50376 1981 238

Nº d'ordre: 285

# **THÈSE**

présentée à

L'UNIVERSITÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LILLE

pour obtenir le titre de

**DOCTEUR - INGÉNIEUR** 

SPÉCIALITÉ: AUTOMATIQUE

par

Michel COUVREUR

Ingénieur - E.U.D.I.L

"APPLICATION DU TRAÎTEMENT TEMPS RÉEL À LA CONSTITUTION D'UNE STRUCTURE D'AIDE À LA DÉCISION DANS UN SERVICE HOSPITALIER"

Soutenue le 2 décembre 1981 devant la Commission d'Examen :

MM.

P. VIDAL

Président

C. VASSEUR

Rapporteur

J.M. TOULOTTE

Examinateur

J. LOSFELD

Examinateur

O. DUBOIS

**Examinateur** 

A la mémoire de mon père A mes parents

A Françoise....

Ce travail est en partie financé par le Conseil Régional du Nord/Pas-de-Calais et par l'I.N.S.E.R.M. (C.R.L. N° 805014).

## - A V A N T - P R O P O S -

Le travail que nous avons présenté dans ce mémoire est le résultat d'une collaboration suivie entre le Centre d'Automatique de l'Université des Sciences & Techniques de Lille 1 et le Centre de Pathologie Néonatale d'Arras.

Nous tenons à adresser notre plus grande reconnaissance à Monsieur le Professeur P. VIDAL qui a bien voulu nous accueillir au sein de son laboratoire. Que Monsieur VIDAL veuille bien accepter nos remerciements pour l'honneur qu'il nous fait en assurant la présidence de notre jury.

Nous adressons nos plus vifs remerciements à Monsieur le Docteur O. DUBOIS, Médecin Chef au Centre de Pathologie Néonatale d'Arras, pour l'intérêt constant qu'il a porté à notre travail et pour les conseils avisés qu'il nous a dispensés. Nous lui sommes reconnaissants d'avoir bien voulu juger ce travail dont il est l'initiateur.

Que Monsieur J.M. TOULOTTE, Professeur à l'Université des Sciences et Techniques de Lille 1, trouve ici l'expression de notre profonde gratitude. Ses critiques et ses conseils instructifs nous ont été très utiles.

Nous tenons à remercier Monsieur J. LOSFELD, Professeur à l'Université des Sciences & Techniques de Lille 1, pour la confiance qu'il nous a accordé en acceptant de participer à notre commission d'examen.

Qu'il nous soit permis de remercier très vivement Monsieur C. VASSEUR, Maître-Assistant à l'Université des Sciences & Techniques de Lille 1, pour nous avoir constamment guidés et conseillés tout au long de l'élaboration de ce travail et pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de le rapporter. Nous avons eu la chance de dépasser avec lui les simples relations de travail et de partager une amitié durable.

Nous remercions également Madame A. PIGNON, Monsieur J.G. VEINNANT pour l'amicale diligence avec laquelle ils ont participé à la réalisation matérielle de ce mémoire.

Enfin nous sommes très reconnaissants à tous les membres du laboratoire d'Automatique et du Centre de Pathologie Néonatale d'Arras pour l'aide qu'ils nous ont apportée et la sympathie qu'ils nous ont témoignée.

## SOMMAIRE

- . INTRODUCTION GÉNÉRALE
- . CHAPITRE 1
  - La médecine hospitalière : Médecine d'intervention.
- . CHAPITRE 2
  - Les informations biologiques et médicales.
- . CHAPITRE 3
  - Le traitement des données médicales en temps réel.
- . CHAPITRE 4
  - Un nouveau type d'instrumentation médicale : Application à la surveillance automatique de la fonction respiratoire du nouveau-né.
- . CHAPITRE 5
  - ARRAS : Un système automatique d'acquisition des informations médicales au Centre de Pathologie Néonatale d'Arras.
- . CONCLUSION GÉNÉRALE
- . ANNEXE 1
  - La fiche de liaison obstétrico-pédiatrique.
- . ANNEXE 2
  - Dossier type d'un état patient.

## - INTRODUCTION GÉNÉRALE -

L'acquisition, la transmission et le traitement de tout type d'informations sont des opérations qui prennent une place de plus en plus importante dans la plupart des secteurs d'activités de notre Société.

Le monde hospitalier, quant à lui, se trouve au premier rang de cette évolution.

Le médecin hospitalier cherche, dans le cadre de son intervention auprès du malade, à disposer du maximum d'informations, pour pouvoir conduire au mieux son action. Néanmoins le flot des données sans cesse grandissant dépasse, de façon de plus en plus aigue, les possibilités d'assimilation humaine. Cette constatation conduit le médecin à chercher les moyens de faire face à cette réalité.

Les innovations en matière de microélectronique et d'informatique concourent à aider le médecin hospitalier dans sa tâche. En effet, ces moyens permettent d'automatiser l'acquisition et l'analyse des données médicales.

L'objet du travail que nous présentons vise à décrire les moyens et méthodes à mettre en oeuvre au niveau d'un service hospitalier pour automatiser certaines tâches, telles que l'acquisition et l'analyse automatique d'un signal électrophysiologique et l'acquisition et la constitution automatique du dossier médical.

Après avoir présenté les relations existant entre le médecin et le patient, ainsi que le principe d'une collaboration ingénieur - médecin, nous établissons une classification et une évaluation de la qualité des informations émises au sein d'un service hospitalier.

Sur les bases des observations que nous avons faites dans les deux premiers chapitres, nous proposons une méthodologie de traitement des informations biomédicales en temps réel, en mettant en évidence les concepts d'une analyse descendante et structurée des problèmes d'automatisation que peut poser le médecin. Ce troisième chapitre nous permet également de présenter les deux cahiers des charges qui nous ont été soumis.

La dernière partie de ce travail illustre les réalisations effectuées dans le Service de Pathologie Néonatale d'Arras. Ces réalisations sont les résultats des différents concepts énoncés au 3ème Chapitre, appliqués d'une part à l'analyse du signal d'impédance thoracique et d'autre part à la gestion du dossier médical.

## CHAPITRE I

## LA MEDECINE HOSPITALIERE - MEDECINE D'INTERVENTION

### 1 - 1 INTRODUCTION

### 1 - 2 LE MEDECIN HOSPITALIER SON ENVIRONNEMENT ET SES METHODES

- 1.2.1. Rôle et observations du médecin dans un service de pathologie néonatale.
- 1.2.2. Le diagnostic : résultat du traitement de l'information médicale.
- 1.2.3. La statistique et l'interprétation des données cliniques.

### 1 - 3 EVOLUTION ET TENDANCES NOUVELLES

- 1.3.1. Rôle et place de l'ingénieur dans le contexte médicohospitalier.
- 1.3.2. Introduction des méthodes et du matériel de traitement numérique de l'information dans le milieu hospitalier.
- 1.3.3. Apport des innovations technologiques et méthodologiques dans l'exercice de la médecine hospitalière.

### 1 - 4 CONCLUSIONS

#### 1 - 1 INTRODUCTION

La médecine, comme toutes les disciplines attachées aux sciences de la vie, apparaît pour le scientifique rompu aux méthodes rigoureuses et parfaitement définies, comme un milieu en perpétuel mouvement, où toutes les valeurs sont constamment mises en cause. Dans de telles conditions, formuler ou mettre en équation une méthodologie générale de travail, est une tâche extrêmement difficile.

Ce chapitre a d'abord pour but de familiariser le lecteur au milieu médico-hospitalier, plus particulièrement au milieu de la médecine d'urgence et d'intervention dans lequel nous avons évolué (Service de pathologie néonatale d'Arras, dirigé par le Docteur DUBOIS). Les propos tenus tout au long de cet exposé visent à faire comprendre le rôle des hommes qui animent un service hospitalier.

Les différents aspects de ce chapitre visent, dans un premier temps, à éclaircir les méthodes utilisées pour explorer les maladies, afin d'en déterminer les causes, pour intervenir d'une manière efficace et rapide dans le but de supprimer l'origine des maux et de rendre aux malades un état de santé normal.

Un second aspect de ce chapitre tend à décrire l'environnement médical, ainsi que les évolutions qu'il subit, tant sur le plan matériel que méthodologique.

### 1 - 2 LE MEDECIN HOSPITALIER : SON ENVIRONNEMENT - SES METHODES

1.2.1. Rôle et observations du médecin dans un service de pathologie néonatale.

L'objet de notre travail nous a amené à cotoyer pendant longtemps des personnes qui animent un service hospitalier plus particulièrement,

un centre de pathologie néonatale. Lors du premier contact avec ce domaine, il est impressionnant de voir s'afférer ces personnes autour des incubateurs où se trouvent des nouveaux-nés prématurés ou malades, c'est la raison pour laquelle nous tenons à décrire le rôle et les observations des médecins intervenant auprès de ces malades.

Dans un tel centre, le médecin a un double rôle suivant que le patient, en occurence le nouveau-né, présente des signes pathologiques ou non.

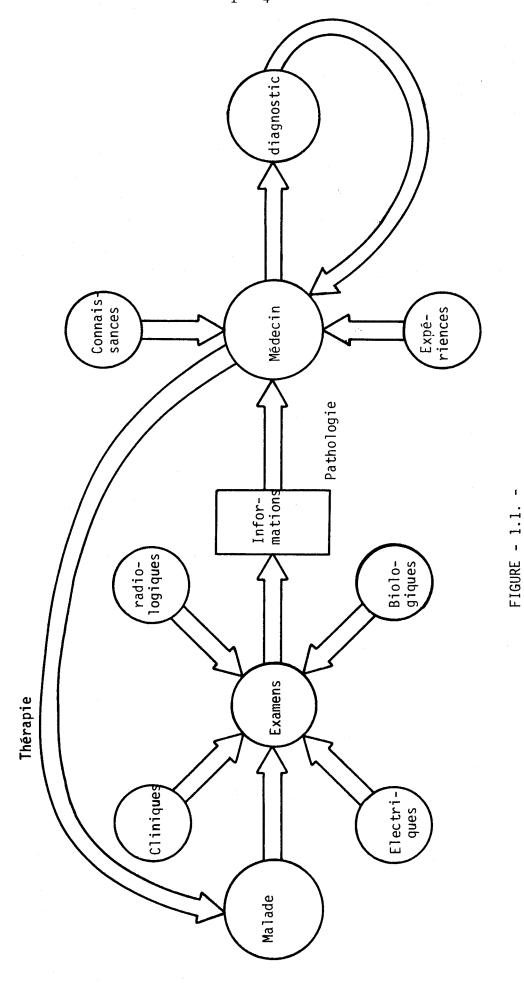
- S'il s'agit d'un nouveau-né prématuré ne présentant pas des signes de souffrance, le personnel soignant intervient de manière à placer l'enfant dans les conditions similaires à celles de la gestation jusqu'à ce qu'il ait atteint un poids normal.
- Par contre si le patient présente des signes de souffrance pathologique, le médecin en service tente de déterminer les origines de ces troubles et d'intervenir efficacement afin de préserver la vie de l'enfant.

Ces différentes actions qui sont d'autant plus rapides que le cas est urgent à traiter, montrent le rôle d'intervention du médecin dans un tel centre. Il nous est néanmoins possible en tant qu'observateur de décrire le cheminement de la pensée de ces hommes lors de leurs interventions.

L'exercice de l'acte médical correspond à trois domaines importants :

- . <u>l'éthiologie</u> : qui correspond au domaine de la recherche des causes des maladies.
  - . La pathologie : qui correspond à la description des maladies.
- . <u>La thérapie</u> : qui correspond aux actions à mener pour conduire le malade à la guérison.

Ces trois domaines sont parfaitement interdépendants, ainsi que l'illustre la figure 1.1.





On remarque dans ce synoptique que le médecin a un triple rôle qui peut se résumer en trois verbes : observer, traiter et agir.

