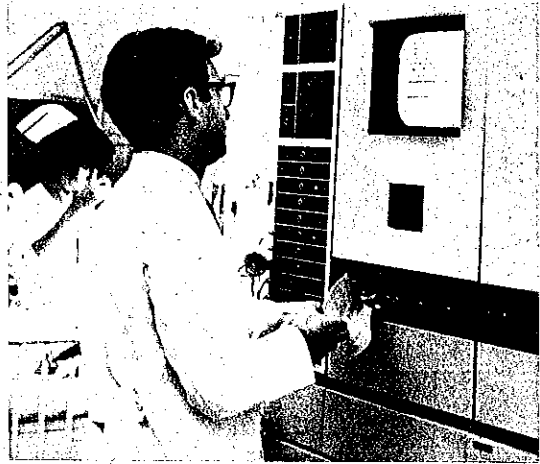


# Hôpitaux automatiques : des ordinateurs au secours des médecins

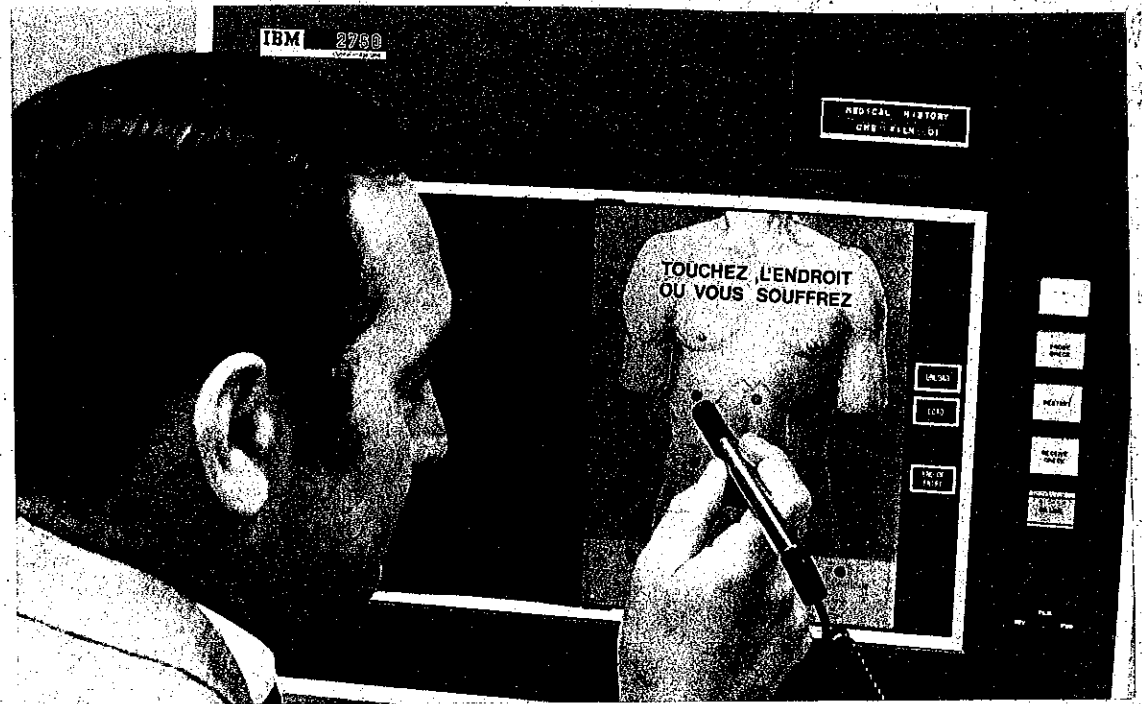
*Plus de défaillances dans la surveillance des malades: l'ordinateur contrôle la température et la tension de manière continue. D'autres ordinateurs font de la comptabilité ou de la lecture d'analyses...*



