



**Le management des technologies de santé,  
un enjeu de «taille»**

François LANGEVIN

Chaire de Management des Technologies de Santé.

Institut du Management. Leçon Inaugurale, 26 octobre 2011



# Sommaire

## Le Management des Technologies de Santé, un enjeu de taille.

<b>Introduction</b>	<b>5</b>
<b>1. De la pierre de taille à l'imagerie en coupe</b>	<b>7</b>
1.1. A propos de l'histoire des techniques.	
1.2. Petite anthropologie de l'outil, du geste et de la technique.	
1.3. Modes et facteurs d'innovation.	
1.4. Cycles de vie et marchés.	
<b>2. De la taille des établissements de santé</b>	<b>23</b>
2.1. Origine des hôpitaux	
2.2. Générations d'hôpitaux d'après guerre et avant 1985	
2.3. Loi MOP, Conception-Réalisation, cycles de vie	
2.4. Localisation des hôpitaux, regroupements et urbanisme	
<b>3. Manager, décider, tailler</b>	<b>33</b>
3.1. Divergences et convergences	
Ingénierie biomédicale hospitalière	
Technologies de santé prévisibles	
Traversée du désert, logique économique et logique de santé publique	
Paradoxes liés à l'urbanisme et aux cycles de vie	
Endettements	
Taille, complexité, économies et déséconomies d'échelle	
3.2. Axes de recherche	
Organiser la réflexion	
Optimiser	
Prévoir	
<b>Conclusion</b>	<b>51</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>53</b>



Mesdames, Messieurs, chers collègues, chers amis,

Je suis très heureux de m'adresser à vous aujourd'hui et je suis particulièrement sensible à vous tous et à chacun d'entre vous qui nous honorez de votre présence ce matin. Je voudrais avant tout remercier l'Ecole de la Santé qui m'accueille maintenant. Son directeur Antoine FLAHAULT a deviné que les technologies recelaient des domaines inexplorés et compris l'intérêt d'une coopération plus soutenue avec l'UTC, l'université où je suis enseignant chercheur, et Roland OLLIVIER, le directeur de l'Institut du Management, Directeur d'hôpital et IGAS, m'a aidé depuis quelques semaines à consolider certaines convictions sur le monde de la santé.

Parler des Technologies de Santé en 2011 comporte des risques, soit de tomber dans la banalité des dépêches quotidiennes ou soit de s'ensabler dans certains poncifs de la techno-culture ambiante. Soyez rassurés, je ne suis pas un Ayatollah de la technique.

Mais aborder la question du Management de ces technologies de santé (plus loin, MTS) rencontre un obstacle supplémentaire. Apparu dans les années 1970 lorsque l'on a réalisé l'importance qu'il y avait pour une entreprise à maîtriser efficacement son outil technique pour en optimiser la production, le management des technologies reste paradoxalement le parent pauvre des écoles de Santé Publique. En France ou en Amérique du Nord notamment, l'enseignement du management des établissements sanitaires et médico-sociaux, évoque de manière anecdotique les nouvelles technologies, mais peu leur impact sur les organisations. Pourtant, nous y reviendrons, à toutes les époques et sur tous les continents, celles-ci ont considérablement infléchi le cours des sociétés.

Comme dans toute marche d'approche, un certain nombre d'approximations sont inévitables pour défricher. Aussi vous demanderai-je une certaine indulgence pour ces réflexions personnelles, d'autant que cela va impliquer de me suivre sur des pistes parfois escarpées, celles également du doute, de la recherche, de l'interrogation devant les transformations lentes, et donc peu visibles, produites par les technologies sur notre système de santé.

Trois principes ont guidé ma réflexion.

Le premier est qu'il est difficile de se prêter à un exercice de fiction si l'on ne connaît pas précisément l'histoire. «Le futur appartient à celui qui a la plus longue mémoire», disait NIETZSCHE. L'exercice de compréhension du passé est indispensable pour ne pas simplement surfer sur l'écume du présent. Je me suis permis de revenir aux origines, et de citer quelques philosophes et savants, qui ont «pensé» la technologie depuis longtemps.

Le second a trait à l'interdisciplinarité, mise en péril par la spécialisation ambiante. « La science irait à sa perte si (...) elle plaçait la compétition au dessus de tout et si elle clarifiait les règles de cette compétition en se confinant à l'intérieur de spécialités étroitement définies. Les rares savants qui ont choisi d'être nomades sont essentiels au bien-être intellectuel des disciplines établies. » Benoît MANDELROT. Je me suis donc également permis des emprunts variés à l'urbanisme, au génie civil, à la sociologie, à l'histoire, à la médecine, aux théories du management dans un corpus de connaissance incomplet, mais pour étayer des hypothèses simples. Une vision holistique volontaire qui perdra ponctuellement en profondeur.

Le troisième enfin concerne les finalités. Il existe dans le monde de la santé, comme dans de nombreuses autres branches, des intérêts corporatistes, et une pensée libre doit s'en soustraire. Il m'a toujours semblé prioritaire de considérer les finalités sociales des institutions plus que les habitudes ou les plis quelquefois clandestins que l'érosion du temps a pu modeler. Il s'agit donc bien ici de priorité à la santé et aux patients, donc indirectement aux professionnels de santé, il s'agit d'un humanisme, et non d'outils inertes ou de technocratie.

Le plan de l'exposé décline le mot «taille» selon trois acceptions différentes, pour décrire l'enjeu du MTS, pour évoquer l'histoire des TS, celle des plateaux médico-techniques, et celles du MTS proprement dit.



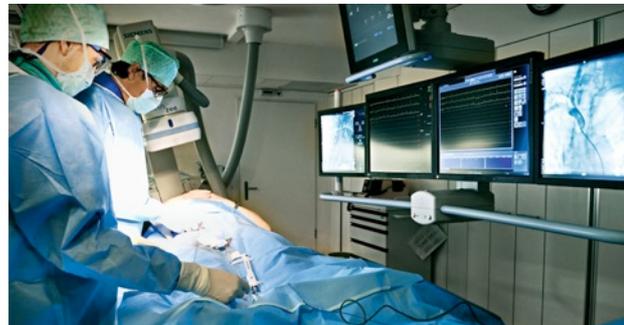


des premières cités, et la propagation de ces techniques de part le monde. une ascension «prométhéenne».

L'outil et le langage ne sont qu'un seul et même phénomène. Lors de cette sédentarisation agricole, l'apparition de «l'écriture (...) n'est plus qu'un moyen d'enregistrer phonétiquement le déroulement du discours» [LEROI-GOURHAN, 1964]. Vers 3400 avant notre ère apparaît l'écriture cunéiforme en Mésopotamie et presque simultanément les hiéroglyphes en Egypte, puis vers 1500 les premiers alphabets consonnantiques en Phénicie, les caractères idéographiques chinois, vers 750 et les alphabets à voyelle sont installés en Grèce, en 350.

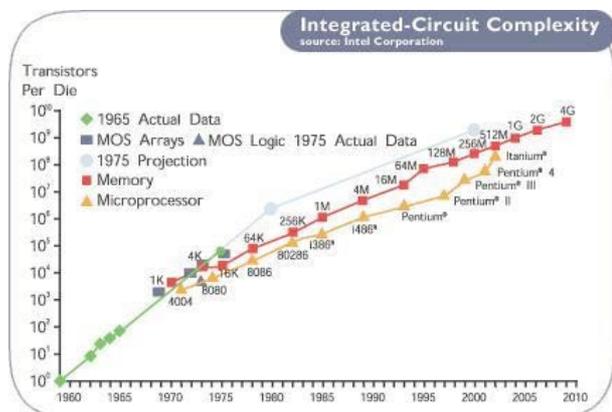
Il est difficile de dire à quel moment l'homme préhistorique a utilisé son outil tranchant dans l'intention de soigner et non de chasser ou de dominer l'adversaire, les os fossiles étant la principale source d'information à la disposition des chercheurs. L'utilisation des propriétés thérapeutiques de l'argile, avec un pouvoir apaisant et cicatrisant, et des ocres qui préservent de la putréfaction semble remonter à 30 000 ans. On peut avancer que la connaissance des plantes et de la santé du bétail est devenu une priorité vitale pour le développement des premiers villages à l'époque contemporaine du passage à l'agriculture et à l'élevage sédentaires.

L'analyse des os permet de connaître les maladies dont étaient atteints les hommes préhistoriques. Par exemple, les métastases osseuses sont facilement observables, la tuberculose et la syphilis, une réduction de fracture ont également des effets caractéristiques sur les os. Les interventions chirurgicales, comme la trépanation ou les amputations, permettent aussi de tirer des conclusions sur les pratiques médicales. La plus ancienne connue remonte à 7 000 ans, il s'agit d'une amputation de l'extrémité d'un humérus d'une personnalité de l'époque, les chirurgiens ayant pratiqué l'opération à l'aide d'outil en silex.



Dès l'arrivée de l'écriture, d'innombrables traces de pratiques médicales sont disponibles dans toutes les civilisations anciennes connues, que ce soit, sans exhaustivité, en Chine, en Egypte, en Inde, dans les pays andins, et plus tardivement en Grèce et en Perse : citons notamment le papyrus de Ebers et Smith, sur les connaissances et pratiques (plantes, chirurgie, rituels) de l'Egypte antique, le Tarsif, encyclopédie médicale en 30 volumes, rédigée par Abulcassis, résidant dans le Califat de Cordoue, qui répertorie plus de 200 instruments chirurgicaux.

Il est hors de notre propos de détailler de manière systématique les évolutions technologiques foisonnantes de l'instrumentation médicale au fil des siècles, mais simplement d'en souligner ici le caractère aussi ancien que celui de l'apparition des premières civilisations. D'autant que l'absence pouvoir sur la maladie, d'Hippocrate aux médecins du début du 19 ème siècle est à peu près le même [BERNARD 1996]. Nous nous intéressons aux étapes les plus récentes qui ont marqué les progrès de la médecine. Deux virages



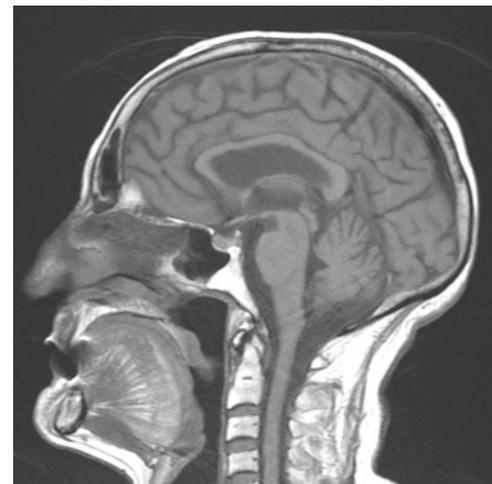
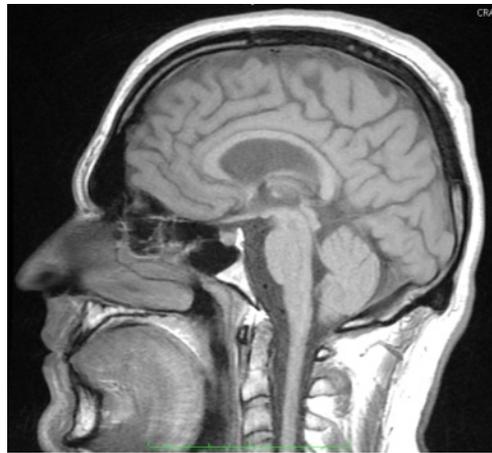
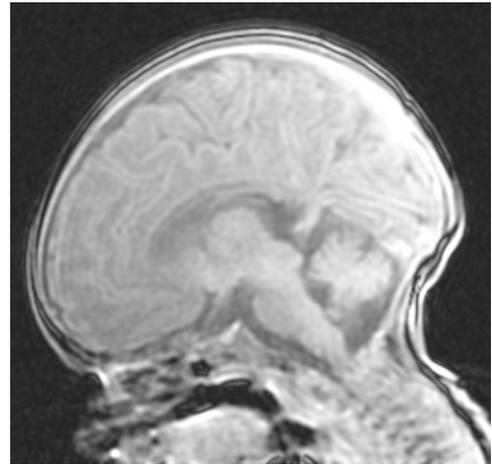
essentiels vont marquer l'histoire de la médecine, d'une part les «six glorieuses», entre 1860 et 1865, grâce aux travaux de Claude BERNARD, de Charles DARWIN, de Gregor MENDEL et de Louis PASTEUR, d'autre part la découverte de la pénicilline par Alexander FLEMMING en 1928, puis des sulfamides en 1935. Auparavant, «les médecins de modifiaient guère l'évolution des maladies, qui bénignes, guérissaient d'elles même, graves étaient fatales» [BERNARD 1996].

Parmi les découvertes majeures récentes, on peut compléter, de manière non exhaustive, par quelques points de repère : en 1796, JENNER inocule des germes de la vaccine (variante de la variole) après avoir observé les pustules des pies de vaches qui immunisaient les paysans, et teste ainsi le premier vaccin, en 1815, LAENNEC invente l'auscultation, en 1890, VON BERHING et SHIBASABURO décrivent pour la première fois les anti corps dans la diphtérie, en 1952, l'équipe de MICHON et HAMBURGER réalisent la première greffe rénale, en 1953, CRICK et WATSON décryptent la molécule d'ADN, en 1965, MONOD, JACOB et WOLF popularisent l'idée de programme génétique, en 1971, FOLKMAN démontre le rôle de l'angiogénèse dans les tumeurs cancéreuses.

Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, la médecine a été largement influencée par l'apport de la physique, et de ses nombreuses conséquences technologiques. Les constantes de temps qui séparent la compréhension des phénomènes de leur utilisation pratique peut atteindre plusieurs décennies.

Ainsi, la compréhension des mécanismes électromagnétiques, de la production de rayonnement dans les cortèges électroniques en périphérie des atomes date-t-elle de la fin du 19<sup>ème</sup> siècle : unification de l'électromagnétisme par MAXWELL en 1864, découverte des rayons X par ROENTGEN en 1895. La radiologie médicale et la radiothérapie en ont bénéficié dès 1914 et n'a pas arrêté d'évoluer depuis. La refonte complète de la physique du noyau vient du début du 20<sup>ème</sup> siècle : P et M CURIE (1903), EINSTEIN (1905, 1915), DIRAC (1924), SCHRODINGER (1926), PAULI (1927, 1930),... Elle a eu de nombreuses applications à partir des années 1960 en médecine nucléaire, en résonance magnétique nucléaire, en curie thérapie, ou en radiothérapie jusqu'aujourd'hui.

Prenons a contrario une technologie courante aujourd'hui pour en retrouver les découvertes originales. L'imagerie par résonance magnétique, par exemple, résulte des travaux de nombreux savants, parmi les quels : BOLTZMAN (1871, compréhension des niveaux énergétiques et de leur distribution au sein



du noyau), ZEEMAN (1896, dédoublement des raies spectrales d'émission soumis à un champ magnétique), LARMOR (1897, définition et caractéristiques énergétiques des électrons), STERN et GERLACH (1922, existence du spin), RABI (1936, détection de faisceaux moléculaires par résonance magnétique), BLOCH et PURCELL (1945, évolution temporelle de la magnétisation nucléaire et équations la décrivant), MANSFIELD et LANTERBUR (1973, création de gradients de champ et premières images). On constate également qu'un imageur par résonance magnétique est aujourd'hui le fruit de plus d'un siècle de découvertes scientifiques et de plusieurs centaines de brevets.

On cite aussi souvent la loi de MOORE pour décrire l'évolution des performances informatiques depuis 1960, qui affirme que la puissance de calcul et que la capacité des mémoires double tous les 18 mois, ce qui n'est pas sans rappeler l'évolution exponentielle des longueurs des fils de tranchant des pierres taillées, et en relativise quelque peu l'actualité [LEROI-GOURHAN, 1964].

On parle d'imagerie en coupe depuis l'avènement du scanner à rayons X. D'ailleurs, même si en 2011 la plupart des modalités d'imagerie permettent de réaliser des acquisitions volumiques, dites en 3D, le fait qui a marqué ces dernières décennies est la capacité à voir l'intérieur du corps humain, de manière non invasive et transparente.

## 1.2. Petite anthropologie de l'outil, du geste et de la technique.

Que peut on apprendre des philosophes, des économistes ou des sociologues qui se sont penchés sur la technique pour mieux comprendre ou prévoir l'évolution des technologies de santé aujourd'hui ? Nous citons quelques uns de ceux qui ont marqué, de manière bien sûr très arbitraire et parcellaire, mais qui nous offrent différentes grilles d'analyse.

On doit bien sûr incontestablement aux grecs d'innombrables emprunts aujourd'hui dans le langage courant et dans notre manière de penser. Ainsi en est il des mots *technique* et *technologie*, mais aussi de la cybernétique (de «kubernesis», le gouvernail, le pilotage d'un navire) concept repris par le mathématicien Norbert WIENER en 1947, et consistant à étudier les mécanismes de rétroaction pour le contrôle d'un système. L'idée peut tout aussi bien renvoyer aux instruments dont la précision peut être contrôlée par correction de l'erreur par rapport à une cible, mais aussi à certaines théories du management et de modèles d'organisation.

Le mot «pharmakon» qui a donné pharmacie [STIEGLER, 2010], est également riche de sens : il s'agit à la fois du poison et du remède, à l'instar d'un vaccin ou de l'homéopathie, par exemple. Cette ambivalence de la technique, avec ses deux faces comme celles de Janus, ou du mot *gift* en anglais et en allemand, montre bien, s'il en était encore nécessaire, la vanité d'un techno-philie excessive.

Mais on peut constater aussi de manière assez générale que les peuples dominants successifs, égyptiens, phéniciens, grecs, romains, vénitiens, musulmans de Bagdad ou de Cordoue, ont su maîtriser différentes techniques [ATTALI, 2006], alphabet, navigation, art militaire, etc, qui leur ont permis de développer le commerce et leurs valeurs philosophiques.

La technique est vue avec confiance par DESCARTES au 17<sup>ème</sup> siècle qui voit en elle le moyen de dompter la nature pour la mettre au service des besoins de l'homme, en particulier de la médecine.

Mais à la fin du 18<sup>ème</sup> siècle, l'ingénieur James WATT met au point la première machine à vapeur, aidé par un entrepreneur Matthew BOULTON, cette date symbolique marque le début de la révolution industrielle en Angleterre. MARX considère alors la technique comme sujet d'aliénation, elle structure le commerce, et l'économie, mais construit ainsi l'infrastructure de la société, les rapports de production et les rapports sociaux, et donc les valeurs de domination entre les hommes.

Les lois du changement économique ont été théorisées par Joseph SCHUMPETER au début du vingtième siècle [Théorie de l'innovation économique, 1913]. S'il existait une économie stationnaire, un équilibre général en résulterait à partir de flux routiniers entre les différents agents et variables économiques. Le rôle de l'entrepreneur, distinct de celui du gestionnaire, et de l'innovation qualitative, par opposition à une modification quantitative, sont selon lui fondamentaux. L'entrepreneur est en quelque sorte un être exceptionnel autour duquel gravitent les inventions et le marché, et qui est seul capable de faire le pont entre les deux par des associations inattendues et fertiles. Il estime que le fondement et le ressort de la dynamique de l'économie, sont l'innovation et le progrès technique, au cœur de la croissance, mais aussi de transformations structurelles.

Sigmund FREUD a décrit en 1930 dans «Malaise dans la civilisation», les rapports de l'homme et de la technique. Il en souligne à la fois les bienfaits, en rappelant que depuis l'aube des temps, la maîtrise du feu, l'usage des outils ou la construction d'habitations ont été les témoignages de la civilisation, mais il relève également les effets secondaires.