En sa qualité d'observateur, le médecin soumet son malade à un certain nombre d'examens, desquels il retire un ensemble d'informations, qui peuvent être à la fois subjectives ou objectives, suivant la technique employée /1/.

L'examen clinique, par exemple, permet l'observation :

- des troubles fonctionnels (troubles des différentes fonctions organiques : respiration, digestion...),
- des troubles généraux (température, pouls, modification des organes...),
  - des troubles physiques observés à l'auscultation ou à la palpation.

De plus, l'adoption de techniques nouvelles a permis de donner au médecin des informations plus objectives. Dans ce sens, on peut ajouter à l'examen clinique, les examens de laboratoire (biologiques et biochimiques) qui permettent de quantifier avec précision la proportion de certains éléments dans le sang ou les urines, de même les examens radiologiques et électriques permettent, pour les premiers, de donner une image de l'organe examiné et pour les seconds, de caractériser le fonctionnement de tel ou tel organe, par le biais de l'information électrique recueillie.

Le rôle du médecin ne s'arrête pas à l'observation des signes qui caractérisent la maladie. Il doit ensuite en faire l'interprétation pour déterminer son action, c'est de ce traitement des informations issues du malade que résulte le diagnostic.

# 1.2.2. Le diagnostic : résultat du traitement des informations médicales.

Le diagnostic est le résultat de la compilation d'une multitude d'informations que le médecin exécute lorsqu'il doit intervenir auprès d'un malade. Dans le cadre du service dans lequel nous avons travaillé, les médecins procèdent à cette tâche.

Il est intéressant, d'une façon générale, de caractériser et de schématiser le cheminement intellectuel qu'ils suivent et de voir comment se déroule le processus de traitement de l'information médicale.

La figure 1.2. caractèrise cette démarche. Elle met en évidence le fait que lors de son intervention le médecin est soumis à trois sphères d'influence.

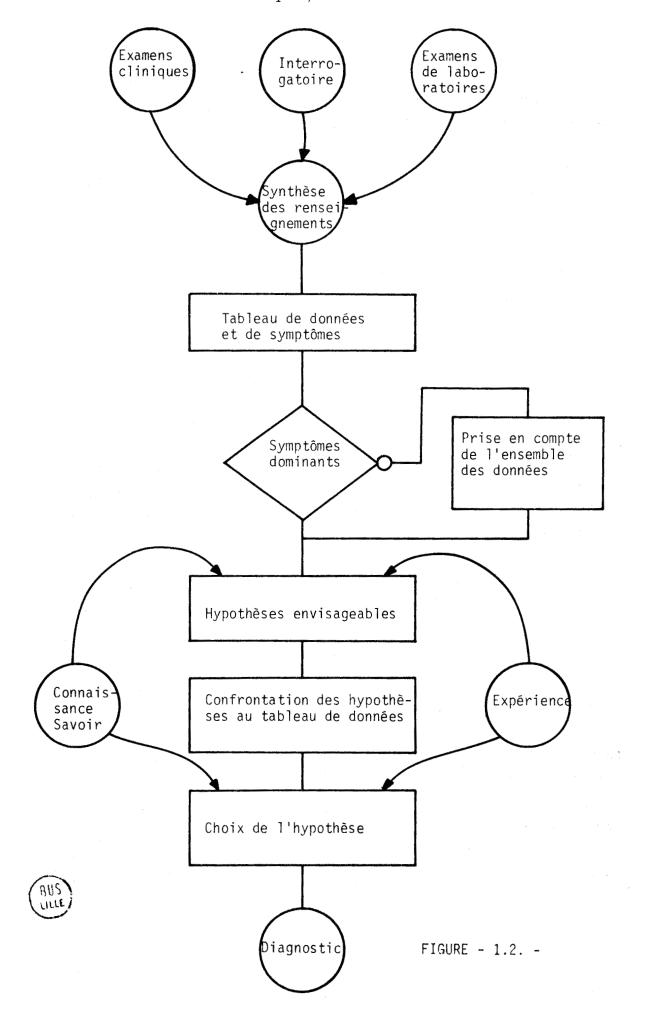
Ces trois sphères sont associées :

- aux informations que présente le patient au médecin.
- au savoir et aux connaissances médicales qui permettent au médecin de choisir les voies d'intervention.
- à l'ensemble de l'expérience acquise par le médecin au cours de ces observations et de ces différentes interventions.

Soumis à ces trois sphères d'influence, le médecin se présente comme un coordonnateur puisant ses informations à trois sources différentes, dans le but d'établir avec le plus de précision possible en direction des actions à engager.

Néanmoins, le déroulement de cette procédure ne s'identifie pas à une simple séquence d'opérations élémentaires. En effet, il peut arriver que les examens les plus minutieux et les prises d'informations les mieux dirigées ne conduisent pas à un diagnostic certain.

Il devient alors nécessaire de reprendre certains examens, afin d'être sûr d'un signe clinique, ou de confirmer une hypothèse envisagée à l'analyse primaire des symptômes observés. Le caractère itératif d'une telle procédure tend à minimiser et à rendre nulle l'erreur du diagnostic. A ce stade, il existe un parfait entrelacement entre le traitement de l'information et l'action à entreprendre en vue de l'amélioration des conditions de santé du patient. Cette démarche confère au traitement des informations un caractère interactif temps réel, nécessaire dans certaines circonstances par l'urgence des actions à entreprendre.



A titre d'exemple, pour un malade qui souffre de violentes douleurs abdominales, le médecin peut conclure à la nécessité d'une consultation chirurgicale, sans savoir s'il s'agit d'une appendicite ou d'un ulcère perforé /2/.

Nous avons tenté, dans ce paragraphe, de montrer qu'elle était la démarche du médecin lors de l'établissement d'un diagnostic.

Avec l'avénement des techniques nouvelles au début du 20ème Siècle, tant en chimie, qu'en physiologie, en biologie et en électricité, le médecin et plus particulièrement celui de l'hôpital, s'est vu contraint de synthétiser un nombre d'informations de plus en plus important. Dans ce but, il a su faire appel à des méthodes mathématiques qui lui permettent de traiter l'information brute qu'il reçoit de son patient et d'apprécier objectivement l'importance des symptômes. C'est notamment grâce à l'utilisation des méthodes statistiques que le médecin peut appréhender cette quantité, sans cesse grandissante, d'informations.

### 1.2.3. La statistique et l'interprétation des données cliniques

Jusqu'à une époque toute récente, l'exercice de la médecine ne reposait que sur l'observation des indices et des symptômes, permettant de définir la maladie. Un bon médecin était un bon observateur, doué d'intuition et peu de mesures étaient faites pour quantifier les indices.

Avec l'apparition des techniques nouvelles, les observateurs et les expérimentateurs ont pris l'habitude d'effectuer des mesures et de quantifier les phénomènes vivants qu'ils observent.

Dans ce sens il leur a fallu se familiariser avec les outils et la rigueur mathématique qui, sous certains aspects, semblent mal adaptés au caractère changeant lié aux phénomènes vivants.

Ce sont les travaux des deux Anglais, PEARSON et FISHER /3/, qui ont permis de définir une méthodologie expliquant les mesures faites sur la matière vivante, en particulier dans le domaine de l'agronomie. Leurs travaux se sont bien vite étendus à d'autres domaines et ont fourni aux médecins et aux biologistes une nouvelle méthode de raisonnement pour l'interprétation des données biologiques, notamment dans la conduite des expériences et dans l'analyse et le dépouillement des informations issues de l'expérimentation. Le schéma de la figure 1.3. illustre parfaitement le caractère variable des informations biologiques. Il montre la distribution des poids à la naissance d'enfants ayant 37 semaines d'âge gestationnel (Service de pathologie néonatale d'Arras). On observe que le poids des enfants ayant le même âge gestationnel à la naissance varie de façon sensible d'un individu à l'autre et qu'il n'existe pas de valeur de poids prècise pour cette catégorie de nouveaux-nés. Il apparaît donc que le poids dépend d'autres facteurs tels que le sexe, les antécédents parentaux etc... et que l'on ne saurait définir des fourchettes de valeurs que dans l'optique où l'on tient compte du caractère multifactoriel des grandeurs biologiques. En règle générale, compte-tenu que les grandeurs biologiques suivent des lois de distribution normales ou logarithmiques /4/, et ce, dans l'analyse d'un paramètre donné, il est important de tenir compte de son caractère multifactoriel.

C'est parce que la méthode statistique tient compte du caractère variable de l'information biologique et médicale que le médecin conçoit de l'utiliser comme outil d'investigation. Dans sa recherche pour déterminer les facteurs intervenant dans une maladie particulière, le médecin compare deux ou plusieurs groupes sur un caractère donné, afin de montrer si l'existence d'une maladie est liée à certains signes (diagnostic), et si son évolution est liée à certains traitements (thérapeutique). Le médecin, dans la comparaison de ces groupes, procède en deux étapes :

- la première étape consiste à montrer si la différence existant entre deux groupes est imputable au hasard ou si elle est significative. C'est le stade du "test de signification". Répartition de poids d'enfants d'âge gestationnel égal à 37 semaines.

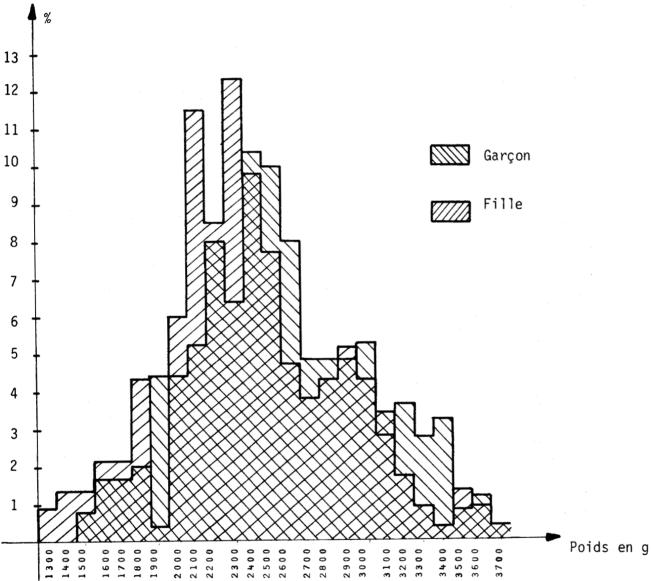


FIGURE - 3 -



- la deuxième étape consiste, si la différence entre les deux groupes est significative, à l'interpréter et à en déterminer la cause. C'est l'étape de "l'interprétation causale" /5/.

Il est important de souligner que dans une telle approche, les groupes doivent être en tous points comparables, sauf sur le caractère étudié. Cette comparabilité est assurée par tirage au sort d'un échantillon dans une population donnée.

La méthode statistique intervient à deux niveaux dans la recherche médicale : d'abord dans l'organisation de l'expérience, ensuite dans l'analyse des résultats de celle-ci. Dans cette optique le médecin utilise l'outil statistique à la fois en tant que méthode permettant d'établir un protocole d'expériences le conduisant à poser les problèmes en termes clairs, moyennant des hypothèses de départ et des directions à suivre et également comme méthode d'analyse des résultats présentés dans la plupart des rapports scientifiques.

Dans ces conditions et sachant que la statistique est pratiquement la seule méthode mathématique, au sens général du terme, avec laquelle les médecins soient familiarisés, il est clair que c'est par ce biais que les éléments extérieurs au milieu médical peuvent tenter de participer à la réalisation de systèmes de traitement automatique de l'information médicale.

Le dialogue qui s'établit alors entre les médecins et les ingénieurs conduit à une amélioration des méthodes actuelles d'observation et de traitement des informations médicales et à la mise au point de techniques.