Pacific Medical Center

L'opération à cœur ouvert avait bien duré six heures et Bob venait d'être reconduit dans sa chambre du Pacific Medical Center de San Francisco. Une chambre très particulière pleine d'écrans cathodiques, d'armoires métalliques et de traceurs de courbes. D'innombrables fils électriques, tubes de caoutchouc sortent du lit pour aller rejoindre les appareils de mesure. L'une des infirmières penchée sur le corps endormi pose des capteurs, ceux de l'électrocardiogramme (l'E.C.G.) de la pression artérielle et veineuse, ceux des températures. Elle installe le pneumotachographe et les drains thoraciques qui vont permettre de surveiller la mécanique respiratoire de Bob. A l'autre bout de la pièce, un médecin, l'œil rivé sur les écrans attend les premiers résultats du « monitoring ». Quelques fractions de seconde après la pose

du dernier capteur, les premières courbes et les premiers chiffres s'inscrivent sur les écrans, l'électrocardiogramme: le rythme et le débit cardiaques, les pressions systoliques et diastoliques, le rythme et le travail respiratoires, etc. Dans le service du Dr John Osborn, au Pacific Medical Center, il y a cinq chambres semblables à celle-ci. Toutes reliées à l'ordinateur de l'hôpital, un IBM 1800. Pour ces grands opérés, le facteur primordial, c'est le temps, la moindre seconde perdue peut être fatale. Or, l'ordinateur possède cette fantastique qualité de calculer et de restituer les informations « en temps réel », c'est-à-dire à l'instant même où les données sont captées. Sans le temps réel l'informatique « médicale » n'aurait sans doute jamais vu le jour. Et les formidables possibilités de l'ordinateur n'auraient été utilisées que pour



*Aide au diagnostic. « Où avez-vous mal? » demande la machine. « Ici », précise le patient, de la pointe du crayon électronique. Et la machine qui a, entre temps, enregistré l'historique médical du malade, et comparé les résultats d'analyse de l'urine ou du sang avec les normes classiques, est en mesure de fournir un premier bilan diagnostic. (Système I.B.M.).*

des tâches de gestion comme si l'hôpital n'était qu'une simple entreprise. Alors que c'est de vie ou de mort qu'il s'agit. Mais bien peu de médecins ont pris conscience du rôle prépondérant que pouvait prendre l'ordinateur dans leur discipline.

En fait, l'informatique dite « médicale » comporte trois grands chapitres: la surveillance intensive, la gestion des dossiers et l'aide au diagnostic. Et d'abord le plus spectaculaire, celui qui sauve les opérés du Pacific Medical Center, ou ceux du Shock Research Unit de San Francisco: le monitoring ou surveillance intensive. C'est lui qui permet de suivre l'évolution d'un grand malade, de donner l'alarme lorsque les mesures dépassent des valeurs critiques et de conserver les observations des médecins et des infirmières dans la mémoire de l'ordinateur. Lesquelles informations viennent compléter le dossier médical, document-clé dans chaque hôpital.

A la base de tous travaux médicaux, le dossier du malade est aujourd'hui rédigé manuellement. On y entasse les résultats d'analyses, les radiographies, les diagnostics, les traitements prescrits auxquels s'ajoutent parfois des renseignements d'ordre administratif. Le tout est souvent mal écrit, incomplet et difficile à manipuler. D'où l'idée d'emmagasiner cette somme de renseignements dans la mémoire d'un ordinateur. Théoriquement cela est possible. Demain, peut-

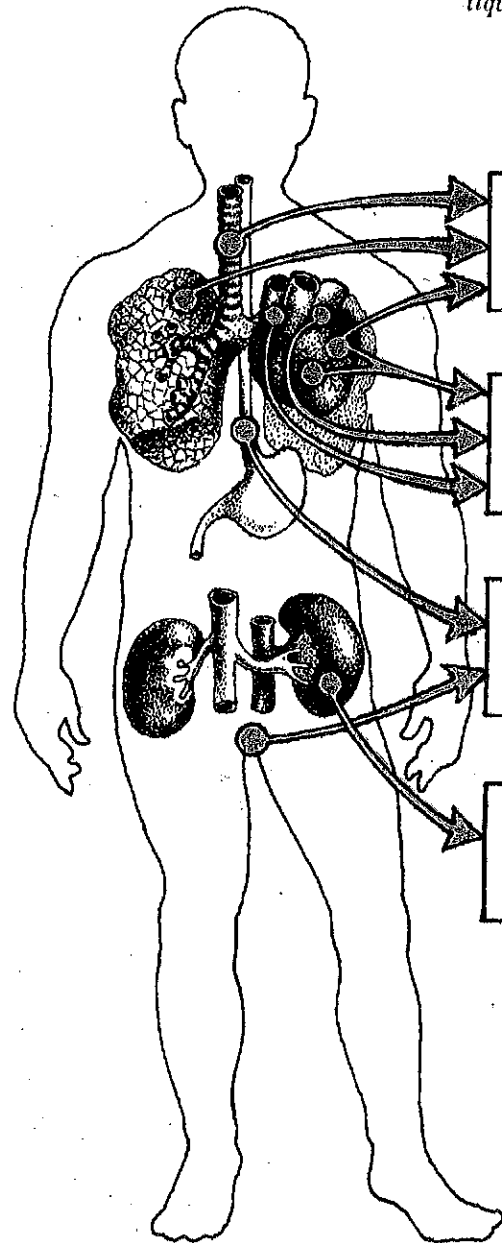
être, il suffira de communiquer au terminal d'un hôpital le numéro d'immatriculation national d'un individu pour voir s'afficher sur l'écran toutes les caractéristiques et tous les antécédents médicaux d'un malade: son groupe sanguin, son groupe tissulaire, ses allergies, ses hospitalisations précédentes avec leurs causes et leurs diagnostics. On pourrait gagner des minutes, voire des heures lors de l'arrivée d'un blessé grave à l'hôpital.

