

→ D'importantes avancées médicales réalisées grâce aux collaborations pluridisciplinaires grenobloises

Timeline of key milestones:

- 1962** Ouverture de la Section de Médecine de Grenoble
- 1970** Prix Nobel de Louis Néel pour ses travaux sur le magnétisme
- 1967** Développement de la chirurgie artérielle et veineuse
- 1969** Début de l'information des dossiers médicaux
- 1970** Expériences de magnétoencéphalogramme
- 1974** Brevets sur les capteurs de biomagnétisme
- 1978** Mise en service du premier scanner à corps entier à Grenoble
- 1981** Utilisation de la captomagnétique
- 1983** Commercialisation du magnétoencéphalogramme SAMBA
- 1985** Intégration de l'IRM « Magnéscan 5000 Gauss » au CHU
- 1989** Utilisation de l'IRM en chirurgie électrocoagulée (IMCAO)
- 1992** Conception du prototype de l'IMCAO

L'organisation est organisée autour de trois thématiques identifiées sur ce plan par trois couleurs :

- La Médecine
- l'Imagerie
- l'Informatique

Sigles

- CHU Centre hospitalier universitaire
- CEA Commissariat à l'énergie atomique (ancien CENG)
- CENG Centre d'études nucléaires
- LETI Laboratoire d'électronique et de technologie de l'information
- IMAG Institut d'informatique et mathématiques appliquées de Grenoble
- TIMC Laboratoire de l'IMAG consacré aux Techniques de l'ingénierie médicale et de la complexité
- TIMB Equipe du laboratoire TIMC dédiée aux Techniques de l'informatique et de la modélisation en biomédecine
- DGR Compagnie générale de radiologie
- ILL Institut Louis-Langevin
- CRIB Centre régional d'information hospitalière
- DOSTAM Dossier statistique de l'activité médicale
- IMCAO Geste médicaux et chirurgicaux assistés par ordinateur

Text on the right side of the diagram:

Le neuramate est un robot de chirurgie électrocoagulée basé sur le système à bras pivotant des années 1980, par équipe IMCAO du laboratoire TIMC.

Le premier prototype, développé par François Chassat et son équipe, est installé dans l'unité de neurochirurgie du CHU de Grenoble en 1989.

Le neuramate est un système robotisé à bras articulé associé à un ordinateur. Il permet de développer la trajectoire des instruments lors d'interventions sur le cerveau ou la moelle épinière, qui peuvent être guidées avec une précision du geste neurochirurgical qui rend l'automatisation possible.

La dernière génération de ce robot atteint une précision de l'ordre de 0,1 mm.

Le neuramate est un robot électrocoagulé à bras articulé, il permet de guider les gestes de neurochirurgie de la moelle épinière et du cerveau.

Projet de neurochirurgie assistée par ordinateur.

Cyrielle Ruffo, en service civique Mémoire et citoyenneté à l'ACONIT, en collaboration avec Xavier Hiron.

1

Durant ces dernières décennies, le domaine médical a cherché à se doter de nombreux appareils qui ont bouleversé la manière d'opérer les patients. Ces innovations ont permis aux médecins, et notamment aux chirurgiens, de repousser les limites de la science et de mieux prendre en charge le soin de nombreuses affections.

La mise au point du robot Neuromate, tout comme celle du dispositif IGOR (Image Guided Operating Robot), fut emblématique de l'essor de la neurochirurgie stéréotaxique robotisée. Le Neuromate fut l'un des tout premiers dispositifs de Chirurgie Assistée par Ordinateur (GMCAO) conçu pour la neurochirurgie, ou chirurgie du cerveau. Sa réalisation n'a mobilisé qu'un budget modeste, de l'ordre de 150 000 francs, (soit environ 25 000 €). Cet appareil est composé de plusieurs parties reproduisant la structure du bras d'un corps humain (tronc vertical, épaule, avant-bras, coude et poignet), dans le but de recréer les gestes du chirurgien. Tout cet ensemble constitue un système à 6 degrés de liberté, pensé de manière à favoriser l'intervention chirurgicale sur le patient.

La mise au point de tels dispositifs intervient dans le contexte du développement de la robotique médicale, à partir de 1984, avec l'essor des GMCAO qui transformèrent radicalement la façon de soigner certaines pathologies, en alliant informatique, mathématiques appliquées et médecine. L'objectif des équipes de GMCAO était de permettre des interventions chirurgicales les plus précises possible à l'aide d'images médicales et/ou de dispositifs de guidage (« navigation chirurgicale ») associés à des robots chirurgicaux, pour permettre aux chirurgiens de dépasser leurs propres limites et d'améliorer la qualité des interventions chirurgicales.



Vues de face et de profil du Neuromate , photo ACONIT

Pour comparaison, le développement du dispositif IGOR s'est effectué dans un cadre universitaire, donnant lieu à la conduite de thèse d'un doctorant, Stéphane Lavallée, sous la direction de deux professeurs de l'Université de Grenoble, Jacques Demongeot et Philippe Cinquin, avec la contribution active d'une spécialiste de robotique, Jocelyne Troccaz. Ces ingénieurs-médecins étaient intégrés du laboratoire TIMC-IMAG (Techniques de l'Ingénierie Médicale et de la Complexité – Informatique, Mathématique et Application, Grenoble) qui œuvre pour rendre accessibles des techniques mêlant informatique et chirurgie. Ses activités sont désormais mondialement reconnues pour la forte contribution apportée dans le développement de l'informatique médicale. Pour sa part, le développement du robot Neuromate a été le fruit d'un partenariat étroit entre le Professeur Alim-Louis Benabid, neurochirurgien au Centre Hospitalier Universitaire de Grenoble et un industriel spécialisé en robotique, François Danel, qui avait créé la société d'Assistance Industrielle Dauphinoise.

