux actes (T2A) mise en place tend à surévaluer les actes techniques en oubliant les personnes, ce que déplorent les soignants.

Il est aussi noté que les systèmes d'archivage et de communication électronique (PACS) sont potentiellement de puissants outils pour améliorer l'efficacité de l'imagerie et apporter des économies significatives en particulier en évitant la redondance des actes (40% d'examen évitables) mais encore faut-il régler les problèmes d'interopérabilité et de sécurisation des données ! Moins d'un tiers des PACS communiquent avec d'autres acteurs du territoire !

Certains industriels ont saisi l'importance d'entrer dans le domaine de la santé comme Dassault Systèmes qui met sa plate-forme virtuelle 3D à la disposition de l'INSERM pour modéliser la complexité biologique et effectuer des expérimentations cliniques virtuelles. Ce type de collaboration pourrait très certainement être envisagé avec Thales ! Comme les activités de défense, l'industrie de la santé doit être considérée comme stratégique, car non seulement elle offre une opportunité de développement mais elle doit aussi assurer l'indépendance sanitaire de notre pays. Notre sécurité sociale a besoin d'une industrie médicale maîtrisée sur le territoire. **Notre revendication d'une 6ème verticale « industries médicales » dans Thales garde tout son sens.**

“Adapté les investissements aux besoins réels pour une meilleure répartition sur le territoire ”

“Faire de la France un grand pays des industries de santé”

Etre soigné par des robots ou des médecins et chirurgiens assistés par des robots ?

Deux approches diamétralement opposées conduisant à la question du maintien ou non, du médecin, du chirurgien dans la boucle de contrôle.

• Une approche bâtie sur l'idée d'une automatisation totale, l'Homme étant perçu comme le maillon faible, qu'il faut sortir de la boucle. Approche qui a ses adeptes dans Thales tel Christian Doherty pour qui « le problème, avec les humains, c'est ...qu'ils sont humains² ».

• Une autre approche consiste à penser la technique comme un apport à l'action humaine, tel Michel L'Hour³ pour qui le robot humanoïde

Ocean One « ne remplace pas l'homme, il est piloté par un humain qui ressent dans sa main les objets, les gens parlent d'intelligence artificielle, il n'en a pas, c'est un avatar d'être humain » ... « Pour être pilote de robot, il faut apprendre le métier traditionnel.⁴».

La tendance anglo-saxonne balance fortement pour la première approche. Ce n'est pas ce que nous souhaitons.

¹ Disponible sur le site www.imagerie-davenir.fr
² Thales Innovations n°5- Avril 2016

³ Archéologue, directeur du Département des Recherches Archéologiques et Subaquatiques et Sous Marines.

⁴ France Inter - Futur antérieur, émission du 13 novembre 2016. <https://www.franceinter.fr/emissions/demain-la-veille/>

demain-la-veille-13-novembre-2016

L'industrie : le maillon manquant



Nous avons rencontré Cédric Matthews, Ingénieur de recherche CNRS, Responsable du Service Imagerie à l'Institut de Biologie du Développement de Marseille.

Cette rencontre nous a permis de découvrir un monde périphérique à l'imagerie médicale, l'imagerie scientifique pour la biologie, cruciale pour l'étude des cellules et le développement de thérapies innovantes. Un domaine ou l'absence d'industriels français est également à déplorer. Cette imagerie optique à très haute résolution et ultrarapide s'appuie sur de nombreuses disciplines dont les mathématiques, l'informatique, les biosenseurs, l'imagerie multiéchelle. On y retrouve évidemment les compétences développées pour des systèmes Thales...

A l'issue de notre discussion, Cédric Matthews et son collègue Laurent Héliot, également Ingénieur de Recherche CNRS et directeur du Groupement de Recherche MIV (Microscopie et Imagerie du Vivant) nous ont adressé un texte que nous portons à votre connaissance.

La biophotonique constitue une discipline émergente depuis le début des années 2000. Elle s'adresse très directement, mais aussi de manière indirecte et plus fondamentale aux enjeux sociétaux. Elle couvre les sciences de la vie, la santé humaine (oncologie, ophtalmologie, maladies neurodégénératives, maladies cardiovasculaires...), la santé animale, l'environnement, l'agroalimentaire et la biométrie dans son acception large (sécurité des personnes et capteurs biologiques). La biophotonique porte sur : «l'utilisation des rayons visibles, ultra-violet, infrarouges pour l'analyse, le traitement, ou la modification d'objets biologiques complexes». Le marché industriel potentiel de la biophotonique est estimé à

“Le marché industriel potentiel de la biophotonique est estimé à quelque dizaine de milliards d'euros...”

quelques dizaines de milliards d'euros avec une croissance supérieure à 10% par an sur les 20 dernières années. La progression potentielle estimée est de l'ordre d'un facteur 6 pour les dix années à venir. Différentes études internationales mettent en évidence un contexte de forte compétitivité liée en particulier à l'existence d'un large marché de 63 Milliards de dollars.

