



INSTITUT DE FRANCE  
Académie des sciences

---

*Séance solennelle de remise des Prix 2007 le 5 février 2008*

**Chirurgie - La Grande Mutation**  
**Discours d'Alain Carpentier, Membre de l'Académie des sciences**

La chirurgie se définit étymologiquement comme l'art de guérir par l'œuvre de la main. Elle fut longtemps un art en effet. Elle l'est de moins en moins. À mesure que les sciences la pénètrent, en décuplent l'efficacité, elles en modifient le visage au point que la chirurgie de demain et le chirurgien lui-même seront fort différents de l'image qu'on s'en fait aujourd'hui. Cette grande mutation de la chirurgie ne peut laisser personne indifférent. Aucun d'entre nous qui n'ait eu, ou n'aura un jour, recours à ses soins.

Naturellement, la chirurgie n'en est pas à ses premiers emprunts aux sciences fondamentales. En quelque quarante ans, de 1860 à 1900, apparaissent, grâce à la physique -l'imagerie médicale, à la chimie -l'anesthésie, à la biologie -l'asepsie et grâce à la physiologie -la réanimation. Ce sont les quatre piliers de la chirurgie.

Roentgen est un physicien allemand des années 1880. Il s'intéresse aux rayons cathodiques. Plaçant un jour sa main entre la source de rayons et une plaque photographique, il a la surprise d'y voir apparaître le squelette de celle-ci. La chirurgie des fractures, des entorses, et autres luxations s'en trouve bouleversée, suivie bientôt, grâce à Bécclère, par la chirurgie des lésions pulmonaires et abdominales.

Henry Davy est un chimiste anglais qui dans les années 1800 s'intéressait au protoxyde d'azote. En inhalant ce gaz, il s'aperçoit qu'il le rend insensible à la douleur puis l'endort avec un réveil extraordinairement euphorique. Le "gaz hilarant" fit longtemps le succès des foires en amusant les badauds mais ce n'est que cinquante ans plus tard que deux chirurgiens dentistes l'utilisèrent chez des patients. Complétée bientôt par l'éther et le chloroforme, l'anesthésie connut un succès foudroyant. Elle permit l'émergence de toutes les spécialités chirurgicales et à la reine Victoria, de bénéficier du premier accouchement sans douleur. Mais elle fit deux victimes inattendues : les dentistes eux-mêmes qui se disputèrent entre eux et avec les chirurgiens la paternité de cette invention, au point de se suicider.

Pasteur est à l'origine un chimiste, devenu comme on le sait le père de la microbiologie. Possesseur d'une vigne en Arbois, il s'intéresse à la fermentation alcoolique et montre en 1860 qu'elle est due à des micro-organismes. C'est le début d'une bataille homérique, dont les échos retentirent longtemps sous cette Coupole, entre Pasteur qui réfutait la génération spontanée et un certain Pouchet qui en restait l'adepte le plus farouche. Pasteur resta longtemps incompris de ses pairs, à l'exception notable d'un chirurgien anglais, Lister, inventeur du concept d'asepsie. Mais opérer proprement, se laver les mains, mettre des gants était trop révolutionnaire pour l'époque. L'asepsie mit quelque trente ans avant de s'imposer partout en chirurgie.

Quant à la réanimation, il fallut attendre Jean Hamburger et quelques autres pour tirer les leçons de Claude Bernard, physiologiste, biologiste renommé, découvreur de la notion de milieu intérieur et quatrième acteur des ces quarante glorieuses années de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle.

Si j'ai brossé rapidement ce tableau des débuts de la chirurgie moderne, c'est, on l'aura compris, pour rendre hommage aux contributions décisives des sciences à la santé des hommes. C'est aussi pour montrer que le progrès n'est pas un long fleuve tranquille qui est souvent mu par les passions et freiné par l'obscurantisme.