### 1 - 3 EVOLUTION ET TENDANCES NOUVELLES

1.3.1. Rôle et place de l'ingénieur dans le contexte médicohospitalier.

Le médecin a longtemps été le seul maître de son art, dans la mesure où le malade qui le consultait, se remettait complétement à lui

et à son seul savoir. Mais depuis le début du 20° siècle et plus encore depuis la dernière guerre mondiale, les médecins ne se sont plus servis de leurs seuls sens pour observer et décrire les maladies. C'est ainsi qu'ils ont pu opter pour les progrès techniques et l'emploi de matériels de plus en plus sophistiqués, leur permettant d'être plus précis et d'aller plus loin dans la recherche des indices et des signes caractérisant la maladie.

La haute technicité de tels outils ne va pas sans poser le problème de la mise en oeuvre et de la maintenance. A cet effet, on a vu s'intégrer peu à peu dans les équipes médicales, des techniciens chargés à la fois de la mise en oeuvre du matériel et de son éventuelle réparation lors des défaillances.

La perpétuelle évolution technologique et les besoins sans cesse croissants des médecins en nouveaux matériels, ont favorisé le contact avec des techniciens capables de comprendre les problèmes médicaux et de contribuer à l'élaboration de solutions nouvelles /6/.

A ce niveau se pose le problème du dialogue entre le médecin et le technicien. Ce dialogue réunit deux univers complétement différents, tant dans le mode de penser que dans la façon de mener une expérience et de mettre au point des méthodes de recherche. C'est à ce propos qu'il est nécessaire, avant toute expérience commune, d'établir un protocole de dialogue qui se concrétise par l'établissement d'un cahier des charges plus ou moins précis, relatif au problème posé.

Au cours de la réalisation du cahier des charges, il est nécessaire d'entretenir le dialogue pour lever les imprécisions ou pour améliorer le prototype mis en oeuvre et tester sur le site au cours des expériences d'essais. Cette procédure tend à montrer que lors de l'élaboration d'un projet technique ou au cours d'une expérience plus fondamentale, il est impossible au médecin de fournir l'intégralité du cahier des charges. Ce n'est qu'au regard de l'évolution du projet que les prototypes prennent forme et réalisent, par la suite, les aspirations auxquelles tend le médecin. Cet aspect du protocole montre qu'un dialogue sans cesse soutenu est la condition indispensable d'un éventuel succès.

Le rôle du technicien est donc, d'une part d'entretenir ce dialogue et d'autre part de suivre cette procédure de 'pas à pas'.

Les sciences de la vie et les informations qu'elles traitent, nous montrent combien il faut être prudent dans l'interprétation des résultats obtenus. En particulier on ne peut s'attacher à une information qu'après, d'une part avoir réalisé de multiples essais, d'autre part s'être assuré qu'elle caractèrise les phénomènes suffisamment généraux pour décrire une situation donnée sur des individus différents.

Les figures 1-4 a, b, c illustrent le principe des relations qui existent entre l'ingénieur et le médecin pour la réalisation d'un matériel donné ou pour la mise au point de méthodes permettant de traiter les informations issues de ce matériel ou d'une campagne de mesures.

La décomposition du principe d'intervention de l'ingénieur dans le contexte hospitalier peut se faire en trois phases :

- la phase initiale où aucune relation entre le médecin et le technicien n'apparaît, mais où sont mis en évidence d'une part le potentiel de l'ingénieur à traiter les informations qui lui sont soumises, ou à réaliser l'instrument qui lui est demandé et d'autre part, la boucle médecin-patient qui a été décrite précédemment.
- la seconde phase ou phase intermédiaire montre la relation entre l'ingénieur et le médecin, née des besoins nouveaux en instruments et en méthodes. C'est l'objet de la présentation d'un cahier des charges. Cette phase consiste en la réalisation d'un prototype qui sera soumis à une campagne d'essais et à l'observation critique de l'utilisateur, lequel pourra émettre des avis dans le but de l'amélioration du produit jusqu'à son parfait fonctionnement.
- la phase finale verra s'intégrer le produit nouveau dans le cadre du service médical et faire partie intégrante de la panoplie des instruments et des méthodes utilisés dans ce domaine.



FIGURE - 1.4.a -

Diagnostic

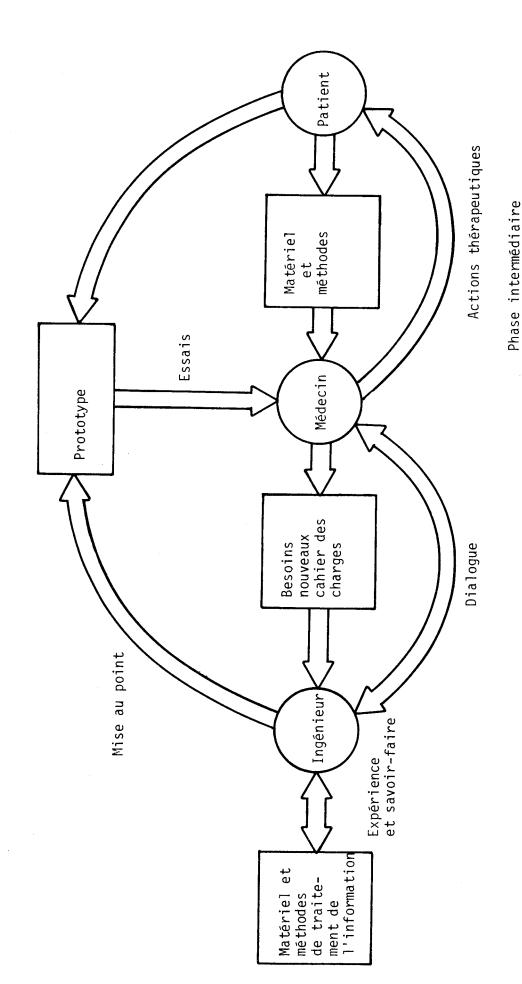
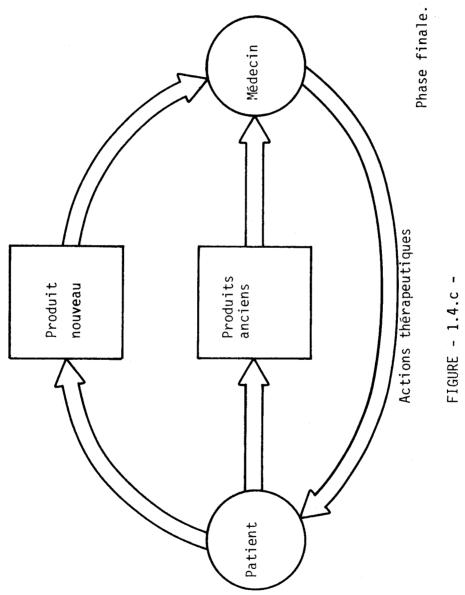


FIGURE - 1.4.b -

BUS ULLE





L'ingénieur dispose, pour réaliser les aspirations du médecin, d'un vaste éventail d'outils et de méthodes. En l'occurrence, il existe un outil universel capable de traiter la majeure partie des problèmes posés. Cet outil est l'ordinateur, c'est-à-dire une machine de traitement d'informations numériques permettant de résoudre la quasi totalité des problèmes de traitement d'informations qui peuvent être posés dans un service hospitalier.

# 1.3.2. <u>Introduction des méthodes et du matériel de traitement numérique de l'information dans le milieu hospitalier</u>.

L'ordinateur peut-être considéré comme 1'un des plus puissants outils que l'homme se soit forgé au cours de ces dernières décennies. L'informatique, qui est considérée à part entière comme une discipline autonome, a su se mettre, grâce à ses multiples possibilités, au service de pratiquement toutes les activités humaines, parmi lesquelles se trouvent les activités médicales. C'est ainsi que la médecine a pu bénéficier depuis plusieurs années déjà de l'apport des ordinateurs et du traitement numérique des informations.

L'impact de l'informatique dans le domaine médico-hospitalier s'est fait ressentir dans trois domaines principaux /7/ :

- le domaine de l'organisation et de la gestion du système de santé.
- le domaine de l'aide à l'acte médical.
- le domaine de l'interprétation des informations biologiques et physiologiques, dans lequel s'applique plus particulièrement la microinformatique, c'est-à-dire l'utilisation d'un matériel léger, faisant partie intégrante de l'environnement du malade.

La pratique de la médecine et de l'acte médical qui en découle s'inscrit dans un cadre complexe (administration hospitalière).

Les relations entre le médecin, son malade et le système de santé sont parvenues, dans nos pays hautement industrialisés, à un niveau de complexité tel que l'informatique et ses ressources trouvent un terrain de choix pour collaborer au maintien et à l'amélioration de la santé de la collectivité. Pour cela, elle organise et traite rapidement le flot des informations émanant des individus malades, ceci coincide avec le rôle de gestion de l'informatique, appliqué par exemple au traitement administratif du dossier médical.

Le fonctionnement du système est centré sur le malade et la prescription médicale qui lui est faite. C'est à partir de celle-ci que se déroule toute une série d'actions qui se répercutent au niveau de toute la structure hospitalière. Par exemple, la prescription d'un examen radiologique tel qu'une artériographie a nécessité la prise de rendez-vous. Dans le service concerné, la présence d'un brancardier pour le transport du malade, d'un radiologiste, d'un anesthésiste etc... Ensuite il doit être prévu un compte-rendu à envoyer au clinicien, ainsi que le répertoire des dépenses en matériel et des actes à facturer. C'est le rôle de l'informatique de gestion, qui consiste à ordonnancer l'ensemble des actes nécessaires à la réalisation de la prescription.

Le deuxième aspect évoqué est celui de l'aide à l'acte médical. Le diagnostic consiste à faire le choix entre plusieurs hypothèses de maladies. Ce choix s'effectue suivant des critères dépendant de l'expérience et du savoir du médecin. Là encore, l'ordinateur joue un rôle privilégié. Grâce à sa mémoire importante et à ses puissantes possibilités de calcul, il peut aider le clinicien dans son choix. Le travail de la machine est alors de confronter entre elles toutes les informations issues du malade et de les traiter de façon à donner un poids à chacune des hypothèses émises. Le calculateur peut même demander des informations complémentaires dans le cas où celles traitées ne suffisent pas à faire le choix entre plusieurs hypothèses. Le tableau de la figure 1.5. illustre cette procédure, dans le cas de l'aide au diagnostic en toxicologie.