«Grâce à ces outils, l'homme parfait ses organes - tant moteurs que sensoriels -, ou bien il repousse les limites de leur action.[...] A l'aide des lunettes, il corrige le défaut oculaire de son cristallin; au moyen du télescope, il peut contempler des étendues lointaines et grâce au microscope, surmonter les limites de la visibilité fixées par la constitution de sa rétine. Avec l'appareil photographique, il a créé un instrument qui retient les impressions visuelles éphémères, ce que fait pareillement le disque pour les impressions auditives, les deux étant au fond une matérialisation de la faculté du souvenir qui lui est donnée - à savoir, sa mémoire.»

Selon lui, l'homme perfectionnant ainsi ses organes, ressemble de plus en plus à un «dieu prothétique». Mais à ce pouvoir personnel s'oppose celui de la collectivité, le bon fonctionnement de la civilisation reposant sur le fait que les membres de la société se restreignent dans leurs possibilités de satisfaction. «Une bonne partie de la lutte de l'humanité tourne autour de la tâche de trouver un compromis acceptable - c'est à dire qui permette le bonheur- entre ces prétentions individuelles et les exigences collectives»

Ainsi, «l'homme ne se sent donc pas heureux», les progrès de la technique venant sans cesse compenser un défaut d'être, provoquant chaque fois un nouveau défaut, toujours plus grand, toujours plus complexe, le rend toujours moins maîtrisable que le précédent.

Bernard STIEGLER [STIEGLER, 2010] critique le système consumériste né avec Henry FORD, dans les années 1914-1920, aux Etats Unis, qui s'engagent dans un nouveau modèle de vie à l'américaine. Il ne s'agit pas alors seulement de mettre au point des nouveaux produits, mais de nouvelles manières de les vendre à tous, et dans le monde entier. «Le marketing est consubstantiel à cet âge de l'innovation, (...) il faut sans cesse conquérir des marchés, si bien que tout devient marché». L'influence du marketing, dont le concept est né avec Edward BERNAYS, neveu de FREUD, est prépondérante, le marketing fait la différence entre besoin et désir, et impose une nouvelle pratique sociale, elle détourne le désir et la création en pulsions d'achat.

C'est sans doute à l'anthropologue Marcel MAUSS, neveu de DURKHEIM, que revient le mérite d'explicitier la technique au delà de l'instrument proprement dit : à l'instar de PLATON qui parle d'une technique de la musique ou de la danse, il appelle technique un acte *traditionnel efficace*. «Traditionnel», car il y a implicitement *transmission* entre les hommes. Avant les techniques à *instruments*, il y a l'ensemble des techniques du corps. Il se livre sur ces techniques à un travail de taxinomie physio-psycho-sociologique, dont les principes de classification passent par des divisions entre les sexes, les âges, le rendement ou leur enseignement. Il s'agit d'«habitus», c'est à dire de d'habitude, ou de faculté ou d'acquis, c'est à dire de pratiques collective et individuelle, qui «varient beaucoup selon les sociétés, les éducations, les convenances, les modes ou les prestiges» [MAUSS,

1934]. Il décrit, par exemple pour l'âge adulte, les techniques du sommeil, du repos, de l'activité, des soins du corps, de la consommation et de la reproduction.

La dimension sociologique inconsciente de ces techniques interpelle car on mesure le travail d'adoption et de transmission long et progressif latent et nécessaire pour faire entrer une technique dans toute coutume et donc l'inertie inhérente à toute nouveauté.

André LEROI GOURHAN, archéologue et ethnologue, élève de MAUSS, s'appuie sur des observations méticuleuses et systématiques des fossiles lithiques préhistoriques pour analyser l'outil dont il acquiert la conviction qu'il est une sorte de prolongement d'un geste. L'outil et l'idée du mouvement pour le manier sont indissociables. L'outil n'est pas uniquement matériel, il est cérébral. Il étudie en particulier l'évolution du cortex chez les primates, les relations entre les aires corticales motrices et celles du langage, qui participent à un ensemble cohérent de symboles phonétiques et graphiques. La consonance biologique de l'outil apparaît en filigrane, avec pour corolaire une évolution darwinienne de l'homme technologique, et de l'innovation vue comme une capacité d'adaptation de l'homme outillé à son milieu [LEROI GOURHAN, 1964].

Parmi les sociologues contemporains des sciences, Michel CALLON et Bruno LATOUR [AKRICH & al, 1988] analysent le succès des innovations. Après avoir constaté que l'entrepreneur schumpétérien polyvalent est aujourd'hui remplacé par une foule d'intervenants diversifiés dans le processus innovant, ils montrent comment l'innovation résulte d'une multiplicité de décisions hétérogènes, souvent confuses. «Les acteurs qui interviennent pour prendre ces décisions sont tellement nombreux et celles-ci sont tellement embrouillées qu'en bout de course, plus personne ne sait à qui attribuer la paternité des résultats». On ne peut s'empêcher de rapprocher ce mécanisme d'un processus probabiliste, proche de ce que Michel MORANGE [MORANGE, 2010] décrit en biologie moléculaire et conforte l'analogie néo-darwinienne de l'innovation technologique. Ainsi, les qualités intrinsèques d'un produit nouveau sont à distinguer des capacités de diffusion et de propagation dans un environnement socio-économique. AKRICH, CALLON et LATOUR s'intéressent alors aux mécanismes d'intéressement, «adopter une innovation, c'est l'adapter».

Bruno LATOUR dénonce ce qu'il appelle le «grand partage» des rationalistes qui établissent des catégories entre les disciplines, - ainsi en est-il «pour diviser les sauvages des civilisés, les profanes des experts, les techniciens des ingénieurs, l'esprit de finesse de l'esprit de géométrie, les enfants des adultes, (...) les autres civilisations de l'occident, etc -», il préfère une multiplicité de petites distinctions modestes ou imprévues : il discerne par exemple les techniques dites «d'inscription», c'est à dire celles qui permettent de s'appuyer sur des tiers supports tels que des diagrammes, schémas, cartes, planches, figures, index, dictionnaires, fiches, bibliothèques, physio-graphes, permettant la thésaurisation et améliorant la capacité à rassembler et à mobiliser des alliés. Les inscriptions «ne suffisent pas à expliquer le développement des sciences et des techniques, (...) elles améliorent seulement d'une façon ou d'une autre la position du locuteur dans ses efforts pour convaincre». La circulation de ces signes est une cause nécessaire, selon lui, aux révolutions scientifiques, même si ce n'est pas une condition suffisante [LATOUR, 1985]. Il y a lieu d'avoir une vision «binoculaire» entre visualisation (inscription) et développement des capacités cognitives des sciences et des techniques : «C'est la pensée non verbale qui a fixé les grandes lignes du monde matériel qui nous entoure, les pyramides, cathédrales, fusées, (...) existent parce qu'elles furent d'abord une image, -littéralement une vision-, dans l'esprit de ceux qui les construisirent» [FERGUSON, 1977].

L'hôpital, à n'en pas douter, fait partie de ces lieux d'inscription de données des patients, il accumule des informations anatomiques, radiologiques, ou biologiques, chaque ordinateur produit chaque mois des masses énormes d'inscriptions.

Pour Bernard STIEGLER également, l'innovation est une invention socialisée. Ainsi existe-t-il beaucoup d'inventions qui ne produisent aucune innovation. «Innover, c'est produire du nouveau (méthodes, objets, services) pour l'installer sur le marché».

STIEGLER, et d'autres penseurs actuels, tels Marc HALEVY, ou Yann MOULIER BOUTANG pressentent et décrivent l'arrivée, progressive depuis les années 1990, d'une nouvelle économie de la contribution, une économie créative, une sorte de révolution «noétique», (le néologisme noosphère fut d'abord inventé par Pierre THEILLARD DE CHARDIN, de noos, la pensée, littéralement, sphère cosmologique de la pensée humaine). La rareté n'y est plus synonyme de valeur, mais au contraire l'ubiquité des produits assure leur large diffusion à l'instar des logiciels gratuits [VON HIPPEL, 1988, HALEVY, 2005], et les mécanismes de pollinisation [MOULIER BOUTANG, 2010], -métaphore de l'abeille qui assure la reproduction des plantes, et donc de tout cycle de vie animal, bien au delà de la simple production de miel- devraient être reconnus comme des activités économiques de tous et de chacun, comme des liens sociaux, à rémunérer et mutualiser.

L'évolution actuelle des systèmes de santé, du sanitaire vers le médico-social, la disponibilité de connaissances médicales «en ligne», devrait tirer de nombreux enseignements de cette vision.

### **1.3. Modes et facteurs d'innovation.**

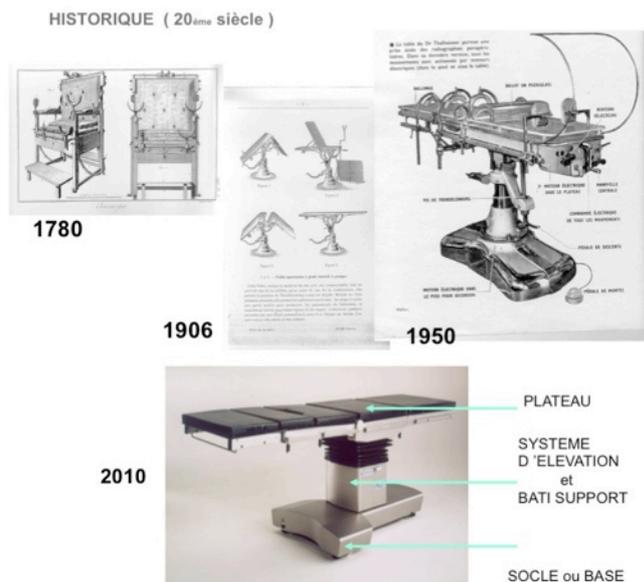
Le mot « innovation » est souvent galvaudé, et l'on n'en saisit plus toujours le sens, les implications. L'innovation ne se limite pas à une invention technique, aussi géniale soit-elle. L'innovation en technologie de santé n'existe vraiment que lorsqu'elle est adoptée par les utilisateurs, qu'elle apporte un service médical aux patients, qu'elle améliore l'efficacité des professionnels de santé, qu'elle simplifie les habitudes, bref, qu'elle joue sur la sociologie des usages.

#### «Demand pull», «Technology push» et intégration

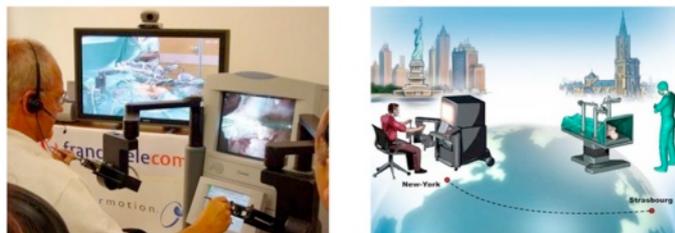
D FORAY [FORAY, 2002] distingue 3 principales catégories d'innovations technologiques, selon qu'elles sont suscitées par les utilisateurs, elles sont de type «demand pull», qu'elles proviennent de résultats scientifiques ou technologiques extérieurs à la discipline concernée et qu'elles cherchent un terrain d'application, elles sont dites «technology push». La troisième catégorie, dite intégrative, ne résulte pas d'innovation directe, mais plutôt du rassemblement au sein d'un seul dispositif d'éléments épars, lui procurant des propriétés nouvelles.

Illustrons ces catégories : l'amélioration des tables d'opération depuis le dernier siècle a procuré petit à petit au chirurgien une très grande souplesse de mouvement des différents segments de la table dans

toutes les dimensions de l'espace et séparément les uns des autres. L'accès à telle partie du corps, avec une voie d'accès précise, que ce soit pour la chirurgie viscérale, orthopédique, gynécologique ou neurologique est déterminant pour la qualité des gestes des chirurgiens. Sans avoir assisté assidument à des opérations, il est difficile d'en comprendre ou d'imaginer les gestes ou les difficultés rencontrées à réaliser tel ou tel conduite opératoire. Les progrès en la matière sont guidés par l'utilisateur, il s'agit de «demand pull». Ce type d'innovation est basé sur la demande des usagers [Rosenberg, 1982, Von Hippel, 2005]



A l'inverse, certaines avancées technologies cherchent des applications utiles. Les avancées des télécommunications ont permis au Pr. Marescaux de réaliser une série d'appendicectomies à distance, lui même opérant depuis une salle informatisée à New York sur des patients anesthésiés dans une salle d'opération des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg. S'agissant d'une démonstration de faisabilité, et considérant que l'utilisation de ce procédé reste très marginal, cette expérience peut être classée dans la catégorie «technology push».



Operation lindbergh : appendicectomie à distance le 7 septembre 2001  
Pr Marescaux

On utilise également depuis quelques années des localisateurs destinés à équiper d'un bracelet des personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer de manière à pouvoir les retrouver quand elles s'égarer. La également, les progrès réalisés dans le domaine de la géo-localisation de type GPS (Global Positioning System), puis leur miniaturisation ont permis ce type d'innovation, clairement de nature «technology push».



On cite quelquefois la bougie et l'ampoule électrique, comme modèle de l'innovation, pour faire comprendre aux étudiants que ce n'est pas en améliorant la première que l'on peut inventer la seconde, témoignant ainsi de nécessaires innovations de rupture plutôt qu'incrémentales, et opposant implicitement «demand pull» et «technology push».. On raconte moins souvent l'histoire de ces inventions, avec Benjamin FRANKLIN, inventeur célèbre du paratonnerre, mais aussi savant dans le domaine de l'électricité à l'époque de la révolution américaine, rédacteur et signataire de la Déclaration d'Indépendance des Etats Unis de 1776, dont il devient le premier ambassadeur à Paris.

Celui ci était fils d'un fabricant de chandelles, et c'est en travaillant dans cette fabrique qu'il a été imprégné pendant sa jeunesse des techniques destinées à s'éclairer. Devenu scientifique et inventeur, il comprend la nature électrique de l'éclair la foudre et produit un pas décisif entre électricité et lumière. Ce n'est qu'un siècle plus tard que l'ampoule à incandescence a été inventée par Thomas EDISON en 1878, qui de son côté, observant à quel point des fibres de bambou jetées dans le feu brillaient sans se désintégrer, a décidé de tester de nombreux matériaux proches, puis de les soumettre à un champ électrique, dans une ampoule sous vide pour en diminuer encore la calcination. Ces deux anecdotes témoignent d'une grande continuité dans le progrès technologique plutôt que de ruptures : les inventions arrivent en un lieu et à une époque où les connaissances du domaine sont arrivées à maturité.

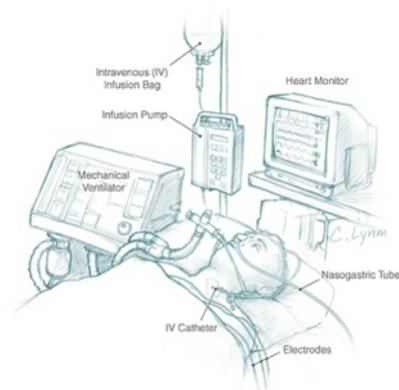


La troisième catégorie d'innovation est celle dite «intégrative». L'exemple de l'iPhone, illustre le paroxysme de ce type d'innovation. Graham BELL a inventé le téléphone en 1876. Les premiers téléphones mobiles datent de 1973. Le premier baladeur autonome à cassettes de Sony, le Walkman, est apparu en 1979. Le GPS, Global Positioning System, étudié par le Pentagone en 1968, est devenu opérationnel dès 1995 avec 24 satellites. Le World Wide Web a connecté son premier million d'ordinateurs dès 1992, quant aux agendas électroniques ils sont également légion depuis les années 1990. Le premier iPhone en 2007 n'est donc pas un nouveau dispositif fondé sur une grande découverte scientifique ou la mise au point d'un nouveau principe technologique, créant rupture avec le passé, même si l'objet concentre, sans nul doute, de très nombreux brevets, affirmant ici et là de très nombreuses améliorations. L'iPhone «intègre» toutes ces fonctions, et plusieurs milliers d'applications peuvent être télé chargés sur ce seul dispositif.

Cette catégorie d'innovations concerne la «production de normes, de standards et de savoirs d'intégration comme innovation impulsée par la coordination» [Foray, 2002]. A l'instar de l'iPhone, le domaine des technologies de santé est l'objet de recompositions nombreuses, de regroupements de technologies plus ou moins explicites. Il peut s'agir d'intégration de fonctions supplémentaires sur des dispositifs, par exemple sur des moniteurs de fonctions vitales, mais aussi de considérer plusieurs dispositifs dans leur ensemble et non plus séparément. La question de l'inter-opérabilité est l'une des questions les plus débattues depuis quelques années, pour que les dispositifs médicaux communiquent entre eux. Elle rejoint la problématique plus générale des standards, nécessaires pour rendre compatibles entre eux des marques différentes ou des systèmes d'informations.

### Intégration, inter-opérabilité et standards

•Unité de soins intensifs



Les mécanismes d'intégration s'étendent au delà des technologies elles mêmes, ils s'appliquent aux organisations, en redéfinissant les frontières, ici au bloc opératoire ou là dans les laboratoires d'analyses biologiques, considérés cette fois comme un tout. Les **services intégrés** doivent permettre un fonctionnement optimal d'une technologie ou d'un ensemble de technologies de santé avec une adaptation fonctionnelle complète.

La question de l'intégration est au coeur de notre réflexion et de notre recherche, tant elle nous semble à la fois inéluctable, observée dans d'innombrables exemples et source de recompositions. A l'hôpital, des services entiers comme des blocs opératoires (photo ci contre), des plateaux médico-techniques complets peuvent être considérés comme des dispositifs macro-technologiques. Nous y revenons au chapitre 3.



### Facteurs d'innovation

Existe-t-il des motivations profondes qui font émerger le besoin de progrès, quels bénéfices la société en attend elle de manière pérenne, quels sont ces facteurs, à quels besoins de la population répondent ils, peut-on croire qu'il existeront à l'avenir de la même manière ?

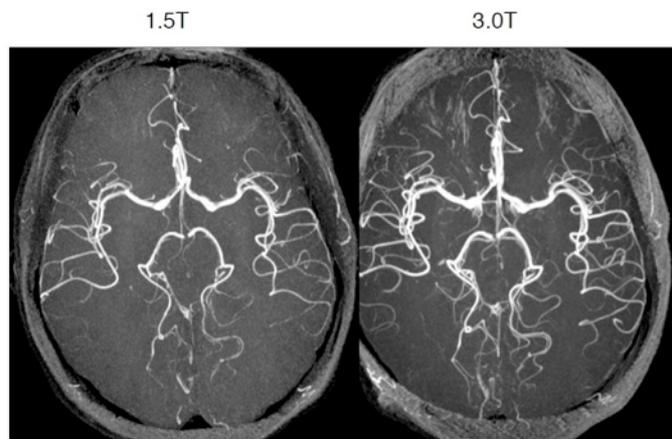
Nous dégageons trois facteurs prédominants qui semblent intervenir dans toutes les évolutions des technologies de santé, le premier concerne les performances, le second au contraire les risques, les inconvénients ou les effets secondaires qui en limitent l'intérêt, enfin, le troisième, la facilité d'y accéder.

. Les **performances** peuvent être celles intrinsèques de l'appareil, mais aussi celles que l'on peut atteindre dans les applications cliniques.