Mais, en réalité, les choses ne sont pas si simples. Si l'idée du dossier médical géré par ordinateur a soulevé bien des enthousiasmes, les difficultés de sa réalisation ont fait déchanter les plus passionnés. D'abord le numéro national, le seul qui permettra d'identifier chacun sans ambiguïté, n'est pas encore entré dans les mœurs dans notre pays. L'I.N.S.E.E. (Institut national de la statistique et des études économiques) s'en préoccupe et constitue le fichier SIRENE, qui numérote une fois pour toutes chaque citoyen. Ensuite, il est impossible que toutes les finesses du langage médical figurent dans la mémoire de l'ordinateur. Impossible aussi de tout emmagasiner. La place en mémoire coûte trop cher.

Comment savoir si la chute de cheval de Madame X à l'âge de 15 ans aura plus tard des conséquences? Comment être sûr que tel renseignement minime pour le médecin ne sera pas primordial pour le pharmacologue ou le cher-

**Le « monitoring »  
a déjà  
sauvé des vies**

*Pour certains grands opérés, le facteur primordial, c'est le temps. La moindre défaillance peut entraîner la mort. Déjà, de nombreuses vies ont été sauvées par le « monitoring », système informatique qui permet de suivre en permanence l'état du malade (cœur, reins, poumons...) et de donner l'alarme dès que les mesures enregistrées par des capteurs dépassent certaines valeurs critiques.*



**Mesures effectuées**

**Poumons** ● 2 capteurs ECG pour pneumographie d'impédance. Surveillance des gaz inspiré et expiré sous app. resp. (trachéotomie) ● 1 capteur de débit du liquide pleural.

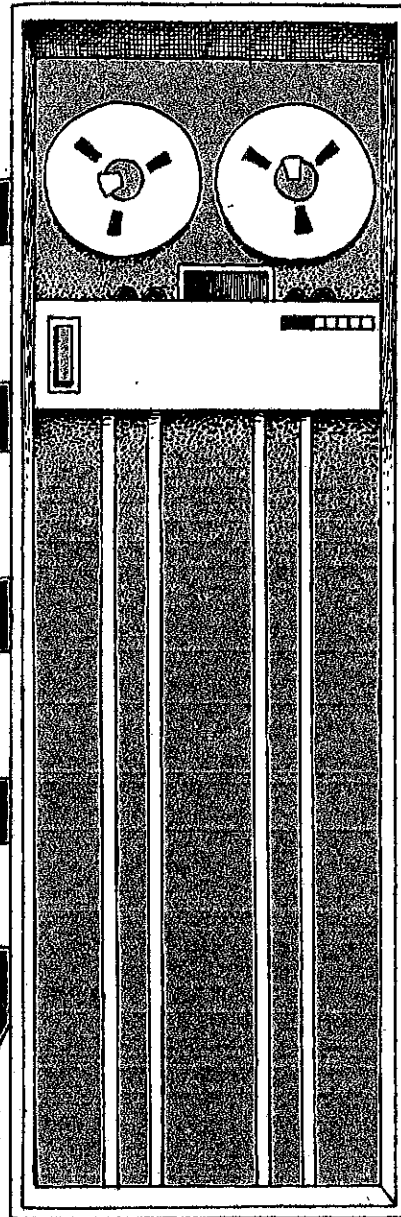
**Cœur** ● 2 capteurs ECG en continu ● 1 capteur catheter de pression artérielle (directement dans l'artère) ● 1 capteur de pression veineuse (directement dans la cavité droite).