#### AIDE AU DIAGNOSTIC **EN TOXICOLOGIE** D'après Mattei, Faure et Yacoub

VEUILLEZ INDIQUER LES NUMEROS DES SYMPTOMES OBSERVES CHEZ LE MALADE

- 35 VOMISSEMENTS
- 19 MYDRIASE 27 POULS 50

AU VU DES SEULES INFORMATIONS FOURNIES PAR L'EXAMEN CLINIQUE DU MALADE LES PROBABILITÉS EN MILLIÈMES DES DIFFÉRENTS TOXIQUES SONT :

DIGITALINE	743
CHLOROFORME	119
DÉRIVES AMPHÉTAMINIQUES	26
DORIDÊNE	22
TOFRANIL	22
ANTIPALUDÉENS	18

LA SOMME DES PROBABILITÉS DES TOXIQUES NON CITÉS EST INFÉRIEURE A 5 POUR CENT

AFIN DE PRÉCISER OU DÉ CONFIRMER CES PREMIÈ-RES INDICATIONS VOICI LES PROBABILITÉS D'AVOIR A CONSER-VER LE OU LES ÉLEMENTS PARACLINIQUES SUIVANTS /

TROUBLES DE REPOLARISATION	1 000
TROUBLES DE CONDUCTION	999
POTASSIUM AUGMENTÉ (5,5 MEQ)	735
GLOBULES BLANCS (12 000)	541
TROUBLES DU RYTHME	227

VEUILLEZ INDIQUER LES RÉSULTATS OBTENUS AUX EXAMENS

#### TROUBLES DE REPOLARISATION

LA LISTE DES PROBABILITÉS EST AINSI MODIFIÉE. DIGITALINE 950 CHLOROFORME ANTIPALUDEENS DERIVES AMPHETAMINIQUES 5

#### TROUBLES DE CONDUCTION

- Our

LA LISTE DES PROBABILITÉS EST AINSI MODIFIÉE DIGITALINE

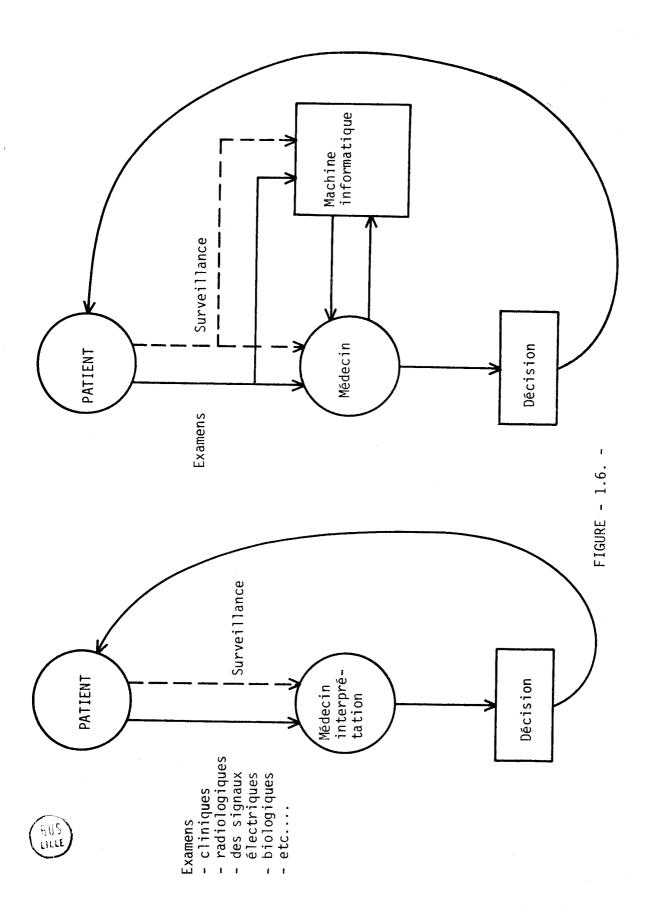
CETTE DERNIERE LISTE CONSTITUE LES MEILLEURES INDICATIONS QUE NOUS PUISSIONS VOUS FOURNIR.

Une telle structure doit être évidemment conversationnelle, c'est-à-dire qu'à tout instant de la procédure d'aide à la décision médicale, le médecin reste seul maître du choix et peut influer sur les résultats fournis par la machine.

Les techniques d'acquisition d'informations au niveau du malade deviennent de plus en plus fines et nécessitent l'emploi d'un matériel de plus en plus sophistiqué, conduisant le médecin à faire face à un flot d'informations important. C'est dans ce troisième volet que peut encore intervenir l'ordinateur au niveau de l'aide à l'interprétation des données physiologiques et médicales. Ce domaine d'application conduit à l'instrumentation informatisée ou microinformatisée, que l'on peut qualifier "d'intelligente" dans la mesure où elle analyse de manière automatique les informations brutes issues du patient et ne transmet au médecin que les informations élaborées nécessaires à l'aide à la décision. Dans ce cadre, s'inscrit le problème de la surveillance intensive des malades aigus que le personnel soignant est chargé d'observer de façon quasi-constante en suivant les informations émises par les capteurs implantés sur ceux-ci (EEG, ECG, impédance thoracique, etc...), en interprétant la variation de ces informations et en agissant en conséquence.

Cette tâche, qui peut être automatisée, intervient à deux niveaux dans l'amélioration des conditions de santé du patient. D'une part, elle libère le personnel soignant de la surveillance quasi-permanente en donnant l'alarme en présence d'un comportement dangereux et d'autre part, elle donne la possibilité de mémoriser ce comportement pour donner sur une période relativement longue une "image" de l'état fonctionnel du malade.

La figure 1.6. illustre le processus d'intégration d'un instrument de traitement automatique dans le contexte des relations médecin - patient. Sans l'utilisation de cet outil, le médecin est seul observateur des signes et indices que présente son malade et seul décideur de l'action à envisager.



A l'heure actuelle, il est possible de penser et certaines expériences ont déjà été réalisées, dans ce sens, qu'une machine informatique peut intervenir dans ce processus décisionnel et apporter au médecin une aide importante, tout en lui laissant la décision finale.

Les concepts de traitement automatique de l'information et d'instrumentation "intelligente" appliqués à la médecine hospitalière ne se conçoivent que si on tient compte des innovations technologiques et de la méthodologie employée dans les procédures de traitement de l'information. Cet aspect fait l'objet de la suite du développement.

# 1.3.3. Apport des innovations technologiques et méthodologiques dans l'exercice de la médecine hospitalière.

Le monde hospitalier a toujours été très sensible aux nouvelles techniques et aux nouvelles méthodes, qui permettent d'aller plus loin dans ces observations et de parfaire sa tâche qui est de rendre son action sur les malades la moins invasive et la moins traumatisante possible. A cet effet, les médecins ont toujours recherché d'une part des instruments capables de capter et de mesurer les informations sur les malades sans les perturber et d'autre part, de mettre au point des méthodes conduisant à traiter ces informations dans les délais les plus brefs, afin de réduire l'intervalle de temps séparant l'observation de l'action.

Dans la réalisation de cet objectif, les moyens utilisés sont de deux types : tout d'abord des moyens en matériel et en instruments nouveaux, permettant d'obtenir des informations de plus en plus précises sur l'état du malade et ensuite des moyens méthodologiques rendant les médecins capables de faire face au traitement du flot sans cesse croissant de ces informations. Bien que le médecin dispose d'une expérience et d'une connaissance importante, il ne pourra faire face, à terme, à l'augmentation du nombre des techniques diagnostics, sans l'aide d'instruments et de méthodes capables de le soutenir dans sa tâche.

Les innovations auront pour rôle de traiter les multiples informations émanant du malade et de donner une "image" concrête, explicite et synthétique de l'état de santé de celui-ci. C'est à partir de ce concept que l'on peut imaginer et concevoir dans un proche avenir la réalisation d'une instrumentation que l'on peut qualifier "d'intelligente". Cet objectif est maintenant réalisable grâce aux innovations techniques en matière de microélectronique (microprocesseurs) permettant de traiter les informations au pied même du lit des malades, et de représenter un état clinique prècis sur des consoles de visualisation, sous des formes de représentation que les médecins sont seuls aptes à choisir : textes, distribution de paramètres /8/. De plus, il est nécessaire de développer des méthodes d'analyse des informations médicales pouvant prendre des formes variées : mesures discrètes (poids, taille, etc...) ou continues (signaux électriques).

Dans ces conditions, un individu donné peut être caractérisé par un certain nombre de paramètres et considéré comme un élément d'une population. Il est alors possible, pour d'éventuels problèmes de décision, d'utiliser des méthodes statistiques permettant de caractériser la nopulation et ensuite de classer les individus suivant leurs caractères distinctifs. Ceci conduit à déterminer, à l'examen d'un individu nouveau, à quel groupe il appartient et à prévoir, avec une certaine probabilité, l'évolution de son état de santé. Au niveau du traitement des informations continues, des méthodes d'analyse de signaux sont également développées. Ce sont soit des méthodes d'analyse fréquentielle par transformée de FOURRIER ou de WALSH, soit des méthodes d'analyse temporelle ou événementielle. Dans ce cas, on s'attache à analyser les caractères types du signal et à faire l'étude de l'ensemble de ces caractères ou de leur succession. Par exemple, le complexe QRS est un caractère type du signal d'E C G, comme le cycle respiratoire est le caractère type du signal de spiromètrie.

De multiples réalisations ont déjà été conçues en matière d'instruments d'observation, plus particulièrement dans le domaine de "l'imagerie médicale". Tel que le SCANNER qui permet de reconstituer une image

discrète tridimensionnelle d'une partie du corps. L'échographie est une innovation en matière d'observation, car elle permet grâce à un dispositif à ultrasons, donc non invasif, de faire des observations sans poser de problème, de soumettre le patient aux rayons X comme dans la radiographie classique ce dispositif est principalement employé dans les observations de grossesse.

La thermographie est une méthode qui permet de mettre en évidence les zones du corps humain de différentes températures, employée dans le dépistage des tumeurs.

Dans l'analyse biologique les instruments d'observations ont connu de sensibles progrès et c'est dans ce domaine que la microélectronique et le traitement automatique ont pris une place importante, dans ce sens où beaucoup des tâches d'analyse peuvent être effectuées automatiquement.

Il est certain que les innovations en matière de médecine ne s'arrêtent pas à celles que nous avons citées, mais dans le cadre de notre étude, nous ne nous intéressons qu'à la conception d'une nouvelle instrumentation et à l'élaboration d'une base de données, en vue de l'aide à l'acte médical.

#### 1 - 4 CONCLUSIONS

La description d'un service hospitalier, des méthodes de travail du médecin et de ses aspirations peuvent faire l'objet d'un travail entier, qui sort du cadre de ce développement; néanmoins il est important de définir le contexte de notre étude et de préciser les objectifs recherchés. A cette fin il est nécessaire de définir les relations existant entre le médecin et son patient.

Le rôle du clinicien peut se résumer en trois points :

- observer
- traiter les informations issues de cette observation
- intervenir par des actions efficaces.

L'utilisation de la méthode statistique permet au clinicien d'appréhender l'évolution d'une population dont il a charge de maintenir la santé et de replacer un individu consultant dans cette population. Dans notre monde en pleine évolution technique, les médecins ont cherché à entrer en relation avec des techniciens capables de réaliser leurs besoins nouveaux.

A cet effet les outils de traitement numérique trouvent un terrain d'application particulièrement propice, car leurs multiples possibilités leur permettent de résoudre les problèmes de gestion et de traitement de l'information biomédicale.

De plus, dans l'optique d'améliorer les conditions de santé de la collectivité, le milieu médical reste ouvert à toutes les innovations, tant technologiques que méthodologiques.

Dans le chapitre suivant, nous nous attachons à définir et à décrire les principales informations biologiques et médicales et nous montrons les perspectives envisageables en matière de méthode de traitement de ces informations.

### - B I B L I O G R A ? H I E -

- /1/ Réflexion sur la médecine d'hier et de demain.

  Raymond VILLEY pp. 68-77 Plon.
- /2/ Origines et devenir de la médecine.

  Gilbert DREYFUS pp. 177-229 Calman-Levy.
- /3/ Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes.

  \*\*Daniel SCHWARTZ -- Flammarion.\*\*
- /4/ Etude allomètrique de la croissance relative de la tête et du corps chez le foetus et le nouveau-né.
  - N. MAMELLE P. LAZAR J. Gyn. Obst. Biol. Répr. 1979 8 pp. 703-704.
- /5/ Statistique à l'usage des étudiants en propédeutique médicale.

  D. SCHWARTZ et P. LAZAR Flammarion.
- /6/ Contribution de la S.E.E. au développement d'une collaboration entre ingénieurs et médecins en France et dans le cadre de l'IFBME.

  R.J. PLASZCZYNSKI J.P.M. WATTEAU Biosigma 1978 pp. 222-224.
- /7/ Informatique médicale.

  M. GOLDBERG F. CREMY Editions médicales et universitaires.
- /8/ Signaux physiologiques et microinformatique : exemple de réalisation d'une instrumentation intégrée.
  - C. VASSEUR, B. CHEBEL, M. COUVREUR, J.M. TOULOTTE, O. DUBOIS. I.T.B.M. Vol. 1 N° 5 1980 pp. 93-104.