Celles d'un équipement d'imagerie médicale concernent la résolution spatiale ou temporelle, le signal sur bruit, le contraste ou le contraste sur bruit, la réponse impulsionnelle, la qualité des fréquences spatiales, la détection quantique de ses capteurs, la fonction de transfert de modulation, etc, ..., mais également la **sensibilité** et la **spécificité** pour détecter tel type de pathologie.

Qu'il s'agisse de résolution, ou de sensibilité, l'amélioration d'une génération à la suivante est à créditer en termes de gain de performances. On voit sur la figure ci dessus représentant deux angiographies cérébrales d'un même patient par IRM par la méthode TOF (Time of Flight) l'avantage obtenu avec un champ de 3 Teslas par rapport à 1,5 Tesla pour discerner de nombreux vaisseaux fins supplémentaires. Ceci illustre l'impact d'une meilleure résolution spatiale sur la sensibilité.

La miniaturisation des divers instruments permet des gestes chirurgicaux d'une précision croissante (photos ci contre), ont permis d'immenses progrès dans le domaine de la



chirurgie mini invasive ou de la radiologie interventionnelle. Elle est aussi à créditer au rang des facteurs d'évolution par les performances.



. Les **risques** présentés par une technologie peuvent être de plusieurs ordres, mécaniques, chimiques, radiatifs. On peut considérer le risque opératoire d'une technique, d'imagerie interventionnelle par le fait d'introduire un cathéter dans des vaisseaux fins et fragiles, ou dans une cavité cardiaque, d'y déposer des dispositifs tels que des stents ou des capteurs de mesure hémodynamique. Ceux ci peuvent être difficiles à placer, provoquer des complications, ou induire un risque hémorragique.

L'administration de certaines drogues, ou de produits de contraste peut provoquer chez certains patients des réactions allergiques immédiates, voire un choc anaphylactique, ou des difficultés d'élimination rénale. Tel est le cas, encore controversé, du rôle du Gadolinium dans un certain nombre de rapports de toxicité relatés en 2008.

Enfin, mentionnons les effets des rayonnements ionisants X et gamma, utilisés en radiologie et en médecine nucléaire. L'inflation du nombre de coupes réalisées en scanner X ces dernières années incitent les administrations de nombreux pays à légiférer pour suivre les doses reçues cumulées et les limiter, mais aussi obliger les entreprises concernées à trouver des solutions technologiques pour réduire les doses nécessaires à la production d'images de bonne qualité à faible dose. Ces pressions ont conduit des progrès sur les détecteurs, qui ont vu leur capacité à détecter des photons décuplée, ou sur les algorithmes de reconstruction des images, (passage d'algorithmes de rétro-projection à des algorithmes itératifs, voir photo ci dessus) qui ont permis une réduction notable du bruit à dose égale, et une amélioration simultanée de la qualité de l'image.



BackProjection - CTDIv: 19 mGy



Itération 2em Niveau - CTDIv: 6 mGy

L'encéphalographie gazeuse (photo ci contre) est probablement l'un des examens les plus "barbares" que la radiologie ait jamais connu. Elle consistait à injecter un gaz par voie médullaire au patient sanglé dans un fauteuil de cosmonaute, et à faire remonter les bulles jusque dans les ventricules pour radiographier



les (a)symétries des structures cérébrales. Malgré les effets secondaires systématiques, - céphalées constantes (dues à l'injection d'air) et souvent intenses pouvant durer de quelques heures à plusieurs jours, crises comitiales ou malaises vagues fréquents, nombreuses complications (hypertension intracrânienne, hydrocéphalie, collapsus, ...) -, cet examen fut pratiqué en neuroradiologie jusqu'en 1989 environ, date à laquelle le scanner à rayons X le supplanta complètement.

On compare souvent le risque que l'on fait encourir à un patient par l'utilisation d'un dispositif à l'état de santé dans lequel il se trouve. On aura par exemple ainsi moins de scrupules à utiliser un système de radiologie délivrant une certaine dose de rayons X à un patient blessé et traumatisé d'un accident routier qu'à une femme gravide, en considérant le risque lié aux rayonnements reçus par le fœtus.

. Le troisième facteur est la **facilité d'accès** aux technologies de santé, qui dépend à son tour de plusieurs facteurs. Le premier est d'ordre financier. Les coûts comportent les coûts d'achat, mais aussi ceux de la maintenance, de l'ordre de 10% annuels après l'année de garantie (dans les régions industrialisées), les coûts d'installation, variables selon l'équipement (les dispositifs tels que les accélérateurs de radiothérapie nécessitent un blockhaus, d'IRM, une cage de Faraday, ou de dialyse, une installation d'eau pure, complexes à prévoir, tandis qu'un échographe ou un moniteur pourront se satisfaire d'une simple prise de courant de basse puissance), les prix des consommables, (essentiels notamment dans les automates de biologie), les mises à jour («upgrade») nécessaires tous les deux à trois ans actuellement sur de nombreux systèmes rapidement évolutifs, et le coût des formations. Les formations doivent s'adresser aux utilisateurs médecins, manipulateurs et infirmiers, aux techniciens de maintenance, et aux médecins prescripteurs, souvent négligés, mais dont l'importance dans la juste utilisation diagnostique ou thérapeutique du nouvel équipement est primordiale.

La miniaturisation et la banalisation progressive des performances au fil des années tend à rendre accessible à un public plus large des technologies hier consacrées à des spécialistes. C'est le cas aujourd'hui de la plupart des dispositifs médicaux comprenant de l'informatique, les échographes constituent un bon exemple, (des appareils portables actuels sont aussi performants que ceux très encombrants d'il y a une dizaine d'années), mais aussi un ensemble d'instruments, tels que les tensiomètres ou les balances pour personnes avec mesure de la part grasse, en vente dans les grandes surfaces ou les pharmacies.

A l'Institut Indien de Technologie de Bombay [J BOUISSOU], pays où le nombre de crises cardiaques par habitant est l'un des plus élevés au monde, les chercheurs ont mis au point un petit appareil qui détecte, pour quelques euros, rapidement, les risques de dysfonctionnement du cœur en analysant la composition sanguine du patient. Ce type de dispositif, identifié comme faisant partie de la nouvelle «ingénierie frugale», peut se révéler intéressant pour les centres de médecine ruraux.

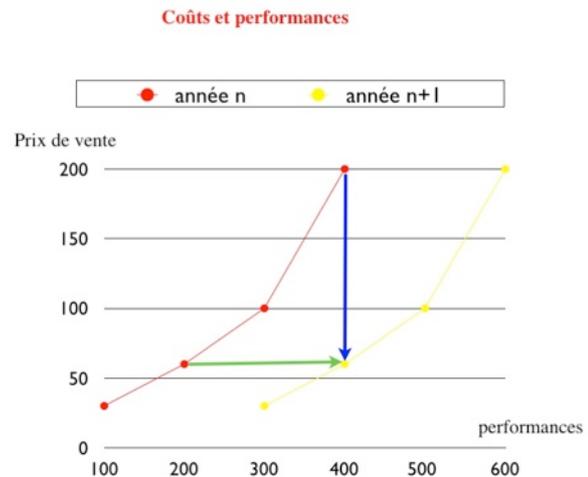
Il faut constater également l'impact de l'accès par internet à une immense quantité de données médicales, les connaissances des patients sur leur maladie modifiant la nature du dialogue singulier de la consultation avec le médecin. Cette accessibilité très large s'inscrit dans le cadre de ce troisième facteur d'innovation.

#### 1.4. Cycles de vie et marchés.

Les technologies de santé obéissent à un certain nombre de règles empiriques, dont la plupart sont peu spécifiques au domaine de la santé, et qui ont été largement décrites dans la littérature depuis les années 80. Nous rappelons ces principes bien connus, qui permettent de comprendre les mécanismes d'évolution des marchés des technologies. Ils rythment les relations entre acheteurs et fournisseurs, mais aussi facilitent la compréhension de la vieille technologie et permettent d'adapter les investissements en fonction de la maturité d'une technologie sur un marché.

## Evolutions prix performances

Lorsque l'on observe le prix de vente et les performances d'un dispositif mis sur le marché et dont la technologie progresse d'années en année, on constate que ses performances et son prix de vente évoluent selon la courbe jointe, en échelle arbitraire. Pour un prix constant, le dispositif aura l'année n+1 des performances supérieures à celles qu'il avait l'année n, tandis que, pour des performances données, le prix de vente d'un dispositif chutera d'une année à la suivante.

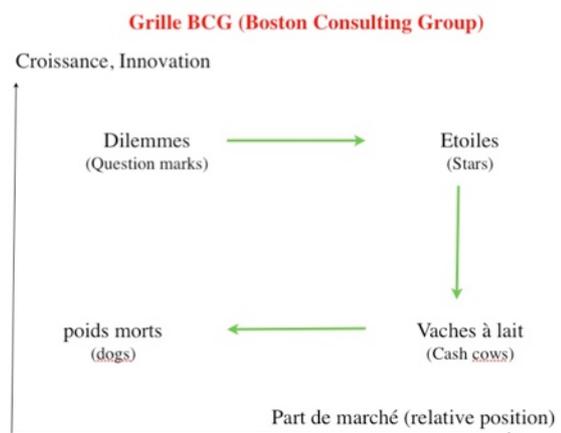


Cette courbe porte en elle même des indications précieuses : en substance, il y est indiqué que ce qui est considéré comme de la «haute technologie» l'année n, sera mieux diffusée l'année n+1, banalisée l'année n+2, appartiendra peut être au domaine grand public après quelques années. On conçoit l'importance implicite de considérer que l'on peut prévoir de disposer en quelques années dans des structures modestes d'équipements réservés auparavant aux seuls leaders. Ainsi le «home-cinéma» est il maintenant d'une qualité parfaite et les salles publiques reléguées à la projection de films en exclusivité. On trouve aujourd'hui des échographes dans des petits cabinets, des dialyseurs à domicile, et sans doute demain des scanners à rayons X dans les maisons médicales ?

Cette représentation corrobore SCHUMPETER, elle indique que les entreprises, pour conserver leur marché par rapport à la concurrence et donc leurs emplois, doivent en permanence améliorer leurs produits, et fixer des rapports performances / prix sans cesse croissants, ce qui un mécanisme de course en avant perpétuelle implicite.

## Grille BCG

Dans les années 70, le Boston Consulting Group créé une grille croissance (innovation) x part de marché qui fait toujours référence. Le cycle habituel d'un produit commercial étant de passer successivement par les étapes de «dilemme», «Etoile», Vache à lait», et «Poids mort», il est utile de situer un dispositif dans son cycle de vie. La stratégie d'une entreprise vendant un tel équipement sera, selon les phases, de démontrer qu'un «dilemme» doit s'imposer en terme de parts de marchés



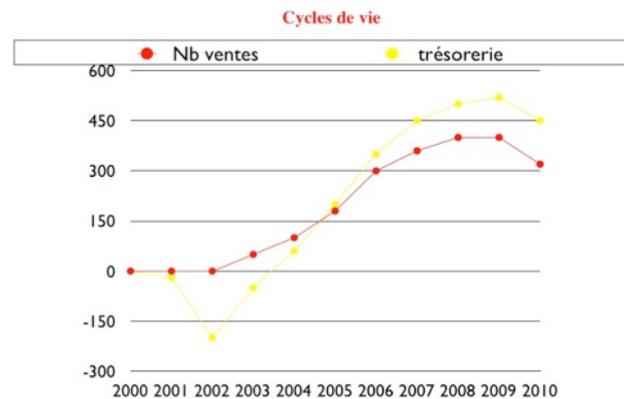
pour devenir une étoile, tandis qu'il faudra exploiter aussi longtemps que possible une «vache à lait». En particulier, il serait contre productif pour une entreprise de lancer un nouveau produit trop tôt qui pourrait venir en concurrencer un autre toujours identifié comme «vache à lait». Se séparer d'un «poids mort» devra être envisagé dès que les recettes générées par les ventes ne couvriront plus les coûts d'exploitation (réseau commercial, maintenance, ...).

En position d'acheteur, la compréhension de la phase dans laquelle se situe un produit proposé par un fournisseur peut permettre d'évaluer les marges de négociations. Dans le cas d'un établissement de santé démarché pour sa notoriété, pour démontrer les mérites d'un produit encore inconnu, il doit y avoir un partenariat d'affaire technico-économique envisageable. Il n'en est pas de même pour une «étoile» ou une «vache à lait», dont la position dominante sur le marché n'offre que peu de marges.

Les cycles de vie des technologies de santé sont actuellement de moins de 10 ans, les nouveaux modèles apparaissent tous les 2 ou 3 ans avec des innovations incrémentales capables d'infléchir les stratégies cliniques, diagnostiques ou thérapeutiques. Un clinicien ne pouvant pas proposer à son patient un acte correspondant à l'état de l'art actuel, est confronté à un problème éthique.

### Trésorerie.

Le cycle de vie des technologies suit une courbe bien connue en S : lancement du produit sur le marché, croissance des ventes, point culminant, décroissance. Cette courbe est compatible avec le cycle de la grille BCG. Il arrive fréquemment que des innovations incrémentales sur un produit provoquent des rebonds et conduisent à une seconde courbe en S superposée à la première et décalée. Ce peut être le cas par exemple d'un nouveau modèle de scanner à rayons X dont un nouveau composant aura permis de meilleures performances ou la réduction de dose au patient, relançant l'intérêt du marché, qui sinon, aurait pu être concurrencé par une autre modalité d'imagerie.

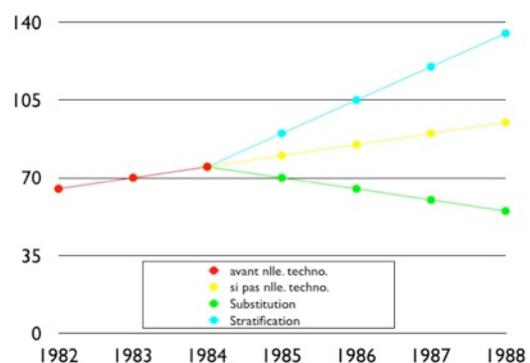


La trésorerie du fabricant est d'abord creusée, tant qu'il faut investir en recherche et développement, en promotion commerciale, avant que les ventes et leur règlement ne commencent à venir alimenter un mouvement de caisse. Lorsque le produit des ventes est égal à l'ensemble des sommes investies pour le lancement du produit, on franchit le point mort à partir duquel l'entreprise peut engranger des bénéfices. Un acheteur doit s'assurer de la solvabilité financière de l'entreprise, ce qui peut être un dilemme pour une petite entreprise ou une start up n'ayant pas encore d'assise financière. La encore, des marges de manoeuvre de partenariat peuvent exister avec les établissements de soins.

### Stratification et substitution

L'introduction d'une nouvelle technologie ne conduit que très rarement, ou qu'au bout d'un temps assez long à une substitution complète des dispositifs des dispositifs médicaux en jeu. L'équipe de FAGNANI l'a démontré de manière très claire à propos de l'introduction de la radiologie numérique entre 1982 et 1988. On suppose que la croissance du nombre d'équipements, s'il n'avait pas été interrompu par l'arrivée d'une nouvelle technologie, aurait

**Stratification x Substitution**  
 Laissy, Frijia, Fagnani, Revue d'imagerie médicale 1992, vol. 4, n°7, pp. 543-552  
 «Evolution de l'imagerie en France entre 1982 et 1988: hypothèses d'interprétation et de mesure des effets de substitution entre techniques nouvelles et conventionnelles»



aurait

été prolongée par extrapolation linéaire. L'arrivée de la radiologie numérique a provoqué une décroissance des techniques conventionnelles, sans les remplacer complètement. Il y a eu une part substituée, et une autre ajoutée, «stratifiée». Il en a résulté une augmentation globale du nombre de salles installées. On peut considérer qu'une généralisation de ce mécanisme est possible, tout en s'attachant particulièrement à la dynamique du processus qui peut changer au cas par cas. Bien entendu, la partie stratifiée peut être considérée comme responsable d'un surplus d'activité non justifiée, source d'inflation. Le rôle des autorités de tutelles ou de l'assurance maladie (UNCAM) est de veiller à ce que, à partir d'une évaluation convenable des nouvelles technologies, le mécanisme de substitution se fasse aussi complètement et rapidement que possible. On doit même faire en sorte que de nouveaux actes soient source d'économie, que leur efficacité (coût / efficacité) soit meilleure. C'est l'un des rôles de la HAS (Haute Autorité de Santé) par le biais de ses commissions, d'évaluer l'amélioration du service médical rendu.

### Marchés.

Il est important de discerner les marchés sur lesquels les innovations technologiques tentent de s'imposer. Il est courant de voir des groupes de chercheurs ou des institutions de financement de la recherche convaincus du caractère inexorable d'une nouvelle technologie à s'imposer, mais que ces prévisions soient contredites par les faits ou très retardées. On pourrait citer de nombreux exemples, la télé-médecine illustre sans doute ici parfaitement le propos.

On trouve de nombreuses raisons à ces échecs ou à ces retards, d'une part à cause du caractère potentiel du marché, dont les équilibres économiques n'ont pas été démontrés, et d'autre part dans la nature de niche, de créneau, qui ne permet pas d'espérer des volumes commerciaux importants.

L'Allemagne, le Japon ou aujourd'hui la Chine n'ont pas suivi une politique visant des niches technologiques, mais bien au contraire, ces pays ont cherché à copier les technologies dans les domaines des machines outils, de l'électronique et ou des transports, marchés indispensables et incontournables, à les améliorer avant d'en devenir les leaders par des innovations ponctuelles ou incrémentales, par les prix compétitifs et par l'excellence de leurs produits.

Dans le domaine des Technologies de Santé, les équipements de radiologie, ceux des laboratoires d'analyse et ceux du bloc opératoire, des urgences ou des soins intensifs représentent ces marchés fondamentaux. Leur pénétration est contrôlée par quelques très grands groupes industriels, dont le catalogue de produits couvre un large spectre des technologies de santé. Leur capacité financière à racheter de petites entreprises innovantes ou à échanger de grandes masses de brevets leur permet d'être présents sur d'éventuels marchés émergents, tout en s'assurant de la domination des fondamentaux.



## 2. De la taille des établissements de santé.

Nous prolongeons notre regard historique pour mieux saisir les trajectoires passées et aussi pour tenter de distinguer le changement réel des processus immuables au cours des siècles. Nous nous sommes appuyés sur de nombreux documents, parmi lesquels il faut citer l'ouvrage de Catherine FERMAND [FERMAND, 1999], mais également sur de très nombreuses visites d'hôpitaux réalisées depuis une trentaine d'années. Nous essayons de montrer comment les hôpitaux ont, pour la plupart d'entre eux, progressivement migré à l'extérieur des villes, sous l'influence d'un processus industriel. Les technologies de santé quant à elles, semblent obéir à un double mouvement, de concentration dans les plateaux médico-techniques et de diffusion hors des murs de l'hôpital pour pénétrer largement dans la vie des citoyens.

Certains des points que nous soulignons prennent à rebours des idées communément admises sur la nature et la programmation des édifices actuels. Nous nous baserons néanmoins sur ces observations au chapitre 3 pour contribuer aux perspectives.

### 2.1. Origine des hôpitaux

Dans les grandes civilisations anciennes, à Rome, à Athènes ou à Alexandrie, on ne trouvait pas d'hôpitaux comme on l'entend aujourd'hui pour exercer la médecine. Partout, les techniques de guérisons étaient imbriquées avec les pratiques religieuses ou la magie, les rites et les cérémonies consacrés à telle ou telle divinité.