Les enjeux industriels sont tels que certains pays comme les Etats-Unis, le Royaume-Uni, le Canada ou encore l'Allemagne ont décidé de mener une politique très active dans ce domaine de la biophotonique, qui se traduit par la mise en place de soutiens conséquents à la recherche et au développement. Aux Etats-Unis, la NSF (National Science Foundation) investit 52 millions d'euros sur 10 ans pour le Centre de Biophotonique à l'Université de Davis en Californie (<http://cbst.ucdavis.edu/>), et contribue largement au premier programme national d'études supérieures spécialisées en biophotonique. Cela nécessite des moyens humains et matériels importants et une grande liberté d'investigation, à l'image du Janelia Farm inauguré en 2006 près de Washington (<http://www.hhmi.org/janelia/>). En Allemagne, il existe un réseau de recherche avec une cinquantaine de projets et des applications dans les domaines de la médecine et chirurgie, de l'environnement et de l'agroalimentaire (investissement de 50 millions d'euros sur 5 ans). Plus récemment, en France, le PIA a investi 25 millions d'euros sur 10 ans dans l'infrastructure France Bioimaging.

Depuis quelques années, en France, de nombreuses start-up et PME ont vu le jour dans le domaine de l'imagerie scientifique (Imagine Optic, Errol-laser, Phasics, Bioaxial, Oxxius, Phaseview, Abbelight, Iprasense...). Au niveau international, les principaux équipementiers se trouvent en Allemagne (Zeiss, Leica qui appartient au fond d'investissement Danaher) et au Japon avec Nikon et Olympus. Récemment, General Electric ayant rache-

té l'américain Applied Precision s'est lancé dans la microscopie photonique à haute résolution. Notons qu'il n'existe pas en France d'équivalent aux sociétés Zeiss ou Leica, qui pratiquent une stratégie de rapprochement avec les laboratoires pour capter l'innovation technique de rupture là où elle apparaît. Il subsiste donc un déficit du transfert efficace de technologie de l'échelle académique vers l'échelle industrielle. Ce sont souvent des start-up qui prennent le relais mais elles sont rapidement écrasées dans le rapport de force avec la « grande distribution de l'imagerie ». Un opérateur national d'envergure, proche des laboratoires académiques et ayant des capacités d'intégration rapide et concurrentielle des systèmes mis au point pour les commercialiser, aurait donc toute sa place aujourd'hui !

“Il subsiste un déficit du transfert efficace de technologie de l'échelle académique vers l'échelle industrielle”

Les enjeux technologiques et scientifiques sont aussi extrêmement importants au niveau académique. Ainsi en 6 ans, deux prix Nobel de chimie ont été attribués pour des découvertes qui ont bouleversées l'imagerie. En 2008, Robert Tsien a reçu le prix Nobel de chimie avec Osamu Shimomura et Martin Chalfie pour la découverte et le co-développement de la protéine fluorescente verte (dite GFP) extraite de la méduse *Aequorea victoria*. Cette protéine par construction génétique peut être greffée à une protéine d'intérêt, la rendant traçable par un microscope à fluorescence dans un tissu, à l'intérieur d'une cellule vivante. En 2014, un autre prix Nobel a été attribué à Eric Betzig, Stephan Hell et William E Moerner, pour le développement de la microscopie photonique à très haute résolution permettant de dépasser les limitations résolutive imposées par les lois de la diffraction.

Au niveau national, la communauté scientifique française a été l'une des premières à s'organiser de manière interdisciplinaire par la création en 2003 d'un groupement de recherche au sein du CNRS le GDR «Microscopie et imagerie du vivant» (<http://gdr-miv.fr>). Ce GDR regroupe plus de 110 laboratoires académiques et environ 25 entreprises na-

tionales ou internationales du domaine de la biophotonique. Les activités du GDR portent sur l'animation et la veille scientifique, mais aussi sur la formation par l'organisation tous les deux ans d'une école thématique reconnue au niveau international: MiFoBio (Microscopie Fonctionnelle en Biologie). Cette école unique au monde de par son organisation (<http://gdr-miv.fr/mifobio2016/>), rassemble durant 7 jours, plus de 400 participants autour de cours, séminaires et ateliers pratiques réalisés sur des équipements mis à disposition par les laboratoires et plus de 35 partenaires industriels. Cette formation est également

soutenue par le réseau technologique RT-mfm (<http://rtmfm.cnrs.fr>) qui regroupe les plates-formes technologiques académiques depuis 2003. En 2012, une partie de ces plates-formes s'est organisée dans le cadre de deux infrastructures Nationales en Biologie Santé du PIA. D'une part France BioImaging-« FBI » (<https://france-bioimaging.org>) et d'autre part France Life Imaging « FLI » pour l'imagerie médicale (<https://www.francelifeimaging.fr>). FBI est le représentant français dans le projet européen EuroBioImaging (<http://www.eurobioimaging.eu/>) de structuration des plates-formes en Europe.