## CHAPITRE II

## LES INFORMATIONS BIOLOGIQUES ET MEDICALES

### 2 - 1 INTRODUCTION

### 2 - 2 LES DIFFERENTS TYPES D'INFORMATIONS MEDICALES

- 2.2.1. Les sources d'information.
- 2.2.2. Les caractères de l'information médicale.
- 2.2.3. La qualité de l'information médicale.
- 2.2.4. La classification des informations médicales.

# 2 - 3 LES OUTILS ET METHODES D'ACQUISITION, DE TRAITEMENT ET DE REPRESENTATION DE L'INFORMATION MEDICALE

- 2.3.1. Méthodes de captation et de stockage de l'information médicale.
- 2.3.2. Le traitement des informations médicales : l'analyse de données en temps différé.
- 2.3.3. Bases d'une organisation dans le traitement des informations biomédicales.

### 2 - 4 CONCLUSIONS

#### 2 - 1 INTRODUCTION

Le contrôle de tout système nécessite l'observation et la captation d'un certain nombre d'informations caractérisant son état de fonctionnement.

Le traitement de ces informations conduit à l'élaboration de commandes, appliquées à des actionneurs, dans le but d'obtenir un fonctionnement défini.

La phase d'observation et d'appréhension de l'information est donc fondamentale.

L'univers médical, et plus particulièrement le milieu hospitalier, peut être considéré, lui aussi, comme un système à contrôler, que ce soit dans son ensemble (gestion du Service), ou au niveau des patients (surveillance d'un fonction déficiente). A tous les niveaux, ce système génère une multitude d'informations, souvent très différentes l'une de l'autre, que le médecin peut difficilement appréhender sans une organisation rigoureuse.

Nous proposons dans la première partie de ce chapitre, non pas de faire un catalogue de toutes les informations émises au sein du Service hospitalier, mais plutôt d'en définir les sources, leurs caractères-types, leurs qualités et ainsi d'en établir une classification.

La seconde partie traite des méthodes de captation et de stockage des informations médicales, ainsi que des principes de traitement actuellement mis en oeuvre, essentiellement en temps différé.

Enfin, nous proposons les bases d'une structure de traitement capable, d'une part d'améliorer sensiblement la gestion des informations et d'autre part de faciliter l'exploitation des résultats issus de cette gestion.

### 2 - 2 LES DIFFERENTS TYPES D'INFORMATIONS MEDICALES

### 2.2.1. Les sources d'informations médicales

La première source d'information, de loin la plus utilisée, est le dossier médical affecté au malade entrant à l'hôpital. Il contient toutes les informations concernant le patient : état civil, antécédents, examens cliniques, examens radiologiques, examens de laboratoire, etc.... Ce dossier se présente généralement comme une suite d'observations diverses et de conclusions /1/.

Le simple examen d'un dossier médical montre la diversité des informations qu'il peut contenir. Celles-ci vont du nom du patient à l'image radiographique d'un de ses organes. Dans ce sens, le dossier médical se présente comme l'élément de stockage de toutes les données concernant un individu. Il peut être consulté par les différents spécialistes lors du transfert d'un service à un autre. Il apparaît donc comme une image du malade et un identificateur au niveau de l'hôpital.

Lors de l'élaboration du dossier médical, les informations obtenues, au cours du dialogue avec le médecin, sont soumises à la volonté du patient. Au contraire, les informations captées directement sur le malade sont indépendantes de sa volonté, plus particulièrement dans le cas où le malade est un nouveau-né, ou s'il est dans un état de choc (coma).

Ces informations sont appréhendées par divers appareillages qui délivrent soit un signal électrique représentatif du fonctionnement d'un organe : l'E C G pour le coeur, l'impédance thoracique pour la fonction respiratoire du nouveau-né, l'E E G pour les fonctions cérébrales et neurologiques..., soit une image de l'organe à examiner : radiologie, échographie...

L'ensemble des examens de laboratoire constitue également une source importante d'informations. Ces examens sont faits à partir d'éléments de matière vivante qui, mis en présence de réactifs chimiques,

permettent de déterminer la nature et la quantité des constituants de base de la matière examinée. C'est le domaine de la biochimie où se traitent les analyses de sang, d'urine, etc...

L'autre type d'examens de laboratoire réalisés au niveau cellulaire permet de vérifier le caractère normal ou anormal d'un tissu vivant (anomalies chromosomiques) ou de détecter des éléments pathogènes (cellules malignes, présence de bacilles....).

Il est clair, au regard de ces différents exemples, que l'on peut opérer un classement des informations observées et en déterminer les types et les caractères. Les critères de classement, tels que la forme de l'information, son caractère discret ou continu, son caractère évolutif ou non, son mode d'appréhension, nous guideront d'une part dans le choix de celles qui nécessitent un traitement et d'autre part, dans les méthodes et matériels à utiliser pour réaliser ce traitement.

### 2.2.2. La caractérisation de l'information médicale

A l'examen de l'ensemble des informations issues du malade, il nous est possible de les différencier de la manière suivante :

- par leur caractère évolutif ou non évolutif
- par leur caractère discret ou continu.

On peut dire que les informations sont non évolutives quand elles ne changent plus après que le médecin en ait pris connaissance. Il s'agit, par exemple, de tout le passé médical du patient, ou encore de son état civil, ou d'informations telles que le sexe, l'âge gestationnel d'un nouveau-né, son poids de naissance, etc...C'est également le cas de toutes les informations qui ont été consignées dans le dossier médical, au cours d'un séjour ou d'une consultation précédente.

Par contre, les informations évolutives sont constituées de toutes celles que le médecin peut observer et mesurer à des instants différents : le poids, la taille, la tension artérielle, le rythme cardiaque, etc...Elles donnent deux renseignements à l'examen : d'une part la valeur statique, c'est-à-dire la valeur à l'instant de la mesure, d'autre part la valeur dynamique, c'est-à-dire la variation de cette information, telle que la courbe de poids ou de température.

Par ailleurs la fonction cardiaque ou respiratoire procure une information évolutive, car les appareils de mesure fournissent une valeur instantanée du rythme et une information sur la variation du rythme, à l'examen de leur tracé.

Les formes présentées par l'information médicale constituent une autre manière de la discréminer. Ces formes sont essentiellement de deux types : discrète ou continue /2/.

Par forme discrète on entend une valeur quantifiée que prend une information quand on l'appréhende, par exemple, le poids, la taille, le périmètre crânien, le taux d'hémoglobine etc... Ce sont ces informations qui apparaissent sur les cadrans des différents appareils de mesure.

Par contre, les informations continues ou analogiques, c'est-à-dire les signaux électriques issus des capteurs placés sur le malade, contiennent des renseignements plus difficilement appréhendables, étant donné qu'il est nécessaire de les observer directement sur écran cathodique, ou de les enregistrer sur ruban papier ou magnétique, afin d'en exploiter les informations. C'est le cas d'enregistrements d'E C G et d'E E G où pour les premiers l'information est présente dans la forme de l'onde électrique (complexe Q R S) et où, pour les seconds, la fréquence du signal détermine l'importance de tel ou tel rythme (ondes  $\alpha$  et  $\beta$ ).

Nous allons nous attacher, par la suite, à définir en détail ces derniers caractères de l'information médicale, car c'est à partir d'un signal à caractère continu que nous ferons l'analyse et extrairons l'information nécessaire à la surveillance permanente des nouveaux-nés.

De plus, l'utilisation de machines informatiques comme outils de base, nous aménera à discrétiser l'ensemble des informations venant du patient.

### 2.2.3. La qualité de l'information médicale

Devant la masse importante d'informations que le médecin doit prendre en compte, il doit de toute évidence faire un choix parmi celles qui lui paraissent les plus porteuses de renseignements. De ce fait, le médecin accorde beaucoup d'importance à la qualité de l'information, ce qui conduit aux notions d'informations riches et d'informations pauvres.

On se rend compte que le critère de choix est très variable et qu'il dépend, essentiellement, de celui qui l'utilise. Il est néanmoins possible de définir la notion de richesse de l'information médicale et les critères qui permettent d'enrichir une information pauvre. Les deux exemples qui suivent illustrent la notion de qualité des données acquises sur le patient. L'un porte sur une information de type discret (la mesure de poids), l'autre sur une information de type continu (le signal d'impédance thoracique du nouveau-né).

Si on considère le poids d'un nouveau-né, qui est une grandeur mesurée de façon journalière dans un service de nathologie néonatale, on se rend compte que la mesure en elle-même est pauvre et que cette information n'a d'importance que si elle peut être comparée aux valeurs mesurées antérieurement. En effet, si on se réfère à la figure 2.1., qui représente l'évolution du poids d'un enfant en fonction de son âge, sous des hypothèses de normalité, la mesure de poids à une date fixée est porteuse de peu d'informations, si ce n'est qu'elle est en dessous ou au-dessus de la normale. Mais, par contre, si on tient compte des mesures antérieures, c'est-à-dire de l'évolution du poids, on procède à l'enrichissement de l'information.

- Prenons l'exemple d'un enfant qui, au jour J, pèse x grammes au-dessus de la normale. Le médecin ne s'en inquiètera pas, si sa croissance est harmonieuse, mais toujours au dessus de la normale, cette "anormalité" étant due aux caractères hériditaires que lui transmettent ses parents /4/.

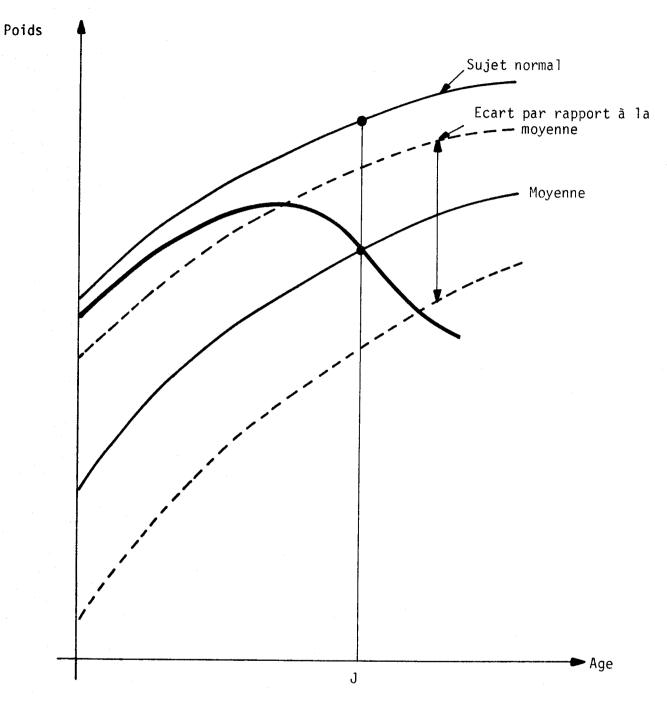


FIGURE - 2.1. -



Considérons, au même jour J, que cet enfant présente un poids normal. Si le médecin ne tient pas compte de l'évolution, il perd là un renseignement important, car la perte de poids présente véritablement un caractère anormal, voire pathologique. Ceci tend à illustrer la notion d'information statique et dynamique.

Le second exemple utilise le signal d'impédance thoracique du nouveau-né, information du type continu, qui reflète l'état de la fonction respiratoire du patient /3/. Ainsi que l'illustre la figure 2.2., cette information se présente sous la forme d'un signal pseudo-périodique, caractérisant une suite de phénomènes inspiratoires et expiratoires. A priori, cette information peut paraître pauvre si on l'observe pendant peu de temps, car elle est à l'image du rythme du patient.