On érigait en Grèce des temples à Asclépios (Dieu de la santé et de la médecine), à ses quatre filles Panacée (la guérison universelle), Hygie (la santé et la propreté), Iaso (la guérisseuse) et Acéso (le médicament), ou encore à Athéna qui transmet à Asklépios la potion magique, le sang de la Gorgone, Méduse. Le culte d'Asclépios pratiqué dans des sanctuaires, les Asclépiéions, consistait en des prescriptions purificatrices (abstinence sexuelle, jeûnes, purification par des bains), puis en une période d'«incubation», c'est à dire de sommeil à même le sol en contact avec la terre porteuse de songes. On doit aux Asclépiades, prêtres-médecins, l'écriture de plusieurs livres d'Hippocrate, et Pergame en Asie mineure, ville natale de Galien, abrite l'une des plus célèbres Asclépiéion. L'animal favori d'Asclépios est la couleuvre, animal lié à la terre, symbolisant par ses mues la régénération et le renouvellement de la vie, on la trouve enroulé sur un bâton, le Caducée des médecins encore aujourd'hui.

Le moyen âge (500-1500) est l'époque des grandes épidémies (peste noire, lèpre, ...) et l'isolement nécessaire des malades conduit à créer des léproseries, des ladreries, des maladreries et des lazarets maritimes. C'est à la Perse et à la civilisation islamique médiévale que l'on doit les *Bimaristans*, premiers hôpitaux au sens moderne du terme, au contraire des temples de guérison, des hospices ou des asiles. Le plus ancien, celui de l'Académie de Gundishapur, en Perse, date du 3ème siècle, puis après la conquête musulmane en 638, celui du Calife Al-Walid ben Abd al-Malik est construit à Damas, puis un autre en Egypte en 872 avant de se propager par la suite jusqu'au Maghreb et l'Espagne. Les soins y étaient gratuits, les médecins spécialisés sur certaines maladies ou techniques (chirurgie), les premières écoles de médecine furent alors fondées.

Les premiers hôpitaux en France apparaissent au 7ème et surtout à partir du 12ème siècle, le premier à Paris est l'Hôtel Dieu, fondé en 651, à proximité immédiate de la cathédrale Notre Dame et de l'eau de la Seine pour la cuisine, le blanchissage et l'évacuation. Celui de Strasbourg est daté de 1119, il est aussi construit près de la cathédrale. Chaque cathédrale, chaque abbaye a son hôpital dont les fonds sont fournis par les rois, les seigneurs, et les évêques. Jusqu'au 16ème siècle, la fonction hospitalière est assumée par l'église, sous l'influence des croisés ou de moines, et se constituent de nombreux hospices. Le Centre Hospitalier National d'Ophtalmologie des XV-XX, aujourd'hui à proximité de la Bastille à Paris, est fondé vers 1260 par Saint Louis à son retour de la septième croisade, dans un

premier temps rue St Honoré. Il est inspiré par les hôpitaux du Moyen Orient, avec 300 lits (15x20) pour soigner notamment des croisés dont les yeux avaient été crevés. Philippe Le Bel décide la création à Chartres d'un hospice pour l'accueil de 70 aveugles, les six vingts de l'hôpital Saint Julien. L'Hôtel Dieu Saint Jacques de Toulouse est construit officiellement en 1257 sur le chemin de Compostelle.

Michel FOUCAULT, [FOUCAULT, 1972], retrace comment on éloignait les malades supposés contagieux en dehors des villes, quelquefois très loin en remontant fleuves ou rivières, répondant aux grandes peurs de la population devant les épidémies.



La Renaissance (1420-1630) est marquée par des avancées dans le domaine de l'anatomie, plutôt artistique, comme Vinci, Dürer, Michel

Ange, ou clinique: Jacques DUBOIS, Charles ESTIENNE ou Andreas VESALE, et le premier grand chirurgien, Ambroise PARE.

L'architecture des hôpitaux est influencée par la suprématie de l'Italie dans de nombreux domaines, militaire, technologique, scientifique et culturelle. L'hôpital majeur de Milan en 1448, l'Hospital de la Cinco Llagas (les cinq plaies que reçut le Christ pendant la Passion) en 1546 à Séville en Andalousie, l'hôpital Saint Louis qui voit le jour en 1611 à Paris à l'initiative d'Henri IV (1553-1610), puis l'hospice des incurables (futur hôpital Laennec) en 1634, sont des symboles de cette époque : disposition d'ensemble sur plan symétrique avec un axe entrée -chapelle, hiérarchie des volumes intérieurs, galeries couvertes, bâtiments formant une cour carrée ou une croix, etc. L'hôpital Saint Louis se situe dans un registre austère lié à son usage répressif.

A la fin de la Renaissance, l'église cède peu à peu la place aux laïcs, l'administration de l'Hôtel Dieu de Paris, par exemple, est confiée à huit bourgeois parisiens à la place des moines, des soignantes laïques prennent place aux côtés des religieuses et des officiers royaux dans la haute administration hospitalière. La taxe communale finance une partie des dépenses hospitalières qui restent largement encore à la charge des fidèles.

Louis XIV (1638-1715) édicte le 14 juin 1662 la création dans les grandes villes «d'un Hôtel Dieu ou d'un Hospice pour accueillir les pauvres, les vieillards, les vagabonds et les orphelins». La présence de pauvres est devenu un enjeu de sécurité publique supérieur à l'enjeu de santé publique de gestion des épidémies, devenues moins nombreuses. Depuis 1612, les pauvres et les invalides ont déjà l'obligation d'aller dans les hôpitaux. Le concept d'enfermement apparaît clairement dans l'Encyclopédie de Diderot en 1778.

Les hôpitaux construits du 13ème au 19ème siècle sont faits de pierre, leur durée de vie est longue, de plusieurs siècles. Les églises et les hôpitaux ont laissé des traces omniprésentes dans l'architecture des villes d'aujourd'hui, et bien des points communs relient ces monuments vieux de plusieurs siècles.

Ces édifices sont le fruit d'efforts de générations entières, voire de plusieurs générations et symbolisent les valeurs des personnes d'une époque. Les médecins d'aujourd'hui, formés par un beaucoup plus grand nombre d'années d'études que leurs assistants ressemblent souvent à de nouveaux prêtres, gardant le savoir inaccessible aux autres. Ils exorcisent la souffrance, la maladie, ce qui est caché et incompréhensible, comme hier on cherchait à éloigner le malin, le diable.

L'universalité de ces valeurs s'impose largement à travers les âges, avec des similitudes profondes dans les racines des convictions laïques et religieuses.

## 2.2. Générations d'hôpitaux d'après guerre et avant 1985

Au cours du vingtième siècle, on distingue plusieurs phases successives de constructions, celle des hôpitaux pavillonnaires, amorcée dès le 19ème, puis la génération des hôpitaux monoblocs, principe poussé à son paroxysme avec des immeubles à grande hauteur, puis des constructions semi industrialisées. Ces phases se chevauchent partiellement en fonction de la maturité des idées, des contraintes extérieures, comme les guerres qui ont différé ou dévié de nombreux projets, ou encore du caractère parisien ou provincial des projets, et donc des administrations correspondantes.

Nous prenons la date du 12 juillet 1985, date de promulgation de la «loi relative à la maîtrise d'ouvrage et à ses rapports avec la maîtrise d'oeuvre privée», comme fin de cette période et amorce de la période contemporaine. Elle marque en effet le début d'une décentralisation.

### . Hôpitaux pavillonnaires

Suite à la découverte de la transmission des germes et aux travaux de Pasteur dans les années 1860, l'isolation des malades et des pathologies pour limiter la contagion conduit à la construction de bâtiments séparés à partir de la seconde moitié du 19ème siècle, c'est à dire d'hôpitaux pavillonnaires. L'hôpital BOUCICAUT est ouvert en 1897 dans le 15ème arrondissement de Paris, les hôpitaux pédiatriques BRETONNEAU et TROUSSEAU ouverts en 1901 dans le 12ème, l'hôpital de contagieux Claude BERNARD ouvert en 1905 dans le 19ème, la nouvelle Pitié en 1911 dans le 13ème.

En province, l'hôpital Edouard HERRIOT est construit par Tony GARNIER à Lyon entre 1911 et 1933, et l'hôpital de Purpan à Toulouse, conçu par Barthélémy GUITARD, dont la conception débute en 1907, est retardé par la première guerre, et n'est inauguré qu'en mars 1940. Il est alors aussitôt réquisitionné par l'armée dès son ouverture lors de la seconde guerre mondiale.



Dans ces établissements, chaque bâtiment est dédié à une spécialité ou à un organe, les bâtiments sont reliés par des couloirs sous-terrains. Dans les pays en voie de développement, en Afrique notamment, cette disposition pavillonnaire est également souvent retenue. Un peu avant la seconde guerre, puis après guerre, ce sont des hôpitaux bloc qui s'imposent.

### . Les hôpitaux monoblocs puis à grande hauteur

Issus des Etats Unis où la rationalisation des fonctions s'exprime par la verticalité, l'hôpital monobloc est amorcé en France par Jean WALTER avec deux réalisations, l'hôpital Beaujon ouvert en 1935, puis l'hôpital Claude HURIEZ de Lille commencé en 1935 et inauguré en 1953. Les circulations convergent vers un unique pôle vertical, les pavillons disparaissent progressivement pour donner place à des niveaux.

Puis, poussant le concept encore plus en avant, des immeubles de grande hauteur (IGH) sont construits, essentiellement dans les grandes villes universitaires. Ainsi, l'hôpital Henri MONDOR à Créteil est ouvert en 1969, celui de la Côte de Nacre à Caen (23 étages et 82 m) , en 1973, l'hôpital Michallon de La Tronche Grenoble en 1975, l'Hôpital BRABOIS de Nancy en 1973, l'hôpital PELLEGRIN , dit le «Tripode» de Bordeaux en 1978, Pontchaillou à Rennes en 1969, l'hôpital nord et celui de la Timone à Marseille, l'Hôtel Dieu de Nantes, l'hôpital RANGUEIL de Toulouse, la bâtiment principal de l'institut Gustave ROUSSY à Villejuif en 1980, pour n'en citer que les plus connus en France. Le bâtiment principal de 15 étages de l'hôpital Erasme de Bruxelles est ouvert en 1977



Ceux ci se révèlent dispendieux à l'usage, l'entretien et la sécurité posent un certain nombre de problèmes. Suite à l'incendie du Tripode de Bordeaux en 1985, les consignes de sécurité (stockage d'eau au sommet de l'édifice, évacuation des patients, ascenseurs, cloisons coupe-feu, etc, ...) conduisent à des normes draconiennes. De plus, l'amiante qui a été utilisée dans la plupart des bâtiments se révèle cancérigène et le désamiantage est progressivement entrepris avec des procédures de travaux complexes et dispendieux.



#### . Les hôpitaux semi industrialisés.

La construction de plusieurs types d'hôpitaux semi industrialisés est entreprise entre 1970 et 1982 [CHAMPY, 1999, Catherine FERMAND, 1999]. Ce sont les hôpitaux de type **Beaune** (9 construits, lancement en 1970, de 200 à 300 lits environ), de type **Duquesne** (11 à partir de 1976, dont un militaire à Chateaudun, de 300 à 400 lits), de type **Fontenoy** (8 construits, à partir de 1972, dont un militaire à Toulouse, de 400 à 500 lits), à Tarbes, Boulogne sur mer, Quimper, Le Coudray-Chartres (1986), Le Mans (1983), Le Havre, Rennes sud (en 1980), et Amiens. Des composants hospitaliers types et des unités de soins normalisées, les V120, V240 ont également vu le jour vers 1978. Au delà de cette taille, il était considéré que l'économie d'échelle n'est plus bonne.

Le premier avantage de ces ouvrages est la rapidité de construction et de mise en oeuvre du projet. Leur architecture est en X, inspirée d'un modèle hospitalier de Boston. Il faut souligner la qualité de la réflexion et l'émergence de nombreuses solutions techniques : évolutivité à partir de structures poteau-poutre (naissance d'une trame de 7,20m), idée d'un noyau central que les gens ne traversent pas, transport par valises automatisées, aspiration par le vide, système d'information centralisé, étage technique à hauteur d'homme entre deux étages. Ce sont des hôpitaux toujours fonctionnels aujourd'hui dont certains viennent d'être modernisés (livraison de la dernière tranche de médecine et de réanimation à Quimper)



Les Britanniques construisent également à cette époque avec unités modulaires de taille variable, en forme de L, de T, c'est le cas des modèles «Harness», ou cruciforme, comme le modèle «Nucleus», et peuvent être articulés ou assemblés autour d'un épine dorsale [BEEBY et al, 1976, SMITH, 1984]. La taille humaine, le potentiel d'éclairage et de ventilation naturels ont des avantages qui seront déclinés ensuite même avec des architectures plus verticales.

Les hôpitaux français, bien que juridiquement maîtres d'ouvrage depuis la loi hospitalière de déconcentration de 1970, font appel au ministère de la santé pour remplir la mission de maîtrise d'ouvrage déléguée pendant les phases de conception, les Directions Départementales de l'Équipement se chargeant du suivi du chantier. Les services centraux du ministère fixent alors eux mêmes l'enveloppe budgétaire et des délais serrés, puis la commande est attribuée sans concours à l'un des lauréats d'un concours industrialisé, qui doit adapter son projet au site et au programme. Il leur est reproché le nombre réduit d'équipes agrégées

#### . Le plateau médico-technique

C'est également après la seconde guerre mondiale qu'apparaît le plateau médico-technique, il est «sanctuarisé» avec les hôpitaux semi industrialisés. Celui ci se distingue progressivement de la partie hospitalisation de l'hôpital, qui finalement devient, de manière plus ou moins prononcée selon les lieux, une hôtellerie spécialisée avec des soins infirmiers, des repas diététiques et une distribution de médicaments. Les actes plus techniques, en particulier ceux de la radiologie, des laboratoires d'analyses biologiques, de chirurgie, de soins intensifs, de dialyse, de radiothérapie et d'urgences sont concentrés, sur un ou plusieurs niveaux, selon les modèles d'architecture.

### **2.3. Loi MOP , Conception - Réalisation, cycles de vie**

Dès 1971 avec l'abandon de la construction des barres et des tours d'immeubles, la loi du 3 janvier 1977 sur l'architecture, deux modifications radicales vont intervenir : la première est une rupture avec le fonctionnalisme dominant pour donner une priorité au bel ouvrage d'urbanisme, la seconde, exogène, est un mouvement de déconcentration qui touche l'administration en général, et le ministère de la santé en particulier [CHAMPY, 1999]. Il est affirmé clairement que toute entreprise de travaux soumis à autorisation doit faire appel à un architecte, même si l'architecte n'assure pas la direction des travaux, et que les maîtres d'ouvrage sont tenus de faire appel au concours des architectes. Par ailleurs, la réduction des subventions accordées par l'état en réduit également sa capacité de contrôle sur les hôpitaux.

L'apparition en 1985 de la **loi MOP**, dite Maitrise d'Ouvrage Publique en relation avec la Maitrise d'Oeuvre Privée sonne le glas des hôpitaux semi industrialisés (arrêt brutal en 1982), et ouvre une nouvelle politique en matière de relations entre maîtrise d'ouvrage et entreprises. L'organisation devient décentralisée rendant au propriétaire, c'est à dire l'hôpital, la maîtrise d'ouvrage, l'état n'intervenant plus dans les phases d'ingénierie.

Cette séparation entre la



maîtrise d'œuvre et les entrepreneurs a pour objet de clarifier les rôles et responsabilités des différents acteurs de l'acte de construire contribuant ainsi à la qualité des équipements publics.

La loi prévoit une exception à ce principe, «le maître d'ouvrage peut confier par contrat à un groupement de personnes de droit privé (...) une mission portant à la fois sur l'établissement des études et l'exécution des travaux, lorsque des motifs d'ordre technique rendent nécessaire l'association de l'entrepreneur aux études de l'ouvrage». Ainsi devient il possible d'associer l'entreprise et le concepteur au stade des études aux termes d'un seul marché. C'est le processus **conception-réalisation**.

Dès lors, une ambition architecturale plus prononcée émerge, avec des ouvrages de belle facture, mais le savoir faire est moins bien conservé, passant des services de la Direction des Hôpitaux à des maîtres d'œuvre privés, et on réinvente à chaque nouvel édifice l'ensemble de la conception, en augmentant très sensiblement la durée globale de réalisation.

Les principales étapes de préparation puis de construction proprement dite d'un nouvel hôpital sont les suivantes: Il y a tout d'abord une période de gestation plus ou moins longue, peu visible, où un certain nombre de personnalités du monde médical, économique et politique cherche à réunir les acteurs et partenaires nécessaires au projet. Quand la décision d'un nouvel établissement est prise, un projet médical est réalisé à partir des réflexions du corps médical. Celui ci peut être accompagné par des entreprises spécialisées. Puis un programme est défini, avec le périmètre des activités et des services prévus. Viennent ensuite les phases d'ingénierie : APS (avant projet sommaire), APD (avant projet détaillé), appel d'offre, passation de marché, désignation d'une maître d'œuvre chargé de la conception de l'ouvrage et d'un bureau d'étude, désignation d'un conducteur d'opérations, choix d'une ou de plusieurs entreprises, chantier, réception, déménagement, règlement des litiges.

Dans ce schéma, le maître d'œuvre est investi de la mission de suivi de la bonne exécution des marchés de travaux conclus entre le maître d'ouvrage et les entreprises. Dans la procédure dite de conception-réalisation, le maître d'ouvrage choisit simultanément un groupement entrepreneur - concepteur, et conclut avec ce groupement un marché unique

Le rôle et l'influence des entreprises du BTP dans la conception des nouveaux établissements est prédominante, les constructions sont également des enjeux politiques pour les mairies.

L'ANAP publie chaque année son «observatoire des coûts de la construction hospitalière», dont la dernière version de 2011 établit des statistiques sur plus de 350 constructions. Il apparait en moyenne que les réalisations de type conception réalisation sont sensiblement plus compactes que les MOP, que les durées totales de l'opération de construction dans le secteur public est également inférieur de 20 mois en moyenne et se rapproche des durées observées dans le secteur privé.





centres des villes étant beaucoup plus élevée que celui des zones excentrées, on a couplé au modèle de financement fait de subventions, d'emprunts et de ressources propres (il n'y a quasiment pas de funding en France), avec des opérations immobilières.

Ce mouvement a été particulièrement flagrant dans les années 70 avec la construction des hôpitaux monoblocs à grande hauteur, et le processus perdure encore aujourd'hui dans de nombreuses villes telles Amiens ou Carcassonne, pour ne citer que deux exemples.



On observe également depuis les années 90 des regroupements de cliniques privées qui cherchent aussi à atteindre une masse critique d'activité. Celles-ci, isolées ou regroupées, restent plus proches en moyenne des centres villes que ne le sont les centres hospitaliers privés, sans doute par soucis de concurrence et avec des projets de réalisation d'édifices de moins grande taille, donc plus facilement insérés dans les cités.

Le mot d'ordre actuel, d'initiative locale ou sous l'influence des ARS, est la **mutualisation** des moyens matériels et humains, et la chasse aux activités redondantes de manière à réaliser des économies d'échelle. Ceci a deux conséquences principales, l'une de conduire les établissements de villes voisines et de taille moyenne à **fusionner**, - c'est le cas de Vannes et Auray, Lorient et Hennebont, Pontivy et Loudéac, La Flèche et Sablé, Castres et Mazamet (photo ci dessous), Poissy et St Germain, etc... -, et par ailleurs de **rapprochements public-privé**. Ce processus de regroupement et d'optimisation des moyens n'est rien d'autre qu'un mécanisme industriel.