Quels sont aujourd'hui en chirurgie les facteurs de progrès, et les forces qui l'animent ? Trois peuvent être cités : les malades, la recherche, l'industrie. Je traiterai ici principalement des malades... c'est à dire de nous tous, si l'on en croit Jules Romain qui faisait dire au docteur Knock : « Tout homme bien portant est un malade qui s'ignore ». Les malades donc redoutent la chirurgie, mais quand elle devient nécessaire - réparer une fracture, changer une valve du cœur, enlever une tumeur du cerveau - ils expriment trois désirs : se réveiller après l'anesthésie, ne pas souffrir et guérir dans les délais les plus brefs. Ces *desiderata* bien compréhensibles sont de mieux en mieux pris en compte aujourd'hui grâce à un nouveau concept : la chirurgie mini-invasive. C'est l'un des plus remarquables volets de la Grande Mutation qui nous occupe. Jugez-en. La taille des incisions est réduite à quelques centimètres, les désordres osseux et musculaires provoqués par l'ouverture sont très limités, tout comme le sont par conséquent douleur, saignement, choc opératoire et durée d'hospitalisation. Aujourd'hui dans ma discipline - la chirurgie du cœur - les opérés quittent l'hôpital en moyenne 6 à 7 jours après l'opération contre 10 à 14 jours il y a dix ans. Le revers de la médaille est que l'opération est beaucoup plus difficile pour le chirurgien de sorte que l'acte chirurgical risque d'être imparfait. Comment pallier ces inconvénients ? Par le recours, une fois encore, à la science et aux technologies. Miniaturisation des instruments, microscopie optique tridimensionnelle, assistance gestuelle par ordinateur, navigation tissulaire sous contrôle d'imagerie par scanner, résonance magnétique nucléaire ou ultrasons contribuent à assurer l'aisance et la précision nécessaires. Un exemple, la chirurgie robotique au développement de laquelle j'ai contribué. Dans la salle d'opération, le robot, sorte d'araignée à quatre bras articulés mus par ordinateur, surplombe le malade. Trois de ces bras

possèdent à leur extrémité une main mécanique miniaturisée qui peut se mouvoir comme une main chirurgicale dans toutes les directions. Le quatrième bras porte un tube optique à vision tridimensionnelle. L'extrémité des bras et le tube optique sont introduits dans le thorax et le cœur du malade par des orifices de moins de deux centimètres de diamètre. Le chirurgien et son aide sont assis à distance regardant dans le tube optique et manipulant les leviers qui animent les mains mécaniques - deux mains pour le chirurgien, une pour l'aide. C'est donc le chirurgien qui opère et non le robot, mais la précision de ses gestes est augmentée et il a l'impression d'être lui-même à l'intérieur du thorax, du cœur, d'un ventricule. Cette chirurgie mini-invasive assistée par ordinateur n'en est qu'à ses débuts. Elle nécessite pour son plein développement, améliorations techniques, formation spécifique des chirurgiens et sagesse de leurs indications.

Faisons un pas de plus dans l'avenir, disons dix ans seulement. Le "malade qui s'ignore" a bien changé. Il est beaucoup plus âgé et, grâce aux médias, n'ignore rien des mesures de prévention qui lui permettent de gérer lui-même son capital santé. Il sait que, pour la première fois dans l'histoire de l'humanité, il peut peser sur son destin à condition de respecter certaines règles : être actif, faire du sport, surveiller sa tension, ne pas fumer, ne pas grossir, boire avec mesure et, demain peut-être, prendre chaque mois la potion de jeunesse inventée par un académicien... et la pilule du bonheur développée par un autre. De quoi vivre heureux jusqu'à 100 ans ! Malheureusement beaucoup de gens ne respectent pas ces mesures de médecine préventive qui, disent-ils, gâchent la vie alors qu'elles la préservent. Cancers, infections, maladies dégénératives persistent malgré les progrès spectaculaires de la médecine et de la pharmacologie. Le chirurgien est donc encore nécessaire. Mais il a bien changé lui aussi. C'est un scientifique de haut niveau qui fait partie d'une équipe pluridisciplinaire. Sa propre discipline a changé de nom : elle s'appelle chirurgie ou médecine interventionnelle. En fait, il est de plus en plus spécialisé, devenant expert d'un organe ou d'une technique, ayant acquis souvent la formation complémentaire dans une discipline fondamentale, chimie, physique, biologie. L'acte chirurgical qui consistait depuis toujours à couper, réséquer, réparer, coudre, substituer, transplanter, existe encore mais, à quelques exceptions près, se fait sans anesthésie générale et sans ouvrir le corps, par les voies naturelles ou par pénétration transcutanée en utilisant endoscopes, prothèses ou instruments miniaturisés portés par des sondes dirigées par ordinateur. Les anévrismes si redoutés autrefois et les sténoses des vaisseaux sont traités depuis longtemps par thrombose induite ou endoprothèses, mais voici que les valves cardiaques malades peuvent être remplacées par des bioprothèses introduites sous anesthésie locale par les vaisseaux du cou jusqu'au cœur et on attend une nouvelle technique de visualisation qui permettrait de voir dans le sang pour réparer des malformations cardiaques. La chirurgie du cerveau aussi fait des progrès spectaculaires : bien des maladies sont traitées et améliorées efficacement par stimulation électrique de territoires identifiés avec précision par IRM et abordés par neuronavigation, les tumeurs sont traitées comme hier par chimiothérapie et irradiation mais aussi par ultrasons. L'épilepsie bénéficie des dernières techniques laser. La neuromodulation utilisée avec sagesse et discernement change la vie et l'avenir de nombreuses psychopathies. Il n'est pas de discipline – gastro-entérologie, ophtalmologie, otologie, endocrinologie – qui ne bénéficie