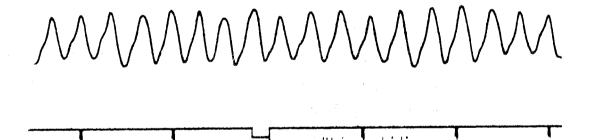


FIGURE - 2.2. -

Par contre, les accidents que peut présenter cette courbe revêtent, quant à eux, une importance relative. La figure 2.3. montre une apnée ou pause respiratoire qui peut se produire chez les nouveaux-nés. Cette apnée, si elle est de courte durée de 1 à 4 secondes, ne prête à aucune conséquence grave. Mais si elle se prolonge (10 à 20 secondes) ou si ce phénomène se répète de plus en plus fréquemment, il devient préoccupant

et nécessite de la part du médecin une action immédiate, telle que la ventilation assistée.

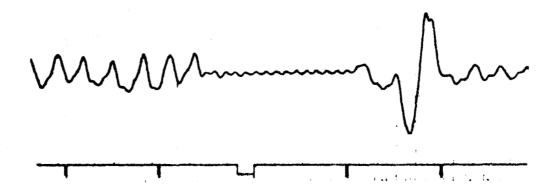


FIGURE - 2.3. -

Une fois de plus, l'information observée ici sur un court lans de temps, paraît pauvre. Mais son observation sur une longue période peut permettre de prévenir un éventuel accident qui, dans le pire des cas, peut être irréversible et entrainer l'asphyxie.

On voit apparaître, dans ces deux exemples, que le paramètre temps, que ce soit pour la mesure journalière du poids ou nour l'observation, sur une plus ou moins longue durée, du signal respiratoire, joue un rôle fondamental.

L'un des buts essentiels du concepteur est d'automatiser les observations, afin de ne donner au médecin que des renseignements utiles et efficaces. Ce travail, habituellement effectué par le médecin lui-même à partir de courbes et de signaux, peut être fondé sur une classification des informations, par à rapport à leur période d'occurence.

### 2.2.4. La classification des informations médicales

Le facteur temps, facteur important et incontrôlable auquel toute évolution de système est liée, est le critère retenu pour établir la hiérarchie des données médicales.

En effet, nous avons vu dans les paragraphes précédents, qu'il était essentiel de prendre en compte, non pas une information à un instant donné, mais d'en faire l'observation sur une fenêtre temporelle plus ou moins étendue, suivant la quantité de renseignements qu'elle pourrait porter.

Ce critère nous conduit à introduire la notion de période d'échantillonnage de l'information, période évidemment très variable, au regard de l'information à prendre en compte. Elle peut s'étendre de quelques millisecondes dans l'observation de signaux électrophysiologiques, à une journée dans la mesure de variables biométriques, voire même à une semaine, dans le cas d'un examen radiographique hebdomadaire, effectué pour contrôler l'évolution de l'état d'un patient après opération (cas d'une fracture).

Qui plus est, cette période d'échantillonnage n'est pas obligatoirement constante. En effet, on peut considérer qu'il y a deux manières de prendre en compte l'information au niveau du patient. La première consiste à la prendre à périodes fixes et d'en analyser l'évolution, c'est-à-dire que la période d'échantillonnage, dans ce cas, est fixée par l'observateur. Dans le deuxième cas, c'est le sujet lui-même qui fixe la période de prise en compte des données, par le fait qu'il présente des informations suffisamment riches. C'est le principe de la détection événementielle.

Si nous prenons l'exemple de l'électrocardiogramme, (figure 2.4.), l'observation d'un signal régulier apporte peu d'informations, si ce n'est une mesure de rythme, que le médecin qualifie de normal ou anormal. Mais l'apparition d'un événement, tel qu'une extrasystole, enrichit l'information. Elle doit être prise en compte, stockée et traitée dès son apparition.

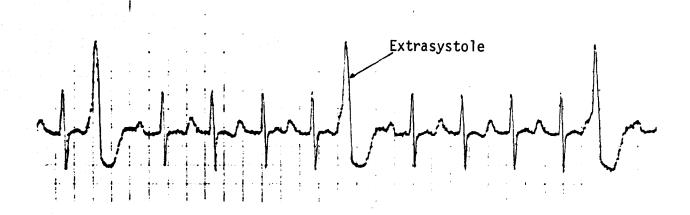


FIGURE - 2.4. -

Nous voyons donc que la classification de l'information médicale s'établit par la fréquence d'observation ou par le caractère aléatoire de cette fréquence. Cette classification des données médicales nous permettra, par la suite, de définir la structure des méthodes et du matériel à mettre en place pour donner au médecin la possibilité de prendre en compte la majeure partie des informations mises à sa disposition.

Le dernier point important intervenant dans le choix d'un tel type de classification, s'appuie sur une remarque faite dans le premier chapitre, concernant la manière dont le médecin procède pour appréhender les informations reçues au cours des différents examens.

En effet, le clinicien, en fonction des examens effectués sur un malade, essaie de manière intuitive d'amener toutes les informations qu'il reçoit, sur un même niveau de valeur. Ainsi, selon le type de données qu'il détecte, il effectue une analyse plus ou moins approfondie,

pour établir son diagnostic. Par exemple, il trace une courbe de poids, où il mesure sur les enregistrements graphiques de l'E C G, les valeurs du rythme ou le nombre des accidents survenus dans une période donnée.

On se rend compte que cette analyse est d'autant plus longue et fastidieuse que l'information est pauvre, et que l'on doit échantillonner à une fréquence élevée.

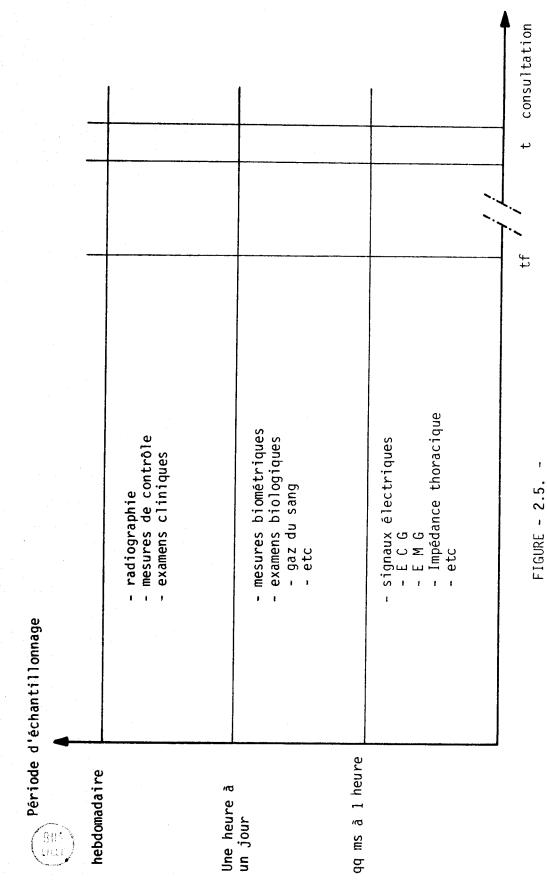
La figure 2.5. qui illustre cette classification, représente la fréquence de prise en compte des informations en fonction du temps, pendant le séjour du malade dans un service de pathologie néonatale, et au cours des consultations suivant la sortie de ce malade.

Ce type de classification nous conduira à montrer comment, devant une telle diversité de types d'informations, il est possible de mettre au point une structure capable de donner au médecin au moment où il veut faire l'analyse de ces examens, tous les renseignements nécessaires à son diagnostic, sans qu'il ait besoin pour cela, de refaire la remise à niveau dont nous avons parlé précédemment.

Il est néanmoins nécessaire, après avoir défini les types d'informations biomédicales et d'en avoir établi une classification, de citer les moyens actuellement employés pour en faire l'acquisition, l'analyse et l'interprétation.

- 2 3 OUTILS ET METHODES D'ACQUISITION, DE TRAITEMENT ET DE REPRESENTATION DE L'INFORMATION BIOMEDICALE.
  - 2.3.1. <u>Méthodes de captation et de stockage de l'information</u> médicale

Au regard de la diversité et de la multiplicité des informations à prendre en compte lors de l'examen d'un patient, il est clair que les moyens qui permettent de les capter sont tout aussi divers. Ainsi une chambre d'hôpital ressemble, parfois, à un laboratoire d'électronique



où s'entrecroisent fils et tuyaux. Néanmoins, il est possible de définir un schéma général de la chaîne de saisie de l'information, la source en étant le patient et le destinataire le médecin.

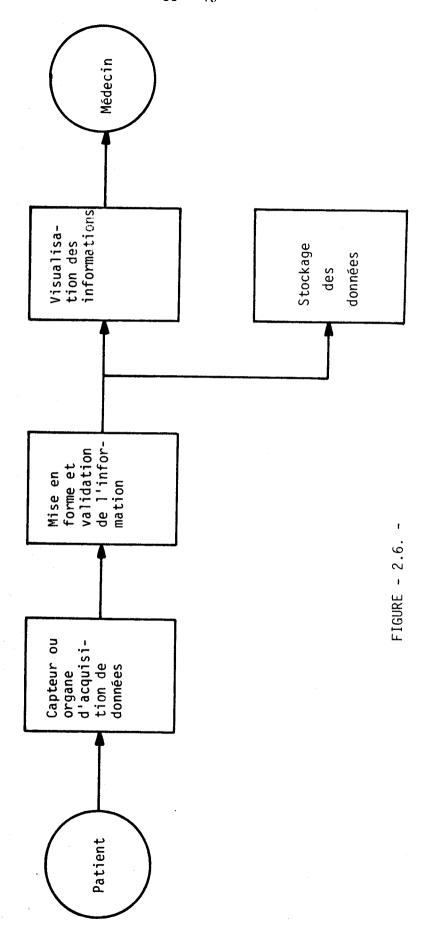
La figure 2.6. schématise cette chaîne d'acquisition. Elle présente deux maillons comportant : d'une part les capteurs et dispositifs de mise en forme de l'information, d'autre part les organes de représentation et éventuellement de stockage de celle-ci, dans l'optique d'une analyse à postériori.

Quelle que soit l'information à appréhender, le médecin dispose d'un matériel approprié, capable de donner une bonne représentation du phénomène observé. A cet effet, on peut adopter le schéma de principe suivant (figure 2.7.). La saisie de l'information, pour être exploitable, nécessite l'emploi de capteurs ou transducteurs, connectés à un dispositif de mise en forme et de validation de l'information, qui délivrera un signal utilisable par les dispositifs de représentation et de stockage des données.

Le rôle du capteur est de nouvoir faire la transformation de la grandeur à mesurer, en une information utilisable par le reste de la chaîne. C'est en règle générale une grandeur électrique (thermistance, capteurs d'activité notrice, comptage de cellules, électrocardiogramme, clavier de saisie sur ordinateur...).

Le deuxième maillon de cette chaîne est chargé de mettre en forme l'information issue des capteurs. Il remplit deux fonctions : d'une part le filtrage qui permet de débarrasser le signal incident du bruit et des parasites dont il est chargé (50 Hz - artefacts), d'autre part l'amplification et l'adaptation d'impédance qui permettent de donner au maillon suivant des signaux d'amplitude et de puissance appropriées.

Le troisième maillon de cette chaîne est constitué par l'ensemble des dispositifs de stockage et de représentation. Ils sont également de types divers. Mais on peut les scinder en deux groupes : d'abord ceux qui donnent l'information à l'instant où l'on en fait l'acquisition,



BUS

*****						÷			
- écran cathodique	- enregistrements . graphiques . magnétiques	- image photographique		0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	reulles de resultats	- Dossier médical	- Ordinateur	. mémoire . imprimante	
- capteurs placés sur le patient	. sondes . E C G . électrodes . E E G . thermistances . spiromé- trie	- capteurs d'images	. radiographie . échographie . scanner	· enuoscopie	spectrométre analyseur de sang	- auscultation	. dialogue médecin - patient		

ORGANES de REPRESENTATION et DESTOCKAGE

CAPTEURS
et
MODULES DE MISE en FORME





sans la stocker, c'est le cas de tous les cadrans et autres dispositifs d'affichage (écrans cathodiques, afficheurs numériques) et ensuite ceux qui la mémorisent, soit sous forme graphique, soit sous forme d'enregistrements magnétiques, ou enfin sous forme d'images photographiques, telles que les radiographies.