Ces implantations distantes des centres des villes portent des conséquences en matière de transports. Les employés, les patients et leurs familles doivent avoir recours à une voiture, à l'ambulance ou à des transports en commun souvent longs. Les hôpitaux doivent avoir de grands parkings, où il est souvent difficile de trouver une place, et qui sont souvent payants, et sous-traités à des entreprises privées extérieures. Les projets les plus récents, comme celui du CHU d'Amiens, comprennent plusieurs



Les projets les plus récents, comme celui du CHU d'Amiens, comprennent plusieurs

étages de parkings, intégrés directement sous le bâtiment principal (3 étages dédiés aux voitures dans le cas d'Amiens, plan en coupe ci dessous)

Certaines autres grandes villes (par exemple Purpan à Toulouse (photo ci dessous) ou projet de l'Ile de Nantes) mettent en oeuvre des lignes de tramway ou d'autobus, permettant de transporter plusieurs milliers de personnes par jour.

### HAD

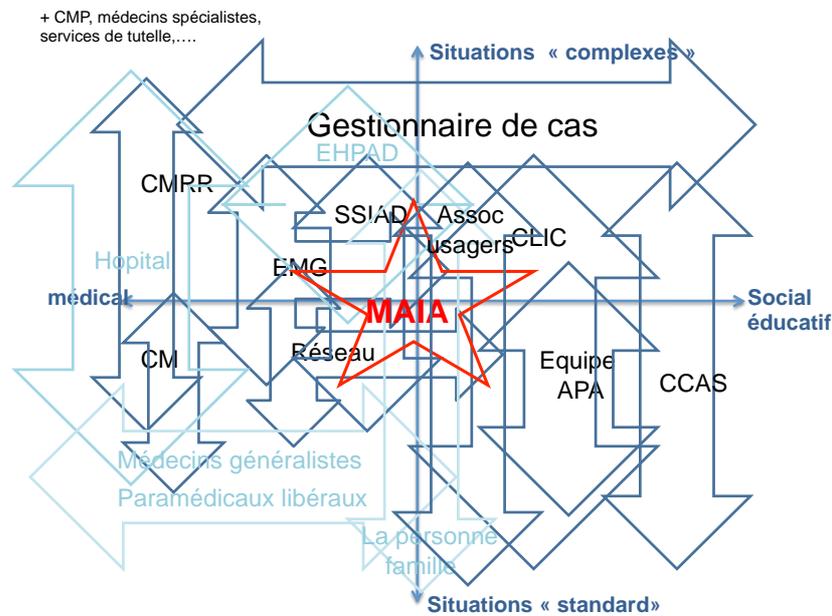
Le troisième terme du système plateau médico technique x hospitalisation, est l'hospitalisation à domicile (HAD). Sous les effets conjugués de la diminution des durées moyennes de séjour, (les patients retournant plus rapidement à domicile, mais nécessitant encore une convalescence), de la croissance des maladies chroniques de la population âgée, et de l'amélioration des télécommunications, l'hospitalisation à domicile se développe largement, et permet un meilleur confort aux patients. L'organisation de la HAD est encore hétérogène, il semble que nous soyons aux prémices d'une nouvelle époque en la matière.

### Vieillesse et médico-social.

Le vieillissement de la population se caractérise par une dépendance progressive provenant 1. de ce qui relève de sa santé, 2. de ce qui relève de l'accompagnement et de la compensation de sa perte d'autonomie, sous forme d'aides humaines ou d'aides techniques, 3. enfin de son hébergement et de ses revenus. La mise en oeuvre à la fois des soins cliniques, mais aussi des soins d'entretien, tels que les soins infirmiers est un enjeu central. «Une réalité s'impose : le

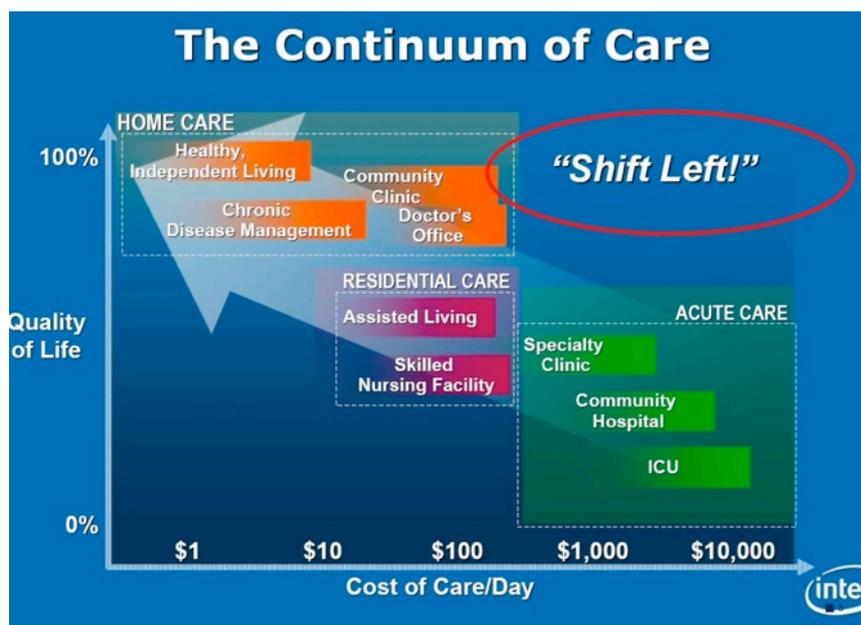


cumul très fréquent des poly-pathologies et de perte d'autonomie chez les personnes de grand âge» [HCAAM, 2011]. Le HCAAM préconise «une meilleure coordination des interventions soignantes et sociales, et une meilleure prise en considération réciproque», ce qui est conforme avec l'esprit de la loi HPST. MA BLOCH décrit aussi la complexité et le nombre des intervenants autour de la personne âgée dépendante (figure ci dessous), ce qui nécessite une meilleure organisation de la coordination des soins [BLOCH, 2011]. On constate par ailleurs la difficulté à avoir un point d'entrée unique dans le système d'aide médico-social, aussi bien pour les personnes âgées qui en ont besoin que pour les ARS avec ses interlocuteurs.



## La MAIA comme Méta-réseau

Ci dessous, évolution du marché de la santé par rapport à la qualité de vie, selon le groupe industriel INTEL. Il s'agit de «point of care», avec des tests réalisés à proximité immédiate du patient, réalisables par des non spécialistes ou par auto-mesure, très différent du dialogue singulier d'une consultation.



### **3. Manager, décider, tailler**

#### **3.1. Convergences et divergences**

##### **Ingénierie biomédicale hospitalière**

Au confluent des technologies médicales et des hôpitaux, la profession d'IBMH, -ingénieur biomédical hospitalier-, est née en France dans les années 70. Inspiré par les Etats Unis ou la Suède notamment, ce métier s'est structuré en plusieurs étapes successives : réalisation d'inventaires des équipements dans tous les services, organisation de la maintenance, veille technologique, observation et recensement des besoins médicaux, organisation de la sécurité (électrique, fluides médicaux, hygiène,...) et de la qualité, acquisition des dispositifs médicaux lourds, organisation des achats et des appels d'offre, contractualisation avec les entreprises, attentes techniques pour les bâtiments, plans annuels d'équipements, arbitrages, installation, etc,... Aujourd'hui, les priorités se concentrent notamment sur les études de retour sur investissement.

Après trente ans, cette profession est reconnue tant au plan clinique qu'organisationnel et financier, mais aussi statutairement, au niveau du Ministère de la Santé : guide des bonnes pratiques, participation à la majorité des commissions nationales (HAS, AFSSAPS, AFNOR, ...), association professionnelle pérenne. Maturité qui voit aussi une diversification des responsabilités, des fonctions. Certains «seniors» travaillent à la stratégie de leurs établissements, ils sont proches des directeurs généraux, ils passent quelquefois dans le corps de direction, tandis que l'évolution juridique et sécuritaire, les normes, les certifications, les autorisations et directives occupent les priorités de beaucoup d'autres, les contraignant à un travail plus administratif de contrôle de normes. On observe également une tendance au regroupement des achats : l'UGAP, le plus gros acheteur actuel avec près de 350 M euros annuels, mais aussi UniHA (à partir du groupe des CHU) ou le ResaH (lancé d'abord en Ile de France), l'AGEPS (structure centralisée de l'AP HP), ou l'ECMSSA à Orléans qui centralise les achats des équipements médicaux des hôpitaux militaires, ceci en ce qui concerne le marché public. Il existe aussi plusieurs centrales d'achat privées, la CHAPP ou encore les centrales d'achat internes des groupes privés tels que la Générale de Santé ou le Groupe CAPIO.

L'Université de Technologie de Compiègne, conjointement avec l'Ecole Nationale de la Santé Publique a participé largement à la maturation de cette profession, en créant une spécialisation pour des ingénieurs en 1974, la 37 ème promotion est actuellement en cours. Nos deux écoles ont formé plus de 70 % de l'effectif des ingénieurs en poste. Cet outil de formation se révèle enrichissant car il entretient un lien permanent avec les meilleures équipes, permet les visites des sites les plus innovants, l'élaboration de sujets de thèses professionnelles (plus de deux cent thèses professionnelles en quinze ans sur les enjeux majeurs des technologies de santé dans les hôpitaux). Il faut aussi que constater un ralentissement, lié à la fois à l'emploi et à la mutation des hôpitaux. Les technologies de santé obéissent à un couple de force, d'une part une concentration sur les plateaux techniques des hôpitaux, et d'autre part, une projection à l'extérieur de ses murs, dans les lieux publics et à domicile.

## Technologies de santé prévisibles

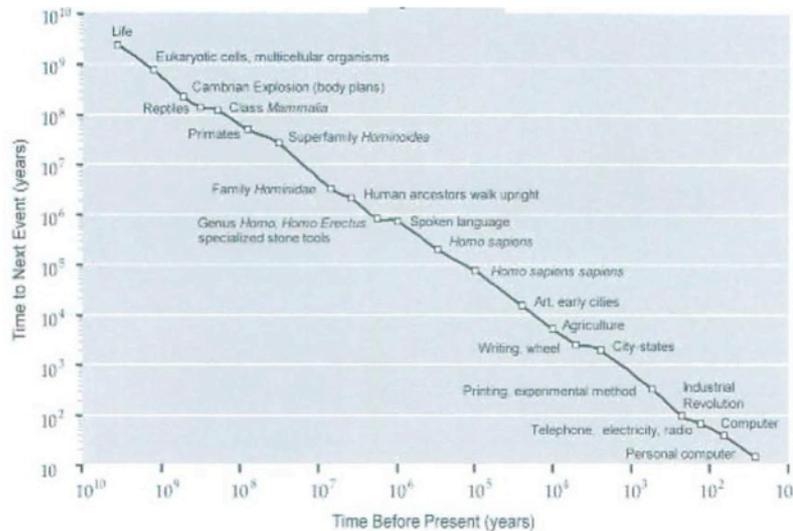
On peut être pris par un certain vertige quand on tente de se projeter à trois ou cinq ans, a fortiori à l'horizon d'une quarantaine d'années, soit le cycle de vie moyen actuel d'un hôpital, tant il est difficile de deviner quelles seront les technologies de santé qui prédomineront alors. Il n'y avait pas d'IRM il y a 35 ans, pas de chirurgie ambulatoire il y a vingt ans. Notre capacité à anticiper les événements s'avère de très faible portée, et tout exercice de science fiction en la matière, téméraire.

Toutefois, de nombreux documents sont rédigés sur commande d'organismes publics ou privés pour lesquels les enjeux prévisionnels sont considérables en termes de ressources humaines, de bénéfices ou de régulation des grands équilibres économiques. C'est le cas en France du ministère de l'industrie, du Commissariat à l'Energie Atomique, ou des grands groupes industriels. Dans le secteur de la santé, l'ARIIS (Alliance pour la Recherche et l'Innovation en Santé) a produit une étude sur les technologies de santé en 2025 [ARIIS, 2011]. Les publications de l'OPS (Office de prospective en Santé) ou le rapport rédigé pour le compte de l'ANR (Agence Nationale de la Recherche) et de la CNSA (Caisse Nationale de la Solidarité pour l'Autonomie) [Alcimed, 2007] ont fourni également des réflexions intéressantes.

«Personne ne peut prédire d'où viendront les véritables percées, j'ai soutenu l'idée qu'il fallait

consacrer un pourcentage des budgets à une recherche non conventionnelle, aventureuse, à haut risque mais d'impact potentiellement fort [...], disait récemment Elias ZERHOUNI, ancien directeur du NIH [ZERHOUNI, 2011]

*Grappe représentant en échelle log/log la survenue d'événements depuis l'apparition de la vie sur terre, avec pour les millénaires les plus récents l'histoire de l'homme.*



Parmi les théories radicales, mentionnons

celle de la singularité et du trans-humanisme [VINGE, 1993, Hans MORAVEC, 1988, Ray KURZWEIL, 1989 & 2005] résolument en faveur d'une discontinuité de l'évolution de l'espèce humaine. Ses principes reposent sur la conviction que l'humanité va être radicalement transformée par la technologie, et que des notions telles que le rajeunissement, l'accroissement de l'intelligence, la modulation de l'humeur psychologique, ou l'abolition de la souffrance sont accessibles. Le mouvement milite même pour que des recherches systématiques puissent être menées pour développer les capacités physiques, mentales et reproductives et transcender les limites biologiques actuelles.

Les NBIC (Nanotechnologies, Biotechnologies, Informatique et sciences Cognitives), dont les résultats sur l'allongement de la vie, le recul de certaines maladies, la programmation du vivant, la fusion homme machine, ..., sont nombreux, peuvent en effet suggérer un telle singularité, un changement brutal dans la continuité du progrès de l'intelligence humaine, dépassée ou complétée par l'intelligence non-biologique. «Les espèces ne vieillissent pas, elles se transforment ou disparaissent» disait LEROY GOURHAN. NIETZSCHE, pour sa part, a toujours plaidé pour la naissance d'un sur-homme.

Si l'on garde du bon sens par rapport à ces théories, on peut malgré tout constater, sauf survenue d'une période régressive ou cataclysmique (crise écologique, épidémie, guerre, ...), que toutes les sociétés se sont orientées dans une course effrénée vers le progrès technologique, espoir potentiel ou illusoire de solutions économiques et sociales pour les gouvernants, pourtant également source d'inégalités.

Nous prenons le risque de lister quelques unes des pistes d'innovations entrevues dans les prochaines années, et ceci dans trois directions, celle de la biologie, celle de l'informatique et enfin celle de l'instrumentation et de la physique. Cette revue n'est bien sûr pas exhaustive, elle propose quelques points de repères hétérogènes.

### Biologie

. La biologie de synthèse, le développement des bio-marqueurs et de nouveaux médicaments, la manipulation de gènes, ARN, protéines, métabolites et de l'interaction protéine x protéine, sous-tendent la médecine prédictive et personnalisée. C'est sans doute l'une des toutes premières transformations attendues dans les pays riches. A partir de la cartographie du génome, ou de tests de certains gènes, il est d'ores et déjà possible de connaître les prédispositions à certaines pathologies, mélanome ou cancer du sein, par exemple (dessin du New Yorker ci contre), et de nombreuses start up se créent actuellement. La «théranostique» s'intéresse à une modélisation de systèmes biologiques et cherche à associer une approche diagnostique et une approche thérapeutique, par exemple, un doseur de glucose associé à un synthétiseur et délivreur d'insuline.



**"Here's my genomic sequence..."**

*New Yorker, 2007*

. Les technologies permettant de maîtriser les cellules souches portent également de nombreux espoirs quant à la régénérescence de tissus lésés, tels que le myocarde, les tissus nerveux cérébraux ou ceux de la moelle.

. Le microbiote intestinal, avec un nombre de bactéries d'un ordre de grandeur supérieur à celui du nombre total de cellules de l'homme, joue un rôle majeur tant par l'assimilation des nutriments et le métabolisme (diabète, obésité), mais aussi sur le système immunitaire, l'inflammation, le cancer. Sa connaissance plus précise (séquençage haut débit), y compris in vivo (IRM), est un enjeu de toute première importance pour s'assurer d'un bon équilibre symbiotique avec le porteur.

. Les sciences cognitives, stimulées à la fois par des recherches transversales multidisciplinaires et les enjeux liés au vieillissement de la population, sont en pleine effervescence, ainsi en est il des recherches sur la maladie d'Alzheimer et des pathologies neuro-dégénératives.

### Informatique

. Diagnostic assisté par ordinateur

Ce sujet fait encore l'objet de réticences médicales en France, bien plus qu'en Amérique du nord, pour des raisons d'ordre culturelles. Depuis les années 1990, des avancées spectaculaires ont été réalisées

en particulier dans le domaine de l'imagerie médicale, par exemple dans la détection de cancer du sein sur les mammographies, avec des scores aussi bons, voire meilleurs que des interprétations de radiologues en double aveugle (Conférence inaugurale RSNA 2005). De plus, une tendance lourde vers une fusion générale des données diagnostiques, non seulement entre modalités d'imagerie, mais aussi avec les données de biologie, impose petit à petit des traitements informatiques pour classer et trier les résultats dans des groupes pathologiques plus aisément.

. Le «Cloud computing» (photo ci contre, vantant les mérites du cloud computing à Shanghai en 2010) consiste à pouvoir disposer des données de manière ubiquitaire à tout instant et en tout lieu, le stockage, l'administration et la diffusion des données étant déléguées à des entreprises spécialisées. Arrivé maintenant dans le grand public, il oblige à remettre en cause les systèmes informatiques des organisations. Dans le même registre, la disparition progressive des fils entre équipements s'impose, chaque équipement pouvant lui même communiquer avec son environnement sans fil.



. L'identité informatique virtuelle des personnes, définies par l'ensemble des informations personnelles, médicales (images, données biologiques, dossier historique médical,...) , mais aussi à travers les multiples interactions sur internet, les données administratives ou par un téléphone mobile, construit progressivement une aura à chacun. Les conséquences de dédoublement informatif et ubiquitaire présente à la fois des risques éthiques de confidentialité et de profondes mutations organisationnelles.

. Les cartographies satellitaires devraient continuer de tendre vers un suivi en temps réel d'informations telles que les épidémies, les nouvelles zoonoses, mais aussi la localisation de patients souffrant de troubles de la mémoire.

. La robotique continue de s'insérer dans de nombreux secteurs de l'hôpital (distribution de médicaments, automates de laboratoires, etc). La robotique anthropomorphe s'est développée en particulier au Japon, et un certain nombre de tâches dévolues à l'aide à domicile pour les personnes âgées ou handicapées. Le «Parot» (photo ci contre) est un exemple intéressant d'une peluche de phoque dotée de nombreux capteurs et processeurs internes capables d'apprentissage et de reconnaissance de personnes. Ce robot domestique a un pouvoir particulièrement apaisant et équilibrant auprès de patients atteints de la maladie d'Alzheimer.



### Instrumentation et physique

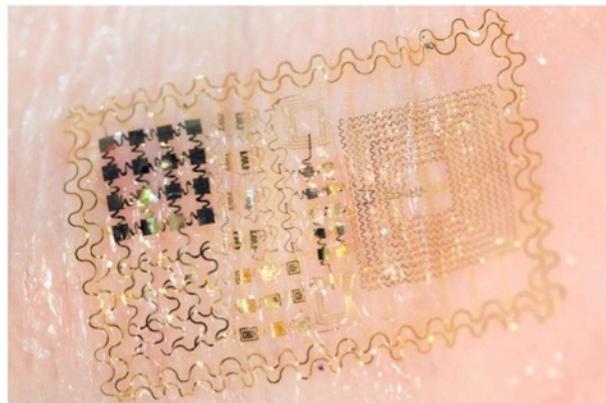
. Les performances des détecteurs de rayonnements continuent de progresser à la fois en sensibilité et en résolution en énergie, ce qui permet d'entrevoir des systèmes d'imagerie anatomique et fonctionnelle de nouvelle génération, avec des données multi dimensionnelles, très peu irradiants.