**Température** ● 1 capteur de temp. rectale ● 1 capteur de temp. cutanée ● 1 capteur de temp. œsophagienne.

**Reins** ● 1 capteur de débit urinaire.

**Consignes immédiates**

● Alarme au bureau des infirmières  
● Observations des médecins ● Données manuelles ● Sortie de l'historique du malade ● Déclenchement et surveillance des perfusions par ordinateur.



**Informations cliniques**

**Poumons** ● Rythme respiratoire ● Pression d'insufflation ● Volume expiré ● Travail respiratoire ● Analyse en continu de l'air expiré ● Surveillance du liquide pleural.

**Cœur** ● Fréquence cardiaque et courbes E.C.G. ● Pression systolique maxi. et mini. ● Débit cardiaque en continu (à l'étude) ● Volume sanguin total ● Besoins en perfusion.

**Température** ● Evaluation du débit cardiaque par corrélation entre la température centrale et la température cutanée (d'où suppression du catheter).

**Reins** ● Débit urinaire.

SURRE

cheur. De plus, il est fréquent que certaines définitions médicales ne recouvrent pas des notions identiques pour deux praticiens différents. Il faudra donc élaborer un vocabulaire unique. Un énorme travail de linguistique est encore à faire. En France la normalisation du langage débuté en obstétrique, en cardiologie, en cancérologie, en néphrologie. C'est une tâche longue et fastidieuse mais indispensable. Moralement, il est impossible à un interne de compléter le dossier d'un malade en employant des termes à double ou triple sens.

En plus des termes médicaux, les dossiers contiennent aussi des radiographies, des tracés de courbes, des coupes anatomiques qu'il faut bien conserver. L'ordinateur ne fera pas disparaître les archives des hôpitaux.

Pourtant le dossier médical intégré, celui qui contiendra aussi bien des informations cliniques qu'administratives, c'est l'avenir de la médecine. D'abord parce qu'il évitera de refaire plusieurs fois les mêmes analyses, de recopier à chaque visite l'identité du malade.

### Diagnostic par machine

On a évalué au C.H.U. (Centre hospitalier universitaire) Necker-Enfants Malades, que les nom, prénom, profession d'un malade étaient transcrits plusieurs dizaines de fois lors d'un même séjour. Ensuite, l'ordinateur mettra la mine d'informations que contiennent les dossiers au service des chercheurs et des statisticiens pour effectuer, par exemple, des études sur la morbidité, sur l'épidémiologie. On peut même imaginer rassembler l'ensemble des dossiers d'une ville, d'une région ou, pourquoi pas, d'un pays pour constituer une gigantesque banque des données à laquelle auront accès l'ensemble des médecins.

A l'heure actuelle, nous en sommes loin, mais il existe en France une soixantaine d'équipes qui se sont penchées sur le problème des dossiers médicaux. Les réalisations les plus connues sont encore fragmentaires, ce sont celles du Professeur Bernier, de l'hôpital Saint-Lazare, en gastro-entérologie, celle du Professeur Bricaud en cardiologie à l'hôpital du Tondu de Bordeaux, celle de M. Lellouch en cancérologie à l'Institut Gustave Roussy de Villejuif.

Après le monitoring et le dossier médical, l'aide au diagnostic constitue le troisième volet de l'informatique médicale. C'est aussi celui qui rencontre le plus d'opposition de la part des médecins. Le principe en est simple : puisqu'il est impossible qu'un médecin mémorise l'ensemble des données médicales, puisqu'il est impossible aussi qu'il se tienne continuellement au courant des dernières évolutions de sa discipline, remplaçons la fonction mémoire du médecin par celle de l'ordinateur.