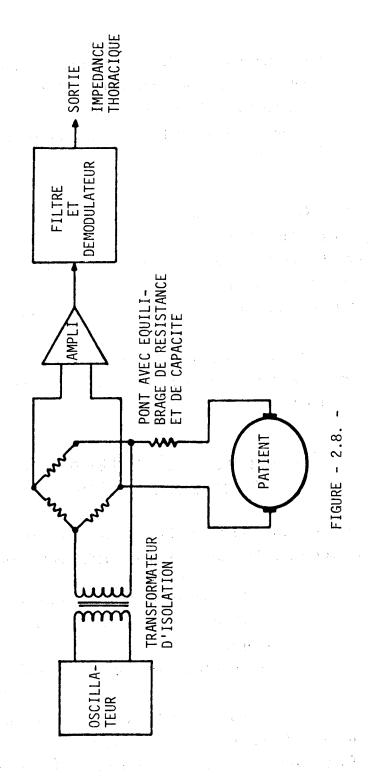
A titre d'exemple, la figure 2.8. illustre la chaîne permettant d'observer la fonction cardio-respiratoire d'un nouveau-né /5/.

Le principe de cette observation consiste à faire la mesure de la variation d'impédance thoracique caractéristique de la variation du volume pulmonaire.

Un courant constant de 100 µA généré à une fréquence de 56 kHz est appliqué au patient par l'intermédiaire de deux électrodes placées de part et d'autre du thorax. La tension recueillie par les mêmes électrodes est proportionnelle à l'impédance présentée par la cavité thoracique. Ce dispositif de captation intègre donc le générateur à courant constant, relié aux électrodes par un transformateur d'isolement, et le système de mesure de tension (pont de Wheastone). La mise en forme de l'information reçue est réalisée par un démodulateur, un filtre et un amplificateur, donnant à sa sortie la seule variation du volume respiratoire et pouvant être connecté à un oscilloscope ou à un enregistreur papier (Beckman) ou magnétique (HP 3969 A), ou encore à un système d'alarme pour prévenir le personnel soignant des éventuels accidents cardio-respiratoires, tels que les apnées et arythmies (BECKMAN VSM 100).

Le principe de stockage des informations médicales pose actuellement un problème. Force est de constater que :

- le dossier médical se présente comme une collection d'informations de type plus ou moins disparate.
- l'analyse des enregistrements magnétiques ou graphiques est longue et fastidieuse.



- l'utilisation d'une machine informatique sans organisation particulière ne permet de garder qu'une faible partie des données acquises, plus particulièrement celles dont la forme est la plus proche de la structure de la machine (informations discrètes).

Nous avons volontairement omis de citer d'autres principes d'acquisition d'informations médicales. La liste serait longue, notre idée directrice étant non pas de faire la liste exhaustive de tous les principes de saisie et de stockage des données, mais plutôt de faire un schéma du principe d'organisation et une critique objective.

Dans le paragraphe suivant, nous nous attachons à montrer les principes actuellement employés pour faire l'analyse des informations collectées.

# 2.3.2. <u>Le traitement des informations médicales</u> : <u>L'analyse de</u> données en temps différé

Le traitement des informations médicales est une partie importante de l'activité du praticien, pour différentes tâches telles que :

- l'application d'une thérapeutique
- l'analyse de données dans le cas d'une étude épidémiologique
- la mesure des qualités de soin d'une population.

A ces exemples d'applications correspondent bien évidemment des principes d'analyse différents. Toutefois, en règle générale, ces analyses se font après avoir saisi suffisamment d'informations ou après avoir ouvert un grand nombre de dossiers médicaux. Ceci correspond à un traitement en temps différé, pour lequel les résultats extraits de l'information ne sont disponibles qu'après un délai souvent mal adapté aux contraintes du milieu médical.

Cela ne veut pas dire que ces traitements sont toujours inutiles. Néanmoins, dans certains cas, le temps imparti au traitement de l'information dépasse sensiblement le temps nécessaire à l'action. C'est dans ce sens que le traitement des informations médicales conduit, dans la plupart des cas, à des études statistiques prévisionnelles ou informationnelles, ou à la vérification des résultats d'une action établie sur la population.

On se rend compte, dans un tel schéma, que le médecin a peu de moyens de contrôler son action. En effet, sa tâche le conduit seulement à constater les effets produits par les différentes actions qu'il a pu mener, ou à observer l'évolution d'une population d'une manière épidémiologique, afin de déterminer les moyens à mettre en oeuvre pour améliorer les qualités du système de santé.

Même si ces différents traitements sont faits à l'aide de moyens de calculspuissants, il n'en reste pas moins que la façon de les envisager est inefficace. En effet, quand un médecin, ou plus précisèment un groupe de médecins, décide de mettre en oeuvre les moyens nécessaires à l'amélioration des conditions de santé d'une population, il effectue la démarche de l'exemple suivant :

Supposons que les renseignements fournis par un organisme d'études statistiques indiquent une augmentation sensible du cancer des voies aériennes dû au tabac. La décision prise pour enrayer ce phénomène est alors de lancer une campagne d'information auprès de la population et des médecins généralistes.

Le processus se met lentement en place et se perpétue jusqu'à ce que l'indice statistique du nombre de cancer montre l'efficacité de l'action entreprise. Ainsi, entre le moment où l'action est décidée et le moment où les résultats sont donnés, le médecin a peu de moyens de contrôle et ne peut diriger son action dans une direction bien précise, puisqu'il est tributaire de l'évolution d'un indice qu'il croit être le bon. Bien heureusement, dans ce cas précis, des structures ne sont mises en place au sein de plusieurs services de la Santé pour contrôler en permanence ce type de phénomène.

Par contre, l'exemple qui suit illustre d'une toute autre manière la perte d'information pouvant conduire à des résultats erronés dans le traitement en temps différé. Dans cet exemple il apparaît que le manque de moyens ou une mauvaise utilisation des moyens en place peut conduire à des résultats faux :

- Soit une unité de réanimation chirurgicale où des examens des gaz du sang doivent être effectués chaque matin sur les patients. Si les examens sont réalisés dans le quart d'heure qui suit la prise de sang, les résultats sont valables, avec une marge d'erreur de 5 %.

  Mais:
- Si les résultats ne peuvent être donnés que 3 heures après, la marge d'erreur monte alors jusqu'à 40 à 50 %. Les résultats sont donc absolument inexploitables au regard de la recherche clinique.

Ce simple exemple montre qu'un défaut de structuration de la gestion conduit à dégénérer l'information brute et à la rendre inexploitable par la suite.

Le dernier exemple vise à mettre en évidence le problème que pose la multitude d'informations que le médecin a en sa possession. Nous examinons plus particulièrement les informations contenues dans le dossier médical, source première de données, comme nous l'avons déjà expliqué. Ce dossier est actuellement, mis à nart certains services qui se sont informatisés, remoli manuellement.La constitution de ce dossier dénend essentiellement du temps que le médecin veut et peut y consacrer, tant et si bien que le dossier médical, en règle générale, ne contient que les informations de première importance et que les questions du second rang restent sans réponse. D'autres raisons à ces lacunes sont : la non-communication, lors d'un transfert de malade, des renseignements possédés par le service qui l'a préalablement traité, ou l'ignorance du malade quant aux réponses à certaines questions posées. Ainsi, bon nombre de dossiers sont incomplets et le problème serait de moindre importance si les questions sans réponse étaient toutes les mêmes. Il n'en est malheureusement pas ainsi de telle sorte que la constitution d'un échantillon représentatif d'une population, pour l'étude d'un caractère donné, nécessite souvent la saisie d'un nombre de dossiers 5 à 10 fois plus important que le nombre de dossiers complets constituant l'échantillon final /6/.

Ces quelques exemples conduisent aux constations suivantes :

- le médecin dispose d'un grand nombre d'informations d'inégale valeur,
- le système de stockage des informations ne permet pas d'avoir un ensemble cohérent de données. Ceci conduit à des difficultés d'exploitation (dossiers incomplets).
- dans le cadre d'une saisie en continu, telle que le monitoring, il n'y a pas de moyens de traitement et peu de moyens de stockage, si ce n'est l'enregistrement graphique ou magnétique, dont le dépouillement devient vite fastidieux.
- le traitement des informations est fait en temps différé, ce qui conduit aux conséquences suivantes :
  - . les résultats obtenus ne sont valables que pour des analyses générales, tels que les statistiques prospectives ou informatives.
  - . le médecin a peu de moyens de contrôler rapidement son action.
  - . dans certains cas, le retard dans le traitement de l'information rend celle-ci inexploitable.

Dès lors il apparaît que le milieu médical, mis à part quelques cas particuliers, dispose de peu de moyens permettant de traiter de manière cohérente les informations qu'il détient. Le paragraphe suivant nous conduit à envisager la nécessité d'une organisation dans le traitement des données médicales.

# 2.3.3. Base d'une organisation dans le traitement des informations biomédicales

Dans l'évolution des besoins nécessaires à une organisation du traitement des informations médicales, il est important avant toute chose, de définir un certain nombre d'hypothèses concernant les utilisateurs du système de gestion des données, la quantité et la forme des informations à traiter et les désirs des utilisateurs dans la représentation des résultats.

La diversité du personnel du milieu hospitalier est un caractère important dont il faut tenir compte dans l'élaboration d'une structure de traitement des données médicales. En effet, au sein d'un service de soins, chaque personne en poste est susceptible d'avoir accès au dispositif d'acquisition et de traitement de données. La qualité des informations acquises dépend alors en grande partie de la facilité d'emploi du matériel et des méthodes mis en place.

Prenons le cas, par exemple, de l'ambulancier chargé de remplir la nartie du dossier médical appelé fiche d'appel et de transport, contenant tous les renseignements concernant le transfert du malade (lieu de dénart, heure, conditions et temps de transport....). Dans le cadre d'une saisie automatique de ces renseignements, on voit apparaître la nécessité de mettre en place une unité de dialogue entre l'opérateur et l'organe de stockage, opérant en langage clair et facilement accessible en temps réel.

Dans le cadre de la surveillance respiratoire automatique des enfants, le médecin doit, à sa demande, avoir une vue d'ensemble de l'état du patient, sans avoir à consulter d'innombrables cadrans ou de très longs enregistrements graphiques. Ceci nous conduit à montrer la nécessité d'une structure adaptée au personnel soignant, dans sa souplesse, dans son aspect conversationnel et dans son aspect interactif, sachant en outre que l'introduction d'un nouveau matériel ou de nouveaux principes de travail ne sera bien accepté que si elle ne perturbe pas les personnes et habitudes en place.

Devant la multiplicité et la forme des données à traiter, il est nécessaire avant toute mise en place de système, d'analyser le contexte dans lequel on doit l'introduire. Dans ce sens, il faut scinder le problème posé en autant de parties élémentaires qu'il est nécessaire, pour en avoir une bonne compréhension. Ce découpage nous amène facilement à admettre que la résolution de chacun des problèmes élémentaires peut être effectuée par une machine autonome, en liaison avec les machines traitant les autres problèmes, pour constituer une unité de traitement généralisé. Ceci conduit au traitement réparti ou hiérarchique de l'information /7/.

De plus, cette forme d'analyse du problème posé nous permet de répondre à la question : comment mettre au même niveau les informations médicales, pour donner au médecin une vue synthétique de l'état du patient ?. En effet, un des principaux reproches que l'on peut faire aux systèmes de traitement automatique fournis par les constructeurs (système 5600 HP, par exemple) est de vouloir résoudre les problèmes dans leur ensemble, et par une seule machine. De tels systèmes, très lourds dans leurs structures logicielles et matérielles, peu fiables, donc peu rentables, n'autorisent aucune transformation. En un mot, le service dans lequel est implanté une telle machine, doit s'adapter aux conditions du constructeur et ne peut pas valoriser ses propres particularités. C'est là une erreur à ne pas commettre dans l'élaboration d'une structure nouvelle.