. Les lasers femto secondes se sont introduits aussi bien dans le domaine de la radiothérapie, pour produire des protons arrachés à de fines couches de matière et pouvant déposer leur énergie à une profondeur extrêmement précise (pic de Bragg), mais aussi dans le domaine de l'ophtalmologie pour les opérations de la cataracte (découpe et suppression des phacoémulsificateurs), des greffes de cornée et de chirurgie réfractive, avec une grande précision de coupe (6 microns contre 150 avec les techniques standard). Ce sont de véritables révolutions, à la fois dans le traitement des pathologies des personnes âgées. Les progrès de la chirurgie réfractive, permettant de corriger à la fois myopie, l'astigmatisme et la presbytie, et laissent entrevoir, lorsque les équilibres économiques et la maîtrise d'éventuels effets secondaires seront contrôlés, une relégation de la lunetterie classique. Les patients pourront alors bénéficier d'une vue parfaite, plus perçante que celle d'un «capitaine au long cours»

. La mise au point du coeur artificiel (société Carmat en France, Pr CARPENTIER), de petite taille et implantable, de sang artificiel, de cultures d'ilots de Langerhans, de la rétine artificielle (société NextVision en France, Pr SAHEL) soulignent à quel point les organes artificiels continuent leur développement dans toutes les directions, et apparaissent d'autant plus utiles que la population vieillit, que des besoins prothétiques augmentent.

. La chirurgie «NOTES» (Natural Orifice Transluminal Endoscopic Surgery) et de ses variantes NOSES ou LESS généralisent progressivement la coelochirurgie, inventée en France par MOURET à Lyon en 1972 et MANHES à Vichy en 1973 avant d'être consolidée à partir de 1978 par l'école de BRUHAT à Clermont Ferrand. Le leadership aujourd'hui est tenu par J MARESCAUX à Strasbourg. Il s'agit d'une évolution vers une chirurgie à effraction minimale, rapide, vers de moindres traumatismes, des cicatrices toujours plus petites et une convalescence plus rapide. Il en va de même de la radiologie interventionnelle, toujours moins invasive. L'instrumentation guidée à l'intérieur du corps, des artères, des intestins multiplie les innovations pouragrafer, poser des stents ou réaliser des anastomoses.

. Une large vague de recherche concerne les micro-capteurs et les nano-capteurs. Il est probable que ceux ci s'introduisent progressivement dans notre environnement proche, ici pour détecter nos émotions, notre fréquence cardiaque ou notre température, la présence d'un médicament ou d'un agent toxique, ou la présence d'allergènes, de radiations, d'UV, etc, tout ceci sans fil, de manière transparente et invisible, en permettant de percevoir une réalité «augmentée». Ces «anges gardiens» [FLOC'H, Le Monde 12.08.11] relieront l'homme à des systèmes numériques réinventant les relations sociales, l'identité virtuelle ayant déjà fait son apparition depuis quelques années sur internet (voir plus haut). Dans un premier temps et dès aujourd'hui, on tresse des capteurs, des RFID (radio frequency identification) sur des



Le «patch», flexible, a la taille d'un timbre-poste et une épaisseur de 7 micromètres. L'adhésion à l'épiderme est réversible et n'entraîne pas d'irritation.  
JONNA ROZELIS



vêtements dits intelligents et des puces «patch» comportant électrodes, capteurs et amplificateurs sont implantés sur ou sous la peau (voir figure ci contre). [BENKIMOUN, Le Monde, 13.8.11], issus de la recherche sur la peau électronique haptique, c'est à dire sensible pour équiper les robots. Ils préfigurent de nombreuses générations à venir, de plus en plus miniaturisées et intégrant plus de fonctions.

#### Interface homme machine

. La première souris, inventée en 1963, fut installée sur les premiers ordinateurs personnels dès 1977, soit il y a à peine plus de 30 ans. Ce dispositif a permis de reléguer aux oubliettes les systèmes de saisie précédents, - cartes ou rubans perforés, ...- améliorant la communication avec des millions d'ordinateurs personnels. Au cours des années 2000, les écrans tactiles ou les «track pad» sont apparus, améliorant la nature et la souplesse des commandes envoyées, éliminant les fils et se substituant progressivement aux souris. Ils équipent aujourd'hui systématiquement les téléphones, tablettes et micro ordinateurs.

. BACH Y RITA [BACH Y RITA, 1972] avait démontré la possibilité, par transfert d'informations d'une image numérique vers un transcodeur tactile posé sur la peau, qu'il était possible de permettre à des aveugles de naissance de percevoir par une modalité sensorielle de substitution, des images grossières, et de se déplacer ainsi de manière autonome. L'apprentissage et la plasticité neuronale permettent de penser que des modalités sensorielles artificielles pourraient être implantées.

. Il est parfois extrêmement long de franchir certaines étapes, celle de la reconnaissance vocale a mis près de trente années pour s'imposer, elle permet de piloter différents instruments du bloc opératoire, d'écrire les compte rendus et elle est désormais disponible sur les téléphones grand public. Nombreux sont les laboratoires aujourd'hui qui travaillent sur la commande de dispositifs simples par la pensée. Les résultats disponibles semblent en prouver la faisabilité, comme on peut le constater avec le vif succès commercial des jeux électroniques diffusés massivement depuis l'an dernier en Asie et utilisant des électrodes posées sur le cuir chevelu et une reconnaissance des signaux électro-encéphalographiques pour des commandes simples .

. La commande de membres artificiels, résulte de recherches d'autant plus actives qu'elles essaient de répondre aux besoins des personnes ayant des handicaps congénitaux ou acquis, en particulier les soldats mutilés revenant des théâtres de guerre. Dans de nombreux pays, mais en particulier aux Etats Unis (Université de Pittsburg, photo ci contre), au Japon (commande de l'exo-squelette) et en France dans l'équipe du Pr BENABID (projet Giant (*Grenoble Innovation for Advanced New Technology*) Centre



Clinatec de Grenoble du CEA - LETI), des essais positifs de connexions de membres artificiels entiers aux racines nerveuses sur les primates ont été parfaitement réussis, l'animal en acquérant ensuite rapidement l'usage pour les tâches habituelles. Avec des boîtiers implantés sur les deux faces du cortex destinés à capter les signaux moteurs émis par le cerveau de l'homme, les informations seront transmises sans fil à un exosquelette motorisé.

On retrouve bien ici plus que jamais l'homme prothétique imaginé par Freud, dont les membres ou les fonctions retrouvés ou artificiels évoquent l'amélioration ou la transformation de l'espèce humaine: homme «augmenté», Cyborg, être vivant constitué totalement ou partiellement d'éléments mécaniques ou informatiques, tel Oscar Pistorius, athlète handicapé et nouveau champion.

## **Traversée du désert, logique économique et logique de santé publique**

Nous avons réalisé une étude publiée en mai 2008, intitulée «les innovations en matière de technologies de santé, du prototype à la commercialisation : une traversée du désert ?». L'étude met en évidence un nombre d'acteurs relativement important : laboratoires de recherche publics et privés, entreprises et en particulier PME, pouvoirs publics, agences, caisses, état par le biais des ministères ou des collectivités territoriales.

On peut grossièrement dire que les uns s'inscrivent dans une **logique économique** de création de richesse et d'emplois, tandis que les autres répondent à une **logique de santé publique** de prise en charge du patient avec la meilleure offre de soins compte tenu de contraintes budgétaires ou de sécurité.

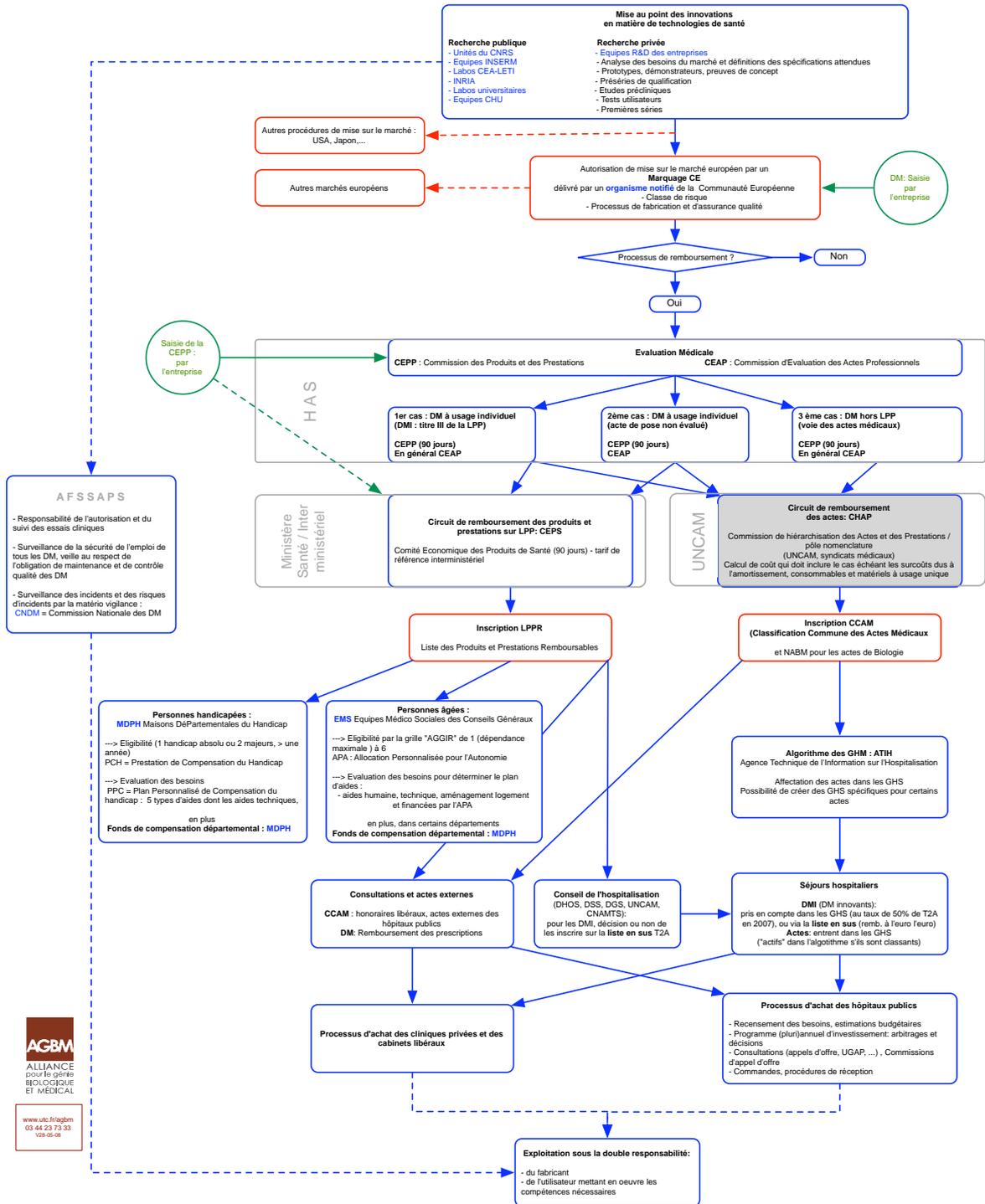
Il est manifeste que ces logiques, économique et de santé publique ne se rejoignent pas nécessairement de manière naturelle ou immédiate, notamment parce que la première a un caractère éminemment international tandis que la seconde est encore aujourd'hui pour l'essentiel nationale, mais aussi parce que les ressources humaines et publicitaires sont inégalement réparties.

La complexité du cheminement des innovations dans ce domaine et le nombre d'acteurs ont aussi pour corollaire différentes difficultés. Il est patent par exemple que rares sont les décideurs ayant une vision globale du système, constitué d'un monde d'experts cloisonné.

Ainsi, les jeunes entreprises rencontrent des difficultés pour trouver le bon chemin et surmonter les obstacles successifs. Les chercheurs se lancent sur des marchés trop hypothétiques. Les organismes de régulation peinent à donner une cohérence à l'ensemble. Les agences et organismes de recherche font souvent abstraction des processus à venir en aval. Les établissements de soins ignorent les trésors de recherche de laboratoires proches et les fonds de financement n'estiment pas facilement les durées des procédures et les opportunités de marché. Le trait est à peine exagéré.

Si le manque de liens entre le monde académique et les entreprises est souvent souligné, il nous semble important également de renforcer les relations entre les entreprises et les chercheurs d'une part, et les utilisateurs, en particulier les cliniciens et les acheteurs des hôpitaux, d'autre part. Ceci semble indispensable pour mieux discerner les besoins et les contraintes réelles. Les équipes de recherche sont souvent guidées par une logique de liberté intellectuelle et de « technology push », pouvant quelquefois conduire à consacrer beaucoup d'énergie pour aller dans des impasses, alors que les professionnels de santé peuvent aider à faire émerger une vision « applicative », pour une autre logique guidée par les besoins, de type « demand pull ».

Bien que cette étude date de 2008, il existe plus que jamais un champ de progression très important à l'interface entre les établissements de santé et les entreprises.



## Paradoxes liés à l'urbanisme et aux cycles de vie

Le constat central de notre analyse met en évidence deux paradoxes.

Le premier concerne la localisation des nouveaux établissements de soin, essentiellement en périphérie des villes (cf §2.4). A l'instar des super marchés, 90% des nouveaux hôpitaux, pour répondre aux critères d'économie d'échelle et de regroupement des ressources matérielles et humaines, ont progressivement migré dans des zones d'activités péri-urbaines éloignées des centres des villes, mais aussi des autres banlieues. On s'y rend en voiture, ou en transport en commun, lorsque la santé le permet. **Mais de manière flagrante, ces établissements se sont éloignés des populations vieillissantes.**

Le second constat concerne les durées respectives des cycles de vie des bâtiments et des dispositifs médicaux. En ce qui concerne les ouvrages de BTP, des durées d'amortissement de l'ordre d'une trentaine d'années sont couramment observées (cf §2.4). Au contraire, celles des technologies de santé ne dépassent guère 5 années (cf §1.4), des nouveautés ayant un impact sur la pertinence de la stratégie clinique apparaissent plutôt tous les deux à trois ans. **Ce décalage a pour conséquence une obsolescence rapide des ouvrages par rapport aux technologies médicales**, alors que leur poids financier est en général beaucoup plus important.

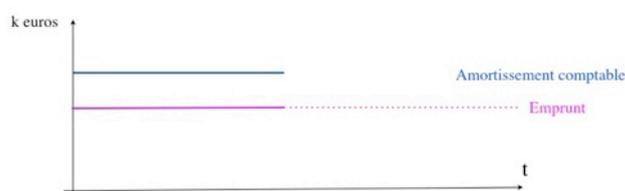
### Endettements

On ne peut écarter la question des endettements des établissements de santé dans la mesure où la durée des prêts doit être mise en relation avec les cycles de vie des dispositifs médicaux ou des ouvrages construits.

Il nous paraît important de souligner que de très nombreux hôpitaux ont des situations d'endettement relativement préoccupantes, que certains baux emphytéotiques conduisent à des loyers croissants lourds en héritage, que des opérations de la tutelle (par exemple Hôpital 2007), ont conduit à augmenter l'endettement de manière massive pour profiter des possibilités de subvention de l'état, et que les conditions d'emprunts sont devenues beaucoup plus sévères aujourd'hui, à la fois sur les montants et les durées.

Si la durée de l'amortissement comptable se révèle plus courte que la durée de l'emprunt ou que l'obsolescence du dispositif ou de l'ouvrage se révèle plus rapide que prévue, la situation financière conduit à une renégociation de la dette ou à un besoin de nouvel emprunt.

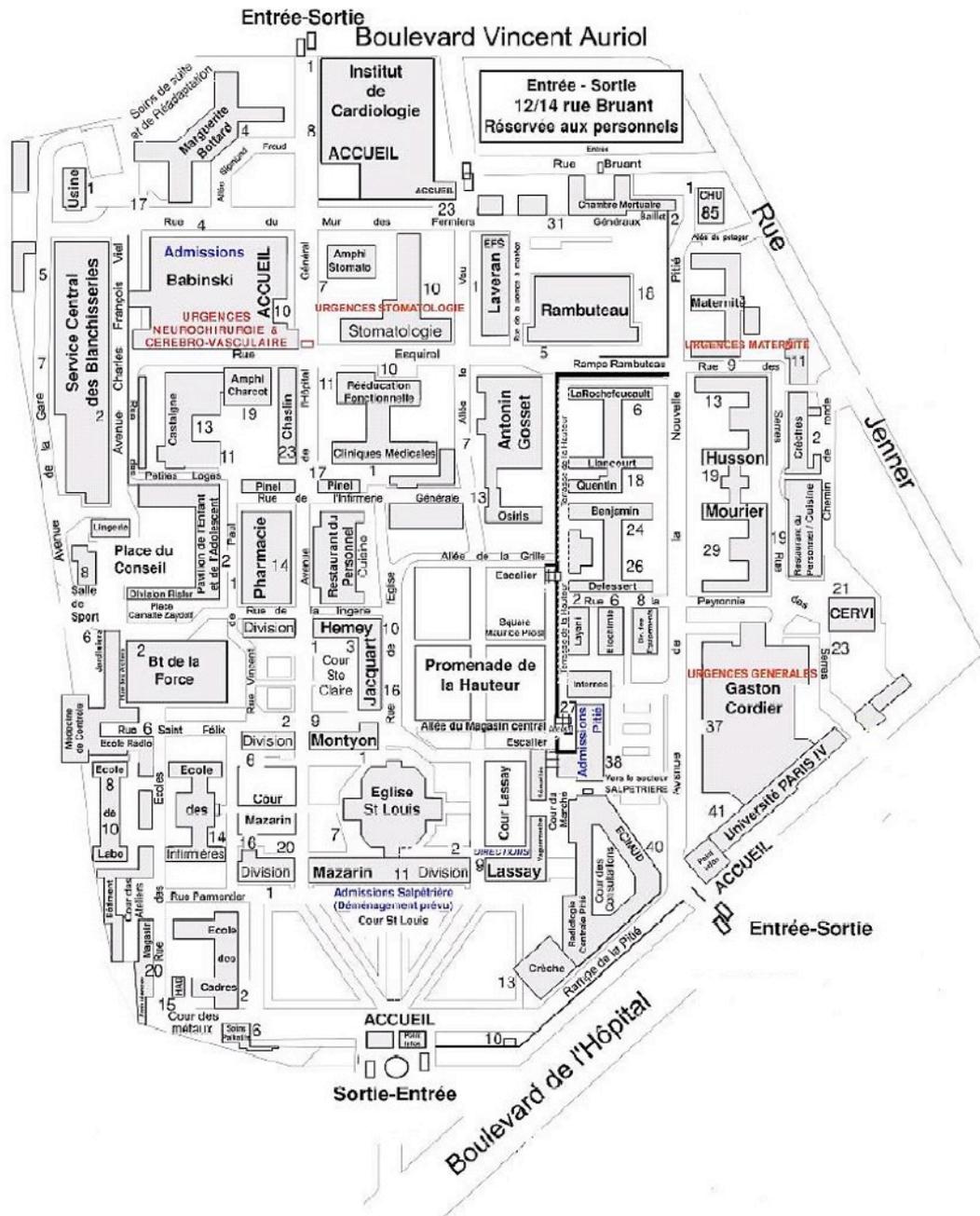
Cette renégociation est délicate, elle conduit soit à des taux supérieurs, soit à l'indexation de ces taux sur des facteurs extérieurs de société (cours du pétrole, bourse, ...) . La question de la juste durée de l'exploitation et de l'amortissement est donc centrale au plan financier.