Il suffirait d'entrer dans la machine les différents symptômes d'un malade donné, pour qu'apparaisse sur le terminal de visualisation

l'ensemble des maladies possibles accompagnées chacune de leur probabilité et de la liste d'examen à pratiquer pour les départager. Tout cela, la technique le permet. Mais l'obstacle fondamental, ce sont les hommes. Bon nombre de praticiens refusent systématiquement l'aide au diagnostic. Ils ont peur. Peur que l'ordinateur les frustre de leur prestige. Alors que la machine n'est, dans ce cas, qu'une super-encyclopédie constamment à jour. Le médecin sera toujours le seul à pouvoir déceler les symptômes, le seul à pouvoir évaluer leur importance et en fin de compte le seul à décider.

En outre, la fiabilité d'un diagnostic machine est excellente. Des études américaines et russes révèlent que la sécurité d'un diagnostic-ordinateur équivaut à celui établi par trois spécialistes — tous d'accord. Malgré tout, les réalisations dans ce domaine sont rares, trop rares. On en compte deux aux Etats-Unis : celle du Latter Day Saints Hospital à Salt Lake City et celle du Massachusetts General Hospital de Boston. En dépit de l'enthousiasme de certains, l'informatique médicale, la vraie, celle qui doit servir le malade n'en est, en France, qu'à ses débuts. Pourquoi :

D'abord parce que les recherches sont très dispersées. Il y a, dans notre pays, environ deux cents médecins qui font de l'informatique médicale. C'est à peine 0,3 % de l'ensemble de nos praticiens. Et parmi ce petit groupe d'initiés, il existe de profondes divergences de vues, tant sur les moyens que sur les fins.

Ensuite, l'informatique médicale coûte cher, très cher. Il faut donc que l'ordinateur soit rentable, et directement rentable. Comme en gestion par exemple. Et en France, sur une trentaine de machines installées, 90 % d'entre elles ne font que de la gestion et seulement de la gestion administrative : des travaux de comptabilité, la paie du personnel, des statistiques ou de la gestion de stocks comme si l'hôpital n'était qu'une vulgaire firme commerciale.

Dans ce domaine, les réalisations sont relativement nombreuses aux U.S.A., au Canada, en Suède. Ici, elles débutent. L'hôpital Saint-Louis à Paris comme celui de Necker - Enfants Malades possèdent depuis peu le système GAMM (Gestion Administrative et Médicale des Malades) qui, outre l'automatisation du laboratoire de biochimie assure la gestion hospitalière des malades, c'est-à-dire, la gestion des entrées, des lits, des médicaments, des actes médicaux pratiqués, etc. Un système semblable, à mi-chemin entre l'informatique de gestion et l'informatique hospitalière fonctionne également à l'Institut Gustave-Roussy à Villejuif.

Une autre difficulté à surmonter concerne la formation des médecins. Quand et comment doit-on initier le praticien à l'information ? Certains préchent pour une formation précoce, au cours des études de médecine, par exemple. D'autres y sont violemment opposés. Ils jugent qu'il faut au médecin plusieurs années de pratique médicale avant d'être capable de définir

avec précision les tâches qu'il demandera à la machine. L'expérience prouve que les jeunes médecins ne savent pas toujours évaluer l'importance des différentes données.

Il vaut donc mieux former des médecins expérimentés. Mais à quel niveau ? Est-il nécessaire qu'un praticien sache programmer et faire l'analyse de ses problèmes ?

En fait, tout dépend du rôle du médecin. Celui qui est confronté avec la médecine de tous les jours n'aura jamais besoin de savoir programmer. On lui demandera tout au plus d'être capable de dialoguer avec l'ordinateur par l'intermédiaire d'un terminal. Mais pour le spécialiste, pour le chercheur, une connaissance approfondie de l'informatique, de ses langages, de ses contraintes, est indispensable. Mais dans la majorité des cas, des équipes mixtes d'informaticiens et de médecins devront être constituées. Ce qui soulève de graves problèmes, de salaires et de langage. D'abord comment trouver le moyen de rétribuer le programmeur de l'hôpital au même prix que celui de l'industrie privée ? Personne n'acceptera qu'un technicien de l'informatique reçoive plus de 3 000 francs par mois alors qu'une infirmière n'est payée que 1 500 francs au maximum.