des progrès accomplis en biologie moléculaire, en génétique, en immunologie et en thérapie cellulaire. Les greffes tissulaires et transplantations d'organes grâce au progrès de l'immunologie, les organes artificiels grâce à la collaboration étroite avec l'industrie, sont en plein développement. L'enjeu pour ces derniers est de les rendre définitivement implantables, contrairement à ce qui existe actuellement où ils ne sont qu'appareils d'assistance ou d'implantation temporaire. C'est ainsi qu'on parle de rein, de pancréas et de cœurs artificiels totalement implantables qui permettront aux malades rénaux, diabétiques ou cardiaques de mener une vie normale avec le minimum de dépendance médicale. Les problèmes techniques qui se posent sont certes considérables. Sans pouvoir entrer dans les détails, mentionnons les principaux : miniaturisation, compatibilité anatomique, tolérance biologique, fiabilité des capteurs, durée d'autonomie de batteries implantables capables de délivrer la puissance de 35 watts nécessaire au fonctionnement d'un cœur artificiel. Le deuxième enjeu est d'ordre économique. Tout doit être pensé et calculé pour que le prix de ces appareillages soit moindre que le coût des soins médicaux palliatifs de longue haleine dispensés nécessairement en leur absence aux malades. Une chose certaine est que, une fois les conditions de coût et d'efficacité requises, ces appareils révolutionnaires entreront dans l'arsenal thérapeutique de demain. La seule question est de savoir si notre pays et l'Europe contribueront de façon décisive à ces progrès, en sachant relancer ou développer les plates-formes et réseaux industriels dont la médecine de demain aura besoin.

Mais voici que se dessine une troisième avancée : celle des nanotechnologies. Il s'agit d'introduire dans les cellules des particules nanométriques, oxydes de fer par exemple, dotées de propriétés d'aimantation, d'attraction ou d'excitation par des champs magnétiques. Ces particules peuvent être des nouveaux agents de contrastes en imagerie, des détecteurs biologiques, des transporteurs de médicaments ou de gènes d'intérêt. En quoi peuvent-elles servir la chirurgie ? En marquant les contours précis des tumeurs pour en faciliter l'exérèse complète, en détruisant les foyers cellulaires métastatiques et les ganglions inaccessibles ou encore en servant de vecteurs à des cellules régénératrices ou sécrétrices acheminées jusqu'à leur cible par des champs magnétiques appropriés.

On voit bien que, à mesure du développement de ces nouvelles technologies, la chirurgie invasive que nous connaissons aujourd'hui tend à disparaître. Il lui restera cependant la grande traumatologie, la chirurgie plastique et reconstructrice, la transplantation d'organes et l'implantation d'organes artificiels. La responsabilité du chirurgien sera en outre de développer des techniques chirurgicales nouvelles toujours plus efficaces et de moins en moins invasives et de faire partie voire animer ces équipes pluridisciplinaires qui auront la responsabilité de choisir, parmi les nombreuses options thérapeutiques possibles, la meilleure qui soit pour chaque malade.

Mais aussi efficaces que soient les nouvelles technologies, aussi profonde la mutation de la chirurgie, aussi attractifs ses nouveaux moyens, je pense que, grâce à une rigoureuse attention prêtée aux recommandations de la médecine préventive, vous n'en aurez pas besoin.