Autrement dit, la capacité d'innovation dépend d'une situation saine de la dette contractée, ce qui plaide plutôt en faveur de projets immobiliers mesurés, à la fois en termes de taille et de durée d'amortissement.

### Taille, complexité, économies et déséconomies d'échelle

Bien entendu, notre propos n'est pas de critiquer ici l'un des hôpitaux les plus réputés de Paris (figure ci dessous), dont on dit qu'il est le plus grand d'Europe, référence internationale en clinique et en recherche tant en cardiologie qu'en neurologie.



Cependant, chacun peut observer derrière le gigantisme, une très grande faiblesse des investissements actuels, qui rend difficile à cet hôpital la tâche de tenir son rang. D'ailleurs, la plupart des CHU reviennent à l'équilibre de manière lente et asymptotique, mais au prix d'une faible modernisation.

La complexité a été décrite par de nombreux auteurs depuis plusieurs décennies, parmi lesquels Edgar MORIN [MORIN, 1977, 2011], Herbert SIMON [SIMON, 1996], Marc HALEVY [HALEVY, 2005] ou Hervé ZWIRN [ZWIRN, 2006]. Un système complexe n'est pas réductible à des briques élémentaires, contrairement aux idées des réductionnistes depuis le discours de la méthode de DESCARTES en 1637, ou à celles d'Auguste COMTE au début du 19<sup>ème</sup> siècle, un système complexe contient plus que la somme de ses parties. De nouvelles propriétés peuvent émerger ou au contraire disparaître, selon l'échelle.

## Déséconomies d'échelle

La complexité augmente avec la taille des organisations et le nombre d'éléments en interaction mutuelle, sans en être les seuls facteurs. La complexité des systèmes biologiques existe, elle augmente avec l'évolution des espèces, atteint une forme de perfection dans le système nerveux central.

La complexité des organisations humaines a un coût, la complexité augmente de manière exponentielle avec la taille et non de manière linéaire. Un exemple pour s'en convaincre, on peut compter le nombre d'interprètes nécessaires à des étrangers. Deux étrangers auront besoin d'un interprète chacun, tandis que trois devront en avoir deux chacun, quatre, trois chacun, etc. Soit la suite 4, 9, 16 interprètes nécessaires pour 2, 3 et 4 personnes étrangères. Les coûts de complexité pour des grands nombres peuvent devenir rapidement exorbitants.

### **Bureaucratization (CROZIER, 1963):**

- Rapport nombre de «producteurs» / nombre de «contrôleurs»
- Translation des buts
- Lenteur administrative dont le fonctionnement basé sur la méfiance
- Lourdeur de la gestion financière et de la comptabilité
- Professionnels au service de l'administration, au lieu du contraire

### **Management :**

- Inertie et coût des changements
- Dilution des responsabilités
- Fragilité aux risques, manque de redondances pour la sécurité
- Inflation de la demande pour honorer les investissements
- Lourdeur des transactions : réunion, décisions, ...
- Difficulté à maîtriser les processus, perte de contrôle

### **Ressources Humaines :**

- Déshumanisation par des flux tendus
- Moindre proportion du temps sur le coeur de métier
- Cloisonnement
- Sur qualification
- Perte des savoir faire locaux

### **Ecologie**

- Distance, construction «durable»,...

### **Territoires**

- Désertification

### **Finances**

- Optimaux locaux
- Endettements
- Sur-prescription

### **Carences cognitives (E MORIN) :**

«... compartimentation des savoirs, morcellement des problèmes globaux, lesquels nécessiteraient une connaissance pluridisciplinaire...»

Il existe pourtant des dogmes implicites et tenaces sur la taille des organisations. Ainsi le classement de Shanghai des universités a-t-il imposé un objectif de croissance et de fusion d'entités universitaires plus petites, la communauté européenne agrège-t-elle un nombre croissants de pays, les grandes mégapoles urbaines s'étendent elles indéfiniment avec l'exode rural. On sait pourtant que les bonnes idées viennent de la fertilisation entre un petit nombre de personnes, que ce sont souvent les petits pays qui sont les plus riches, et que les villages conservent une meilleure qualité de vie.

Bien entendu, la mutualisation de moyens a de nombreuses vertus, parmi lesquelles intervient en premier lieu la diminution des coûts unitaires de production, préoccupation prioritaire des entreprises en prise avec la recherche systématique d'optimisation de leurs ressources. Pour les hôpitaux, la

tendance à regrouper des laboratoires d'analyses biologiques ou des services d'imagerie, conduit à la fois à des économies d'investissements et à des économies de ressources humaines. Elles permettent l'acquisition d'équipements plus performants et un niveau de spécialisation clinique élevé, le débit des actes devenant suffisant pour en garantir la qualité.

Mais on décrit plus rarement les déséconomies d'échelle qui existent simultanément, soit parce qu'il est plus difficile de les quantifier, soit parce qu'ils remettent en cause les intérêts des projets. Nous en avons établi une liste (figure ci dessus). Elles s'insinuent souvent de manière progressive, sans qu'il soit facile de les observer, ce sont des transformations lentes [JULLIEN, 2008]. On peut également en souligner les conséquences humaines, poussant les personnels médicaux et paramédicaux à des flux tendus, le temps consacré aux patients diminuant d'autant.

Il est aussi intéressant d'observer la maîtrise ou au contraire la perte de contrôle d'une institution sur un processus, lorsque se cumulent gigantisme, dérives lentes et dilution de responsabilités. Le cas extrême de l'explosion de la navette Columbia par la NASA est l'un des plus célèbres, et l'on continue de s'étonner de l'absence de réaction de la direction du programme spatial d'alors devant l'alerte émise sur la défaillance d'un joint. Citons encore, le chantier de l'EPR en Finlande, qui a pris plus de trois années de retard et a doublé son prix (de 3 milliards d'euros à 6,6), ou le projet du CHUM de Montréal, éternellement repoussé [LACROIX et MAHEU, 2010].

A l'échelle des hôpitaux français, beaucoup connaissent des situations très délicates aux plans financier et médical, le phénomène est d'assez grande échelle. On peut s'interroger objectivement et étudier si les mécanismes généralisés de fusion et de mutualisation leur conféreront une meilleure capacité de contrôle de leur situation.

## 3.2 Axes de recherche

### Organiser la réflexion

Devant les paradoxes décrits ci dessus, quelle orientation donner à nos recherches sur le management des technologies de santé ?

Permettons nous la métaphore du développement de la pensée spatiale chez l'enfant [BERTHOZ et JORLAND, 2004]: le premier stade est caractérisé par une «non - coordination» des espaces sensoriels entre eux (jusqu'à 4 mois). Il s'agit d'une topologie perceptive et motrice radicalement égocentrique. Puis, de 4 à 12 mois, s'établit une coordination entre la vision et la préhension, les mouvements du regard se synchronisent avec l'exploration tactile. Pendant la troisième période (deux ans), des changements de point de vue apparaissent, les déplacements contribuent à l'élaboration d'une perception des mouvements des objets les uns par rapport aux autres. Il s'agit alors de la naissance d'une topologie «allocentrique». Enfin, arrivé à la maturité de 7 ou 8 ans, un espace intellectuel représentatif s'est construit, la motricité assure un facteur commun entre deux constructions, représentative et perceptive. La stratégie de déplacement, au lieu de faire appel aux mouvements de son regard pour assurer un déplacement relatif, de proche en proche, acquiert alors une stratégie de survol qui lui permet de s'affranchir du caractère séquentiel de la navigation égocentrée, il prend en quelque sorte «de la hauteur», il trouve des raccourcis.

Ainsi, la seule optimisation de centres hospitaliers, à la fois aux plans médicaux, économiques et logistiques ressemble au déplacement relatif de l'enfant, il ne conduit pas nécessairement à une amélioration de la prise en charge des patients. L'augmentation systématique des actes permet d'améliorer les recettes d'un établissement, mais pas celle de l'assurance maladie, et l'hyper concentration hospitalière, fruit de la mutualisation de ressources humaines et matérielles, éloigne paradoxalement les professionnels de santé de la population vieillissante, voire conduit quelquefois à des déséconomies d'échelle.

Le passage d'une approche relative, c'est à dire consistant à résoudre les problèmes au cas par cas à partir d'une situation existante, à une approche globale faisant appel à des vues d'ensemble, holistiques, des cartographies, pour appréhender l'imbrication des acteurs et la complexité des situations nous semble pertinente.

Nous nous intéresserons donc à la fois aux questions d'optimisation de gestion des technologies médicales, mais aussi à des questions plus globales touchant le moyen terme, c'est à dire de cartographie des actes, de conception de macro objets technologiques incluant des systèmes d'information.

Pour produire des idées cohérentes avec les valeurs fondamentales de la médecine et de la santé en général, la chaire de management des technologies de santé s'est dotée, pour la conseiller, d'un groupe de personnes expérimentées, connues et impliquées dans ce domaine (voir liste ci dessous).

Quant à la méthode, elle prévoit à la fois des activités de recherche et des enseignements dans lesquels les réflexions pourront diffuser. D'ores et déjà, la compréhension de l'impact des technologies sur les organisations sera enseigné dans le cadre des fondamentaux dispensés aux étudiants des différentes filières professionnelles de l'école, ce qui est un bon moyen de sensibiliser de futurs professionnels aux enjeux technologiques.

Nous prévoyons également la création d'un Mastère Spécialisé, l'organisation de séminaires mensuels d'échange et de recherche avec les étudiants de la chaire et les conseillers et un colloque tous les deux ans.

Le groupe de réflexion et d'orientation, au 26 octobre 2011, est constitué des personnes suivantes :

Bruno BACHIMONT, directeur à la recherche, UTC  
Marie Aline BLOCH, directrice de la recherche, EHESP  
André BOUGAUD, Ingénieur coordonateur du pôle Ingénierie logistique, CHU de Besançon  
Laetitia BOUSSARIE, Responsable de la clientèle institutionnelle, ARKEA Banque  
Jean Pierre COULIER, directeur général du Centre Hospitalier de Auch  
Odile CORBIN, directrice générale du SNITEM de 2000 à 2011  
Emmanuel CORDONNIER, PDG d'ETIAM  
Philippe DOMY, directeur général du CHU de Montpellier  
Alain DONADEY, ingénieur de recherche, UTC  
Philippe DUBOIS, Consultant en Ingénierie de la Santé, Beaune  
Yves DUBOURG, directeur adjoint du Centre de lutte contre le Cancer de Angers  
François DURAND GASSELIN, Directeur en charge du nouvel Hôpital, CH Carcassonne  
Béatrice FALISE MIRAT, directrice département des dispositifs médicaux, ANAP  
Elisabeth FERY LEMONNIER, Conseillère Générale des Etablissements de Santé  
Paul GARASSUS, Neurologue, Clinique du Tonkin à Lyon, groupe CAPIO  
Bernard GOUGET, Conseiller Fédération Hospitalière de France  
François GRIMONPREZ, directeur adjoint de l'ARS Pays de Loire  
Claire IMBAUD, ingénieur d'études, UTC  
Jean Patrick LAJONCHERE, directeur général du groupe Hospitalier St Joseph, Paris  
François LANGEVIN, Enseignant Chercheur à l'UTC et à l'EHESP  
Cécile LEGALLAIS, directrice du département de Génie Biologique, UTC  
Philippe MARIN, directeur de la filière EDH à l'EHESP  
Roland OLLIVIER, directeur de l'Institut du Management, EHESP  
Agnès PETIT, directrice de la qualité, Groupe Hospitalier de la Pitié Salpêtrière  
Emmanuel PERRIN, directeur du département de Génie Biomédical, ISTIL, Lyon  
Raymond POMMET, directeur adjoint du programme transversal technologies pour la santé, CEA  
Hubert SERPOLAY, directeur de l'Ingénierie Biomédicale, CHU de Rennes  
Guy VALLANCIEN, chirurgien urologue, Institut Mutualiste Montsouris  
Ronan TALEC, directeur des services économiques, logistiques et techniques CH de St Lo Coutances.

## Optimiser

Optimiser les plateaux médico-techniques, leur conception et leur utilisation, faire en sorte que les actes soient les plus adéquats par rapport au niveau de connaissance actuel est notre premier objectif.

L'étude des fusions de service et d'établissements fait partie de nos priorités de manière à mieux observer et comprendre les enjeux médico-technico-économiques en jeu, comparer les gains de productivité aux éventuelles déséconomies d'échelle, étudier les relations des grands plateaux techniques avec des niveaux de soins plus proches de la population vieillissante, en perte d'autonomie et devant bénéficier de soins pour des pathologies chroniques.

Les circuits de mise au point et d'évaluation des nouvelles technologies demeurent également une préoccupation importante, ils font l'objet d'une réflexion avec les partenaires industriels et les établissements de soins, au delà des dispositifs existants comme par exemple, les CIC-IT et les différents systèmes d'évaluation existants actuellement.



Deux thèses de doctorat commencent.

La première concerne l'étude des flux de patients et des différents processus dans le nouvel hôpital de Castres Mazamet (photo ci dessus). Le but de la recherche consiste à élaborer une méthode simplifiée de cartographie et d'analyse des flux des systèmes hospitaliers qui pourrait être appropriée par les professionnels à même de potentialiser les décisions d'implémentation tactique ou stratégique prises par les décideurs. La méthodologie sera mise à l'épreuve sur un bloc opératoire et un pôle complet d'activité mère-enfant.

La seconde concerne la fusion des laboratoires d'analyses biologiques des cinq hôpitaux du nord ouest parisien, Bichat Beaujon, Bretonneau, Mourier et Richet. Il s'agit d'étudier la mise en place des nouvelles organisations, des conséquences économiques, de modéliser les flux internes et externes. Les aspects biologiques, industriels, et économiques seront pris en compte.

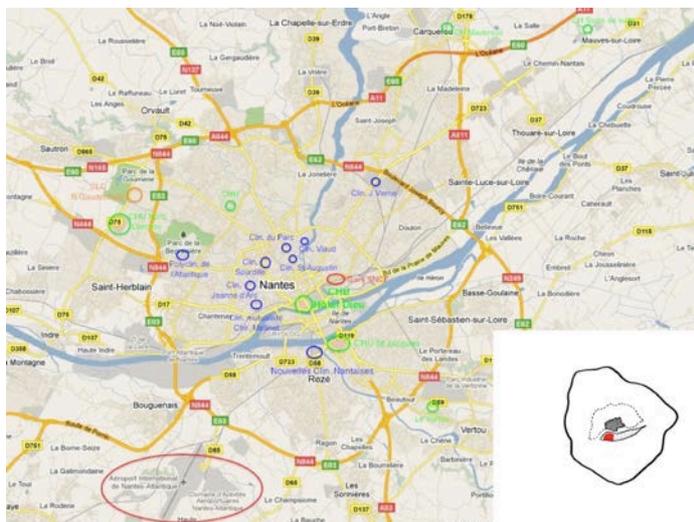
Des co directions de thèse sont prévues associant des chercheurs de l'EHESP et des chercheurs d'autres institutions (Paris V Descartes, ISIMA de Clermont Ferrand, UT de Compiègne)

Enfin, la capitalisation des réflexions de construction d'ouvrages hospitaliers devrait être mise à l'ordre du jour avec nos partenaires, de manière à voir comment il est possible mémoriser les savoir faire, et tenter de gagner du temps sur les phases de conception des établissements.

## Prévoir

Ce second volet de notre recherche est plus prospectif. Nous souhaitons développer nos idées qui découlent de l'analyse décrite ci dessus. Il s'agit d'une part de la compréhension de la répartition géographique des actes, notamment pour les personnes âgées avec des pathologies chroniques, des poly-pathologies et des besoins réguliers de soins, d'autre part le développement et de l'évaluation du concept de «smart hôpital», un niveau intermédiaire entre grands CHU et maisons médicales de quartier.

Ce travail est soutenu par une troisième thèse qui commence, avec une exploration des modèles alternatifs existants dans les pays du nord de l'Europe, Allemagne, Hollande, Danemark, Suède. Il s'agit de bien comprendre les relations cliniques et médico-sociales, les seuils critiques d'activités, non pas sur le même créneau d'activités que les centres hospitaliers classiques, mais avec un nouveau type de segmentation d'activité.



### .Cartographie.

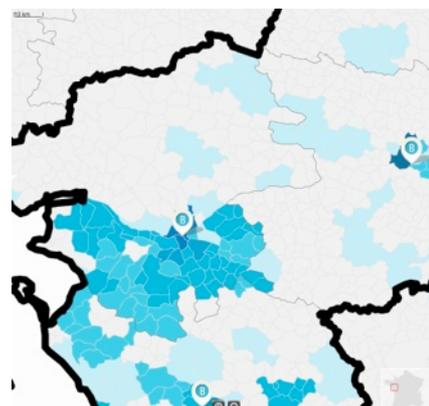
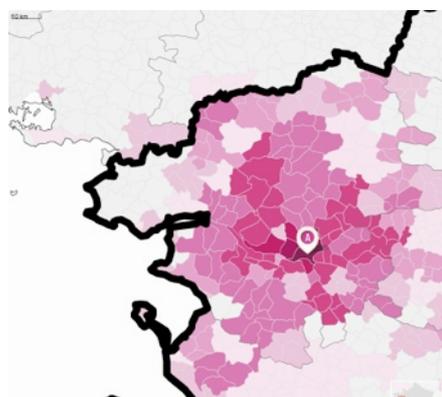
Parmi les projets de nouveaux hôpitaux, deux retiennent particulièrement notre attention. Ceux de Caen et de Nantes. Dans les deux cas, il s'agit de prévoir quelle sera l'activité de la nouvelle construction à l'échéance de vingt ou trente ans.

Un élève ingénieur biomédical vient de faire sa thèse professionnelle sur l'avant projet du CHU de Caen et a produit un certain nombre d'idées sur l'organisation fonctionnelle du futur plateau technique après consultation des différents cliniciens et chefs de pôles.

Le CHU de Nantes constitue un véritable cas d'école.

C'est en effet l'une des rares situations où l'on veut reconstruire l'hôpital dans le centre de la ville, et sans doute le seul en France à cette échelle. C'est donc un cas plutôt exceptionnel. Nous avons commencé à étudier les éléments techniques et organisationnels du projet. Nous avons également demandé à l'entreprise HEVA de Lyon la mise au point d'un logiciel de cartographie dynamique représentant les données ATIH des PMSI pour mieux comprendre les mécanismes d'attraction des établissements pour pouvoir plus facilement comprendre les besoins en infrastructure.