### L'exemple scandinave

Ensuite, médecins comme informaticiens sortent difficilement de leur tour d'ivoire et du jargon de leur discipline. Les médecins ont bien du mal à se faire comprendre des informaticiens ; et réciproquement, les ingénieurs ont de réelles difficultés à faire admettre aux praticiens la logique et les limites de l'informatique.

En dépit des rivalités, des problèmes financiers et psychologiques que pose, en France, la présence de l'ordinateur en milieu hospitalier, des groupes de médecins ont créé au sein de quelques hôpitaux, des commissions ou des divisions d'informatique médicale qui se sont d'ailleurs regroupées en une Association pour les applications de l'informatique à la Médecine (1) (l'AIM), dont le rôle est de faciliter les contacts entre médecins, chercheurs et informaticiens et de promouvoir l'informatique médicale auprès des non-initiés.

Les Américains, comme les Suédois se sont plus facilement soumis à la loi de la machine. Il faut reconnaître que dans les deux cas, ils ont été largement aidés par les administrations hospitalières, ce qui n'est pas le cas en France.

L'une des réalisations les plus extraordinaires dans ce domaine, est sans doute l'informatisation de l'Institut Karolinska près de Stockholm en Suède. Avec 1 800 lits, 150 000 patients par an, l'Institut a une triple vocation : soins, enseignement et recherche. Il peut être comparé à nos CHU, Centre Hospitalier Universitaire. Dès

1966, l'hôpital recevait trois ordinateurs, deux IBM (une machine de gestion, l'IBM 360/40, une machine à vocation industrielle, l'IBM 1800) et un Censor 900 de SRT, filiale de ITT. Onze terminaux dont huit de visualisation, un traceur de courbes, vingt interphones pouvant être directement reliés à l'ordinateur venaient compléter l'installation.

Dès son arrivée à l'Institut, tout consultant est pris en charge par l'ordinateur : son identité est enregistrée en mémoire, et automatiquement son dossier médical est ouvert. Le système proposé à chaque patient, par l'intermédiaire d'écrans de visualisation, trois séries de rendez-vous avec un médecin spécialiste. Parallèlement, le planning des visites est mis à jour. La veille du rendez-vous, le praticien recevra l'ensemble de renseignements médicaux concernant son malade. Si le cas est particulièrement délicat, le médecin pourra toujours consulter la banque de données médicales enregistrées en permanence dans la mémoire de l'IBM 360/40.

Le second ordinateur, l'IBM 1800, dépouille les électrocardiogrammes et traite les données provenant du laboratoire de biochimie puis il envoie les résultats compléter les informations détenues par l'IBM 360/40. La troisième machine, le Censor 900, gère les six lits des grands malades placés sous surveillance intensive, mais la conception de ce système de monitoring est relativement simple par rapport aux expériences américaines.

Toute la Scandinavie a adopté l'informatique médicale mais Karolinska est l'une des réalisations les plus complètes au monde, plus avancée même que bien des expériences américaines. Pourtant, aux USA, on compte des dizaines et des dizaines d'hôpitaux informatisés. L'une des réalisations les plus remarquables est celle de la Kaiser Foundation, une compagnie d'assurance qui gère une dizaine d'hôpitaux : le centre dirigé par le Docteur Collen, effectue des examens systématiques de santé — les check up — dont toutes les analyses, tous les résultats sont traités par cinq ordinateurs, deux IBM 360/50, un PDP 8 de Digital Equipment et deux Honeywell Bull. C'est ainsi que 500 personnes par semaine défilent dans ce centre d'Oakland près de San Francisco. Le coût ? 20 dollars par personne, soit environ 100 francs, dont le quart seulement est dû à l'utilisation des ordinateurs. Aux U.S.A., toutes les branches de l'informatique médicale sont représentées : au Mont Sinai Medical Center de New York, c'est un IBM 1800 qui analyse les électrocardiogrammes ; dans l'Ohio, au Youngstown Hospital on gère le laboratoire d'analyses avec un IBM 360/40 ; dans le Massachusetts, au Children's Hospital ce sont deux Honeywell Bull qui répartissent les lits et fixent les rendez-vous, etc.

Mais les pays scandinaves et les U.S.A. ont accepté les contraintes de l'ordinateur. La France, elle, ne les a pas encore admises.

(1) Siège social de l'AIM : Faculté de Médecine de Paris — 85, bd Saint-Germain, Paris (6<sup>e</sup>).