Le Neuromate fait donc partie de cette nouvelle génération d'appareils de GMCAO développés dans le cadre d'un projet ciblé. Il permet une disposition optimale du matériel d'opération, avec une meilleure orientation du canon de perçage. Ce système permet également de faire circuler sur la trajectoire voulue une électrode qui enregistre les données, ainsi qu'un trocart à biopsie utilisé pour opérer les prélèvements de tissu sur le corps humain. Les coordonnées établissant la trajectoire du bras robotisé sont prédéfinies sur la base d'images acquises par Imagerie par Résonance Magnétique préopératoires, à l'aide d'un microordinateur, tout en restant à tout moment sous le contrôle du chirurgien pendant la durée de l'opération. Cette technique permet ainsi de sélectionner la cible de l'intervention, tout en restant éloigné des zones qui pourraient présenter un risque pour le patient, en restituant une précision du geste que la main seule n'est pas capable d'obtenir.

(Voir le témoignage du Professeur Alim-Louis Benabid dans la rubrique "Pour en savoir plus" en fin d'article)

Comme tout nouvel appareillage, le Neuromate - comme cela fut aussi le cas pour le dispositif IGOR - a été testé sur des mannequins avant d'être déclaré opérationnel. Il a été utilisé pour la toute première fois lors d'une ponction ventriculaire, opération qui consiste à « introduire une aiguille dans les ventricules latéraux du cerveau ». Son efficacité a été définitivement démontrée lors de la réalisation, en 1993, d'une première mondiale dans le domaine de la neurochirurgie, car le dispositif a permis de contribuer au traitement de la maladie de Parkinson, sans pour autant la guérir. Par son intermédiaire, il est désormais possible d'implanter des électrodes de stimulation au centre du cerveau du patient (technique dénommée la stimulation profonde). Cette technique devenue une pratique mondialement répandue fait partie des solutions de traitement proposées lorsque cette pathologie a atteint son stade terminal.

Pour des raisons de confort d'utilisation, de performance et parce que la plupart des inventions nécessitent des améliorations ultérieures, ces appareillages médicaux ont connu tous deux des évolutions et des ajouts qui leurs ont conféré, au fil du temps, une meilleure ergonomie. Aujourd'hui, le produit industriel dénommé Neuromate est toujours commercialisé par la société Renishaw et a été repensé pour être de mieux

en mieux adapté à la forme humaine. Pour sa part, le système IGOR a inspiré de nombreux autres dispositifs, tels que le robot ROSA, et les données de son système sont désormais programmées directement sur les images médicales elles-mêmes, ce qui donne une nouvelle dimension aux informations gérées par l'appareil et visualisées en continu par le praticien.

L'utilisation des robots Neuromate ou IGOR a par conséquent marqué un tournant dans l'histoire de la neurochirurgie. Le développement purement grenoblois de ces deux appareils, à l'instar d'autres nouvelles spécialisations médicales, a amorcé le début d'une série d'inventions qui ont totalement bouleversé les pratiques hospitalières, de plus en plus robotisées et performantes.

Nous remercions Sylvie Bretagnon, du Musée grenoblois des Sciences médicales, et le Professeur Philippe Cinquin.

Pour aller plus loin :

- *De la mesure à la robotique – recherches médicales et scientifiques au Centre Hospitalier Universitaire de Grenoble – 1960 – 2000, association du Musée Grenoblois des Sciences Médicales, p. 62 à 83*
- <http://musee-sciences-medicales...>
- **Témoignage du Professeur Alim-Louis Benabid en 2006 :** «...Retrouvant en 1987, au cours d'un colloque scientifique organisé par l'Université Joseph Fourier*, François Danel que j'avais connu en mathématiques supérieures au lycée Champollion et qui avait créé une entreprise, l'Assistance Industrielle Dauphinoise (AID) qui fabriquait des robots, je lui avais demandé s'il était possible de me réaliser une machine à positionnement numérique, comme on peut en voir dans les ateliers de mécanique de précision, afin de positionner les instruments de perçage et de propulsion des électrodes dont j'avais besoin en chirurgie stéréotaxique, en donnant à la machine les données numériques des coordonnées, plutôt que de tenter de les afficher avec une relative imprécision sur des curseurs mobilisés manuellement. Il m'avait répondu que ce n'était pas la solution, que son entreprise avait développé un robot universel destiné à effectuer de nombreuses tâches et qu'il suffisait d'adapter aux circonstances particulières de mon activité pour en faire un outil adéquat. L'impératif principal que je présentais était celui de la précision et le principal obstacle ou inconvénient qu'avait son robot était la vitesse. La réduction de celle-ci devait permettre d'optimiser celle-là. (...) François Danel et son équipe ont alors pu réaliser le premier prototype, aujourd'hui dénommé Neuromate ».

* aujourd'hui intégrée dans l'Université Grenoble-Alpes (ndlr)