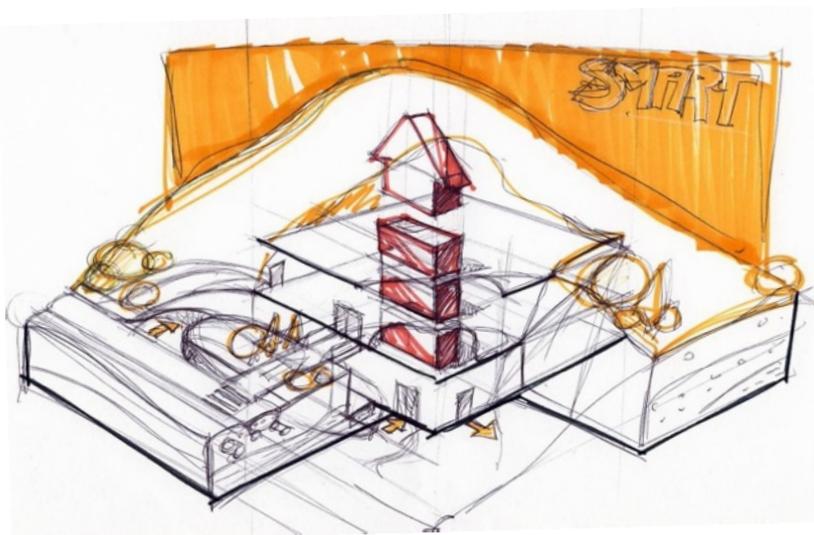
Les cartes ci contre représentent par exemple les bassins de recrutement du CHU en couleur rouge et des établissements privés les plus importants pour les GHS concernant le diabète.



## . Smart hôpital



Enfin, nous avons convergé depuis quelques temps vers un concept de petites structures médicales, sortes de maisons médicales ultra modernes et dotées de technologies de santé récentes, capables de faire un lien entre sanitaire et médico-social en particulier pour les poly pathologies et les pathologies chroniques des personnes âgées. Nous les avons appelé «smart hôpitaux», (petits et intelligents), ils doivent accueillir des médecins généralistes et des équipes plus spécialisées.



Nous considérons ce type de structure comme un macro objet technologique, doté d'un plateau technique, d'un système de communication avec un CHU ou un CH auquel il est relié, et d'un puissant système d'information. Son cycle de vie doit être très court, de l'ordre d'une dizaine d'années, matérialisant une convergence entre dispositifs médicaux et ouvrages de BTP. Il ne comprend pas de lits.

Les avantages pressentis sont récapitulés dans le tableau ci dessous. Nous cherchons à réaliser un prototype et évaluer ce concept.

	Principe	Objectifs	Avantages organisationnels	Avantages financiers
1	Regrouper les médecins généralistes et les personnels paramédicaux libéraux	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1. Eviter l'isolement de ces personnels, les délais d'attente, limiter la pesanteur administrative</li> <li>- 2 Faciliter la permanence des soins</li> <li>- 3. Désengorger des urgences</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assouplir l'organisation du travail (gardes, remplacements, vacances, rendez vous...)</li> <li>- se libérer des tâches administratives</li> <li>- fluidifier les urgences hospitalières</li> <li>- limiter l'isolement et les déserts de santé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en commun des moyens humains : secrétariat, comptabilité, questions juridiques</li> <li>- Moins de risques économiques liés que la création d'un cabinet : mise en commun des risques ou salariat.</li> </ul>
2	Plateau Technique: Imagerie, Chirurgie mini-invasive, biologie délocalisée, dialyse  Construire des structures simples et de petite taille	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1. Permettre des examens techniques simples de proximité pour le suivi des maladies chroniques et des poly-pathologies : diabète, Cardio-neuro-vasculaire, organes des sens, dialyse, insuffisance respiratoire, ...</li> <li>- 2. Offrir des services d'urgence et de première intention de proximité</li> <li>- 3. Déléguer un certain nombre d'examens techniques (ophtalmo, audition, explorations fonctionnelles, échographies, ...) pour alléger les cliniciens spécialistes.</li> <li>- 4. Permettre l'évolution rapide des plateaux techniques pour suivre les cycles de vie des innovations cliniques et technologiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limiter les nombreux déplacements des patients chroniques</li> <li>- Limiter les délais d'attente pour les examens prescrits en complément des consultations</li> <li>- Décloisonnement des généralistes et des spécialistes.</li> <li>- Rapidité de construction, adaptation au changement des pratiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Semi industrialiser le modèle de manière à en abaisser les coûts. Ordres de grandeur : Murs = 10M€/1an (1M€/an), RH: 5M€/an, Matériel: 5M€/5ans, 1(M€/an).</li> <li>- Prescrire mieux les actes grâce à la proximité entre généralistes et spécialistes</li> <li>- Réduire la facture carbone par la limitation des déplacements des patients et du personnel</li> </ul>
3	Coordination avec le(s) CHU	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1. Faire bénéficier les centres de proximité de l'expertise et de la compétence des cliniciens universitaires hyper spécialisés par un appui logistique à distance.</li> <li>- 2. Assurer une mission d'enseignement et de formation continue auprès des médecins généralistes</li> <li>- 3. Décloisonner médecine de ville et hôpital</li> <li>- 4. Focaliser l'activité des CHU sur les maladies plus exceptionnelles, les maternités, les blocs opératoires, la traumatologie, les soins intensifs et palliatifs</li> <li>- 5. Déléguer quand cela est possible, le suivi des patients aux Smart Hop, et délester les services de consultation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Former les jeunes internes sur un lieu plus proche des réalités de leurs futurs emplois</li> <li>- Assurer les contacts réguliers entre généralistes et universitaires pour mieux diffuser les connaissances nouvelles et les pratiques innovantes</li> <li>- Augmenter le potentiel de recherche par le déploiement de sites plus proches de la population (exploitation des données médicales, recherche clinique...).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suppression des examens redondants</li> <li>- Réduire la taille des très grands CHU pour leur permettre de mieux optimiser leur mission et réduire les coûts liés à la taille.</li> </ul>
4	Point d'entrée unique pour la coordination des soins et le médico-social	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1. Faciliter la coordination et le suivi des soins</li> <li>- 2. Faciliter la complémentarité entre les organismes impliqués dans le médico-social</li> <li>- 3. Décloisonner le médical et le médico-social</li> <li>- 4. Assurer des liens plus personnalisés avec l'hospitalisation à domicile</li> <li>- 5. Supprimer les examens ou les services redondants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendre transparente et compréhensible l'organisation des soins pour le public.</li> <li>- Humaniser les services aux personnes</li> <li>- Allègement administratif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supprimer ou limiter les examens inutiles</li> <li>- Faire des économies par optimisation des circuits administratifs.</li> </ul>
5	Généralisation du Dossier Médical Personnalisé et accessibilité universelle de l'information médicale aux personnels médicaux et paramédicaux y étant autorisés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1. Se coordonner aussi bien avec les CHU qu'avec les services d'hospitalisation à domicile</li> <li>- 2. Structurer des dossiers patient complets et consultables n'importe où et en permanence</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meilleure coordination des soins</li> <li>- Meilleur suivi médical (en cas d'absence des médecins référents...)</li> <li>- Suivi des prescriptions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supprimer ou limiter les consultations et les prescriptions d'examen redondants et inutiles</li> <li>- Supprimer ou limiter les prescriptions d'analyses biologiques et de médicaments redondants et inutiles</li> </ul>

## Conclusion

Le progrès technologique apparaît à travers les âges comme la traduction de l'homme prothétique, c'est à dire, de la capacité de l'homme à dépasser, à sublimer son état d'homme, comme une faculté pouvant être considérée comme un prolongement biologique soumis à l'évolution Darwinienne. Mais en même temps il doit s'adapter aux besoins, aux gestes, à l'équilibre de la société : une innovation est d'abord et aussi une **invention socialisée**. Le progrès technologique a ainsi une facette individuelle et une autre collective, l'une et l'autre étant indissociables.

L'hôpital est apparu au début du moyen âge et a connu différentes générations, il continue d'évoluer profondément, sans que l'on sache s'il existera encore demain, du moins sous la forme actuelle, les technologies de santé elles mêmes n'ont déjà plus le même périmètre d'utilisation, se concentrant d'une part au sein de plateaux médico-techniques, accessibles de manière ambulatoire, mais sortant également de l'hôpital pour exister partout dans l'environnement proche des citoyens.

Plusieurs alternatives d'organisations complémentaires apparaissent donc pour le management des technologies de santé : le plateau médico-technique, qui concentre de plus en plus d'actes technologiques complexes, il sera, à notre avis, considéré de plus en plus, comme un macro objet technologique. D'autre part, une organisation de soins proche de la population vieillissante, avec des projections de technologies simples à utiliser à domicile. Entre les deux, nous prétendons qu'il devrait y avoir un niveau qui permette une meilleure proximité avec la population, peut être un «smart hôpital». Ces différentes facettes constitueront le fil conducteur des recherches de la chaire de management des technologies de santé.

Compte tenu de l'époque d'instabilité financière actuelle et de déséquilibre entre valeurs du travail et de l'investissement, il nous semble sage de nous diriger vers le sens d'une économie plus sobre, d'une ingénierie frugale et écologique, bref il nous faut chercher des nouveaux modèles, plus simples, plus ouverts.

La Santé Publique doit s'enrichir de cette vision prospective de l'évolution technologique pour la mettre à profit de la population, avec les critères d'humanisme qu'elle se doit d'incarner, d'égalité et de justice.



## Bibliographie

Jacques ATTALI

Une brève histoire de l'avenir

Fayard, 2006

M AKRICH, M CALLON et B LATOUR

A quoi tient le succès des innovations ? 1. L'art de l'intéressement 2. Le choix des porte parole

Gérer et comprendre, Annales des mines, 11 et 12, pp 4-29, 1988

BACH Y RITA

Brain mechanisms in sensory substitution

New York: Academic Press, pp. 182, 1972

Jean BERNARD

La médecine de demain

Flammarion Domino, 1996

Marie Aline BLOCH, Léonie HENAUT, Jean Claude SARDAS, Sébastien GAND

La coordination dans le champ sanitaire et médico-social, les enjeux organisationnels et les dynamiques professionnelles

Centre de gestion scientifique, Mines ParisTech, Rapport commandité par la Fondation Paul Bennetot, 2011.

Marie Aline BLOCH, Léonie HENAUT, Sébastien GAND, Jean Claude SARDAS

Les gestionnaires de cas : une nouvelle figure de tiers pour la coordination des parcours des personnes en perte d'autonomie.

Revue économique et sociale, Vol 69, N°3, septembre 2011, p.103-111

H.E. BEEBY, J.B. READ, H.E. LEWIS

The Harness Hospital Design

Proc. Instn Civ. Engs, Part & Part 2, 1976, 60

Alain BERTHOZ, Michel JORLAND

L'empathie

Odile JACOB, 2004

Alain BERTHOZ

La simplicité

Odile JACOB, 2009

Paul BLANQUART

Une histoire de la ville

La découverte Poche, 1997

Jean BRILMAN, Jacques HERARD

Management. Concepts et meilleures pratiques

Eyrolles, Editions d'Organisation. 6è édition, 2011

Paul CASTEL, Pascal FUENTES

Le management des CHU. Réalisations, projets.

Livre Blanc, 2006

Paul CASTEL

Pour la réforme de l'hôpital. Entretien  
in La réforme de l'Hôpital, La Documentation française, juin-juillet 2009

Florent CHAMPY  
Commande publique d'architecture et segmentation de la profession d'architecte  
Génèses, Sciences sociales et histoire, 1999, n°37, «Sciences du politique», p 93-113.

Anne Sophie CLEMENCON  
Le rôle de l'institution hospitalière dans l'urbanisation : le cas des Hospices Civils de Lyon.  
Acte du colloque Grand Lyon, Mission prospective et stratégie d'agglomération, 2006

J COLE  
Strategic planning of health facilities in northern Ireland  
The Health Policy Bulletin of the European Observatory on Health and Policies, Spring 2010, Vol12, n°1.

Yves COPPENS  
Pré-Textes. L'homme préhistorique en morceaux  
Odile Jacob, 2011

Michel CREMADEZ  
Le management stratégique hospitalier  
InterEditions, 1992

Michel CROZIER  
Le phénomène bureaucratique  
Seuil, 1963

Sous la direction de Jules DAMON  
Villes à vivre. Modes de vie urbains et défis environnementaux  
Odile JACOB, 2011

Arthur M. FELDMAN  
Pursuing excellence in healthcare. Preserving America's academic medical centers  
CRC Press, 2010

Eugène FERGUSON  
The mind's eye non verbal thought in technology  
Science 197, p827, 1977.

Catherine FERMAND  
Pour une histoire urbaine et architecturale de l'hôpital  
Acte du colloque Grand Lyon, Mission prospective et stratégie d'agglomération, 2006

Catherine FERMAND  
Les hôpitaux et les cliniques : architecture de la santé  
Le Moniteur, 1999

Dominique FORAY  
Trois modèles d'innovation dans l'économie de la connaissance  
in l'Encyclopédie de l'innovation, sous la direction de Philippe MUSTAR et Hervé PENAN, pp 497-518, 2003

Michel FOUCAULT,  
L'histoire de la folie à l'âge classique

1972

Sigmund FREUD

Malaise dans la civilisation,

Payot, original : *Das Unbehagen in der Kultur*, 1930

Pascal GAREL

Les orientations européennes du financement de l'hospitalisation

Comité Permanent des Hôpitaux de l'Union Européenne, date ?

Thierry GAUDIN

Pouvoirs du rêve

Centre de recherche sur la culture technique, médaille des gens de la société de lettre 1985

Xavier GUCHET

Evolution technique et objectivité technique chez Leroi-Gourhan et Simondon,

Revue Appareil, N°2, 2008

Marc HALEVY

L'âge de la connaissance. Principes et réflexions sur la révolution noétique au 21 ème siècle.

MM2 Editions, 2005

Thierry HOET

L'hôpital confronté à son futur

Ed ENSP, 1993

François JULLIEN

Les transformations lentes

2008

Ray KURZWEIL

The age of intelligent machine

1989

Ray KURZWEIL

The singularity is near

2005

Robert LACROIX, Louis MAHEU

Le CHUM, une tragédie québécoise,

Boréal, 2010

LAISSY, Guy FRIJA, Francis FAGNANI

Evolution de l'imagerie en France entre 1982 et 1988: hypothèses d'interprétation et de mesure des effets de substitution entre techniques nouvelles et conventionnelles

Revue d'imagerie médicale 1992, vol. 4, n°7, pp. 543-552

Bruno LATOUR

Une introduction à l'anthropologie des sciences

Culture Technique, n°14 Les « Vues » de l'Esprit, Juin 1985 pp. 4-30

André LEROI GOURHAN

Le geste et la parole

Albin Michel Sciences, 1964

Marcel MAUSS

Les techniques du corps

Communication 1934, in Journal de psychologie, mars-avril 1936.

Henri MINTZBERG

Le manager au quotidien

Eyrolles, 1984, 2006

Michel MORANGE

La vie expliquée

Odile JACOB, 2010

Hans MORAVEC

Mind Children

1988

Patrick MORDELET

Reconfiguration et transformation de l'hôpital dans les systèmes de santé occidentaux

in La réforme de l'Hôpital, La Documentation française, juin-juillet 2009

Edgar MORIN

La méthode. 1. La nature de la nature,

Seuil, 1977

Edgar MORIN

La voie. Pour l'avenir de l'humanité

Fayard, 2011

Yann MOULIER BOUTANG

L'abeille et l'économiste

Carnetsnord, 2010

Bernd RECHEL, Stephen WRIGHT, Nigel EDWARDS, Barrie DOWSESWELL, Martin McKEE

Investing in hospitals of the future

Observatory Studies Series n°16, WHO 2009.

Bernd RECHEL, Jonathan ERSKINE, Barrie DOWSESWELL, Stephen WRIGHT, Martin McKEE

Capital Investment for Health. Case studies from Europe

Observatory Studies Series n°18, WHO 2009

Bernd RECHEL, Stephen WRIGHT, Barrie DOWSESWELL, Barrie McKEE

Even in tough times: investing in hospitals of the future

The Health Policy Bulletin of the European Observatory on Health and Policies, Spring 2010, Vol12, n°1.

Bernard REICHEN

L'hôpital comme projet urbain

Acte du colloque Grand Lyon, Mission prospective et stratégie d'agglomération, 2006

E. Fritz SCHUMACHER

Small is beautiful. A study of economics as if people mattered.

Blond & Briggs 1973, Vintage 1993

Bonnie SIBBALD, Ruth Mc DONALD, Martin ROLAND  
Shifting care from hospitals to the community : a review of the evidence on quality and efficiency  
J Health Serv Res Policy, Vol 12, n°2, April 2207

Herbert A. SIMON  
Les sciences de l'artificiel  
The sciences of the artificial, MIT Press 1996, Ed. française, Gallimard, 2004

SIMONDON  
*Du mode d'existence des objets techniques,*  
Paris, Aubier, 1989

Jane SMITH  
Hospital Building in the NHS  
British Medical Journal, vol289, 1984

Bernard STIEGLER  
Prendre soin de la jeunesse et des générations  
Flammarion, 2008

Bernard STIEGLER  
De la pharmacologie  
Flammarion, 2010

C TRESCOLI SERRANO, T QUIROS MORATO, M MARIN FERRER  
The Alzira Model: PPP in an Integrated Health Services Organizations.  
The Health Policy Bulletin of the European Observatory on Health and Policies, Spring 2010, Vol12, n°1.

Vernor VINGE  
Technological Singularity  
1993

Eric VON HIPPEL  
Democratizing innovation  
The MIT Press, 2005

Elias ZERHOUNI,  
Les grandes tendances de l'innovation biomédicale au XXI<sup>e</sup> siècle,  
Paris, Collège de France / Fayard, coll. « Leçons inaugurales du Collège de France », n° 217, mars 2011

Hervé ZWIRN  
Les systèmes complexes  
O. Jacob, 2006

### **Articles de quotidiens**

Paul BENKIMOUN  
Puces médicales en décalcomanie  
Le Monde 13.08.2011

Julien BOUISSOU  
Institut Indien de Technologies de Bombay. Du génie pour tous  
Les labos du futur, 6/6, Le Monde 14.08.2011

Sylvain CYPEL  
MediaLab, MIT. La révolution informatique  
Les labos du futur, 2/6, Le Monde 10.08.2011

Benoît FLOC'H  
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. Aux sources de la conscience.  
Les labos du futur, 4/6, Le Monde 12.08.2011

Philippe JACQUE  
Giant, Grenoble. Faire marcher les tétraplégiques  
Les labos du futur, 3/6, Le Monde 11.08.2011

Claudine MULARD  
Caltech, Pasadena. L'aventure des carburants solaires  
Les labos du futur, 1/6, Le Monde 9.08.2011

David SNOW  
Nous réduisons les coûts de santé  
Propos recueillis par C Talbot, Le Monde, Supl. économique, 27.04.2010

Laurent ZECCHINI  
Technion, Haïfa. Un éden high-tech  
Les labos du futur, 5/6, Le Monde 13.08.2011

### **Autres documents de références**

ANAP  
Observatoire des coûts de la construction hospitalière. Traitements statistiques  
2011.

Assurance maladie et perte d'autonomie  
Contribution du HCAAM au débat sur la dépendance des personnes âgées.  
Rapport adopté à l'unanimité lors de la séance du 23 juin 2011

Guide de la réglementation et des recommandations relatives à la construction et au fonctionnement technique  
des établissements de santé.  
Direction de l'Hospitalisation et des soins (DHOS). Mission d'Appui à l'Investissement Hospitalier (MAINH).  
2005

Etude prospective sur les technologies pour la santé et l'autonomie.  
Etude effectuée à la demande de l'Agence Nationale de la Recherche et de la Caisse Nationale de Solidarité pour  
l'Autonomie.  
Alcimed, octobre 2007



La Chaire de Management des Technologies de Santé est soutenue par un partenariat entre l' **EHESP** et la BCME, filiale du **CREDIT MUTUEL ARKEA**