Comme nous l'avions déjà analysé pour l'imagerie médicale, le dynamisme de la recherche ne se traduit pas dans le domaine industriel en France où trop peu d'investisseurs répondent à la demande. Alors, pourquoi pas, là encore, s'appuyer sur les compétences techniques et commerciales développées dans certains grands groupes nationaux pour construire un pôle industriel spécifique ?

Il nous faut un leader national puissant !



Suite au séminaire « Le Numérique et la Santé entre risque et opportunités ? » nous nous sommes entretenus avec Marie-Aude VITRANI, Maître de conférence à l'ISIR (Institut des Systèmes Intelligents et de robotique de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris 6))

L'avenir de la chirurgie, c'est le robot, la télémanipulation ! Où en sommes nous réellement ?

Dans les années 90, des robots d'assistance à la chirurgie ont été développés sur la base des techniques utilisées dans l'industrie nucléaire : un robot réalise l'intervention, piloté à distance par le chirurgien. C'est la télémanipulation. L'opération Lindbergh réalisée le 7 septembre 2001 est sans doute la plus belle illustration de la télémanipulation puisqu'un chirurgien situé à New York a opéré une patiente située à Strasbourg. Au-delà de l'aspect spectaculaire, cette intervention marque le début de l'entrée des robots dans les blocs opératoires et du plus célèbre d'entre eux : le robot Da Vinci du géant américain Intuitive Surgical. En 2013, on dénombre dans le monde plus de 3000 robots Da Vinci dans les hôpitaux (80 en France). De tels dispositifs permettent de

faciliter les procédures chirurgicales minimalement invasives notamment en redonnant du confort au praticien et en réduisant la courbe d'apprentissage. Cependant, les robots chirurgiens télémanipulés restent très coûteux (2 millions d'euros par dispositif), encombrants et souffrent de limitations techniques importantes (pas de ressenti de l'interaction entre les instruments et les organes, installation longue et fastidieuse, etc.) et impactent beaucoup l'organisation du travail et les métiers du bloc opératoire.

Vous avez souligné l'existence d'une solution mieux intégrée : la comanipulation...

Depuis 10 ans, on voit naître un nouveau paradigme : celui de la comanipulation. Il ne s'agit plus de manipuler les instruments à distance mais de manipuler avec le robot. En premier lieu, cela permet de ramener le chirurgien au plus près du patient et au cœur de l'équipe chirurgicale. Ainsi, l'organisation générale de l'équipe n'est pas modifiée et les capacités de communication verbale ou non verbale sont préservées. De plus le praticien manipulant directement l'instrument chirurgical, il retrouve sa pratique usuelle et ses sensations directes dans l'interaction entre les instruments et les organes. Le robot intervient alors comme un filtre ou un guide destiné à améliorer le geste du praticien tout en laissant le praticien maître du geste qu'il réalise. Idéalement, la pratique chirurgicale reste inchangée par l'utilisation d'un robot comanipulé. La conception de tels systèmes suppose donc de réunir tous les acteurs du bloc opératoire afin d'appréhender correctement les questions des usages de ces

nouvelles technologies et de leur impact sur l'organisation professionnelle.

Cela entraîne-t-il une évolution notable des équipements ?

De façon évidente, l'imagerie médicale a révolutionné la pratique chirurgicale. Le couplage entre robotique et imagerie permet non seulement de fournir des informations capitales aux dispositifs d'assistance mais aussi de faciliter la reconstruction 3D ou les fusions d'images en utilisant les mesures issues des capteurs du robot. D'ailleurs parmi les acteurs majeurs du monde médical, on observe que les géants de l'imagerie médicale (GE Healthcare, Siemens, Philips) s'intéressent de plus en plus à la robotique.

Comment se situe la France dans le domaine ?

Dans ce domaine, la politique de l'état incite fortement à transférer les résultats des recherches, cela a permis notamment que de nouveaux dispositifs soient commercialisés. Cette politique permet une activité très intense au niveau des start-up et de quelques PME-PMI. A titre d'exemple on peut citer le succès du robot comanipulé ROSA de la société Medtech pour la neurochirurgie. De nombreux acteurs développent aujourd'hui une branche médicale (BA Systèmes Healthcare par exemple). La France est ainsi le 5ème acteur mondial de l'innovation en santé. Pourtant, il manque encore un leader national puissant pour asseoir cette filière et permettre de déployer ces nouvelles technologies à l'échelle mondiale.