Le dernier aspect important dans le principe de l'organisation du système de traitement est la forme de représentation des résultats. Sur ce point, il suffit de répondre aux désirs des médecins qui veulent obtenir du système en place le maximum de résultats en peu de temps, résultats qu'ils veulent facilement exploitables et utiles à leur action.

Dans ce sens, il nous est nécessaire de mettre l'accent sur les formes de re présentation graphique, donnant une vue synthétique au simple coup d'oeil. La représentation d'images sur console vidéo offre en outre une grande souplesse d'emploi.

Les quelques éléments de base décrits au cours de ce paragraphe seront illustrés plus en détail par la suite. Ils constituent les directions principales prises dans la réalisation des systèmes implantés au Centre de Pathologie Néonatale d'Arras.

### 2 - 4 CONCLUSION

Ce chapitre, consacré aux informations émises au sein d'un service hospitalier et aux méthodes employées pour les traiter, montre que, dans bien des cas, le médecin se trouve devant une telle quantité de données, qu'il lui est difficile, faute de temps, de prendre en considération chacune d'elles.

Les informations, émises de multiples sources, se présentent sous des formes très diverses et ne permettent pas, actuellement, un traitement facile et standardisé.

Néanmoins, au regard de ces considérations peu engageantes, il est possible, dans un premier temps, de faire l'analyse des données médicales et d'en établir une classification, permettant la mise en place d'une structure de traitement réparti en temps réel.

Dans le chapitre suivant, nous proposons de définir la notion de traitement réparti de l'information, ainsi que les concepts d'une structure de gestion en temps réel.

## - B I B L I O G R A P H I E -

/1/ Langage normalisé pour la description des informations médicales en radiologie.

Philippe DUQUESNEL - Thèse de 3ème Cycle - Grenoble 1964.

/2/ Les différentes formes de l'appréhension des données dans l'exploration fonctionnelle hépatique.

Jean-Yves LAFAYE - Thèse de 3ème Cycle - Rennes 1965.

- /3/ The current status of thoracic impedance plethysmography.

  DEMNIS W. HILL I.E.R.E. Conference on Applications of electronics in medecine. V. 34 pp. 51-56, 1976.
- /4/ Croissance et développement de l'enfant normal. F. FALKNER - Masson 1961.
- /5/ Impedance Pneumography a Survey of instrumentation technique PACELA Af.

  Medical and biological engineering Vol. 4 pp. 1-5, 1966.
- /6/ Applications médicales de l'informatique.

  M. GOLDBERG, F. GREMY Editions médicales et universitaires.
- $\slash\hspace{-0.05cm}$  /7/ Biomedical applications of microprocessors.

A. KLIG

Proc. I.E.E.E. - Vol. 66 - pp. 151-166 - feb. 1978.

## CHAPITRE III

## LE TRAITEMENT DES DONNEES MEDICALES EN TEMPS REEL

- 3 1 INTRODUCTION
- 3 2 STRUCTURES MATERIELLES ET LOGICIELLES POUR LE TRAITEMENT DES INFORMATIONS EN TEMPS REEL
  - 3.2.1. Définition du traitement des informations en temps réel.
  - 3.2.2. Aspect général de la décomposition d'une application la nécessité d'une structuration.
    - . Le but de l'analyse
    - . Les différents types d'analyses
    - . Les processus.
  - 3.2.3. Structure logicielle : l'élaboration de programmes structurés.
    - . Introduction
    - . Les modules et les interfaces
    - . Outils de description structurés.
  - 3.2.4. Structures matérielles.
    - . La nécessité d'une décentralisation
    - . Les différents types d'architecture
    - . Le problème du transport de l'information.

- 3 3 APPLICATION D'UNE STRUCTURE DE TRAITEMENT TEMPS REEL EN MILIEU HOSPITALIER
  - 3.3.1. Le traitement hiérarchique et réparti des informations médicales.
  - 3.3.2. Enoncé des problèmes posés par le Centre de Pathologie Néonatale d'Arras.
    - . Introduction et descriptif
    - . Enoncé informel et généralités sur le cahier des charges
    - . La surveillance automatique de la fonction respiratoire
    - . L'acquisition et la gestion automatiques des informations médicales.
  - 3.3.3. Schéma général d'une structure de traitement de données en milieu hospitalier.
    - . La saisie de l'information
    - . La visualisation des informations contenues dans la banque de données.

## 3 - 4 CONCLUSIONS

### 3 - 1 INTRODUCTION

Les moyens modernes de communication nous permettent d'être confrontés à un flot d'informations sans cesse grandissant et d'intérêts très divers. Il en est de même dans un service hospitalier.

Ce chapitre a pour objet, dans une première partie, de définir les concepts généraux d'une organisation de traitement d'information en temps réel. Plus particulièrement il s'agit de donner une méthodologie permettant d'appréhender les problèmes de contrôle de circulation et de traitement de données. Cette méthodologie conduit à définir les principes de l'analyse descendante d'un problème, ainsi que les structures logicielles et matérielles adoptables pour la résolution de ce problème.

Dans une deuxième partie nous proposons un énoncé des différents aspects des charges imposées par le centre de pathologie néonatale d'Arras, ainsi qu'une première ébauche de la structure adoptée pour l'organisation de la saisie et la gestion des informations dans le service.

# 3 - 2 STRUCTURES MATERIELLE ET LOGICIELLE POUR LE TRAITEMENT DES INFORMATIONS EN TEMPS REEL

## 3.2.1. Définition du traitement des informations en temps réel.

Les exemples et les procédures de traitement de l'information en temps réel ne sont pas rares. Néanmoins, il est nécessaire de définir, de manière générale, le concept du traitement en temps réel, c'est-à-dire de montrer que le temps de traitement des informations observées sur un environnement donné dépend du temps d'évolution de cet environnement. C'est la raison pour laquelle la notion de "système temps réel" dépend entièrement de l'environnement à contrôler.

Dans le cadre du contrôle d'un processus ou d'un environnement, il est nécessaire de définir :

- les éléments à contrôler, c'est-à-dire l'environnement
- les éléments de contrôle, c'est-à-dire le contrôleur
- les fonctions qui relient les deux ensembles précédents
  - . la fonction d'observation
  - . la fonction d'action.

Le synoptique de la figure 3.1. résume l'organisation d'un système contrôlé.

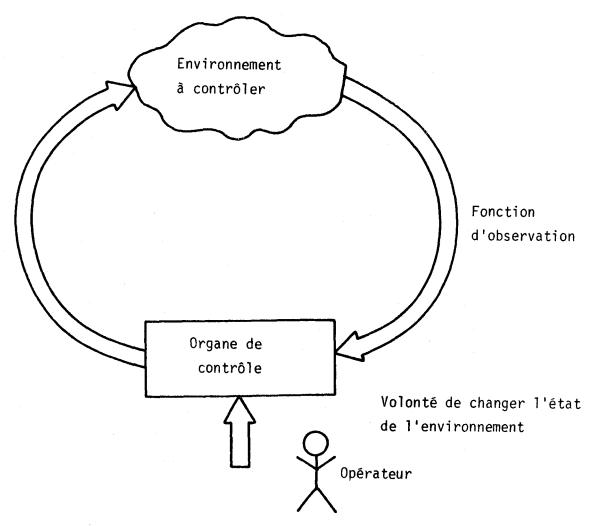


FIGURE - 3.1. -

Fonction d'action

L'environnement que l'on cherche à contrôler est évolutif, c'està-dire qu'il change d'état à différents instants, soit parce qu'il évolue de lui-même, soit parce qu'il est soumis à des perturbations extérieures.

Un opérateur voulant obtenir un état particulier de cet environnement, agit sur celui-ci en le commandant. La confirmation qu'il a de la réalisation de l'état est donnée en observant l'évolution de l'environnement.

Le rôle de l'organe de contrôle est donc de prendre en compte les volontés de l'opérateur, de générer les actions sur l'environnement et d'observer son évolution pour aboutir aux objectifs escomptés, quelles que soient les perturbations.

C'est au niveau du système de contrôle que se fait le traitement des informations issues des observations. De manière générale, la réalisation du contrôle se déroule en trois phases :

- l'observation (prise en compte des informations fournies par l'environnement)
- le traitement (traitement de ces informations conformément à un modèle établi)
- l'action (génération des commandes à appliquer à l'environnement).

Le temps d'exécution de cette séquence d'opérations dépend de la technologie dans laquelle est constitué le contrôleur. C'est à ce niveau que l'on définit le traitement des informations en temps réel ou différé. En effet, si l'organe de contrôle est capable d'apprécier les changements d'état de l'environnement, quelle que soit la durée séparant deux états, de traiter les informations qui lui sont transmises, d'appliquer les commandes nécessaires à l'évolution, on dit que l'environnement est géré en temps réel, c'est-à-dire que le système de contrôle est sensible à toutes les modifications de l'environnement /1/. Par contre, si le temps d'exécution des trois phases précédemment citées ne permet pas à l'organe

de contrôle de prendre en compte tous les changements d'état, les résultats du traitement sont biaisés ou erronés, ceci étant dû à la perte d'informations. Dans ce cas, le contrôle ne peut plus se faire en temps réel.

Si l'environnement n'est pas contrôlable en temps réel, il est néanmoins important d'avoir une synthèse des observations faites sur le système, pour pouvoir influer sur son évolution. Ce traitement est fait en temps différé et l'application des commandes se fait avec un certain retard.

Le principe général du contrôle en temps réel s'effectue de la manière suivante :

- l'environnement avertit le système de contrôle d'un changement d'état
- l'organe de contrôle prend en compte toutes les informations sur ce changement
  - il traite les observations et élabore les commandes
- il applique les actions pour modifier l'environnement et atteindre le résultat souhaité.

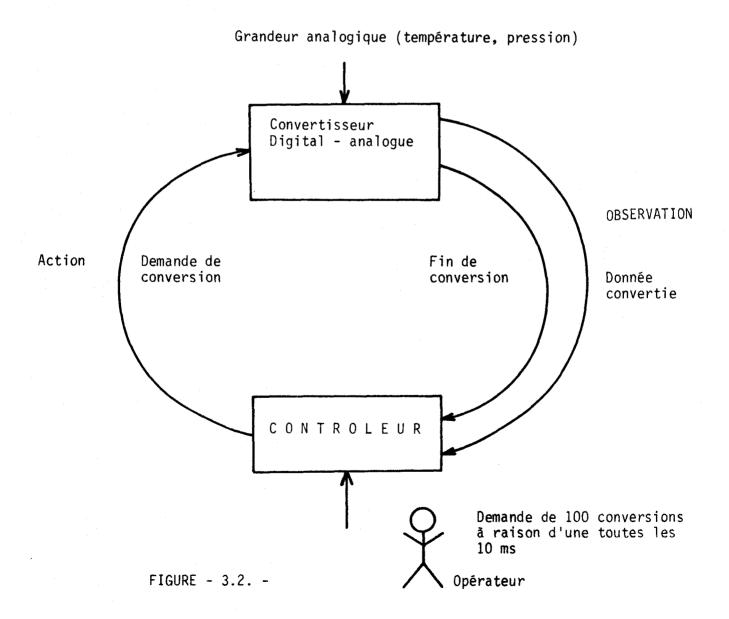
Le temps imparti à l'exécution de ces différentes phases est très différent suivant la nature de l'environnement à contrôler. Il peut s'étendre de quelques microsecondes à plusieurs heures.

Les deux exemples qui suivent illustrent cette étendue et montrent qua la notion de "temps réel" est intimement liée au temps d'évolution de l'environnement.

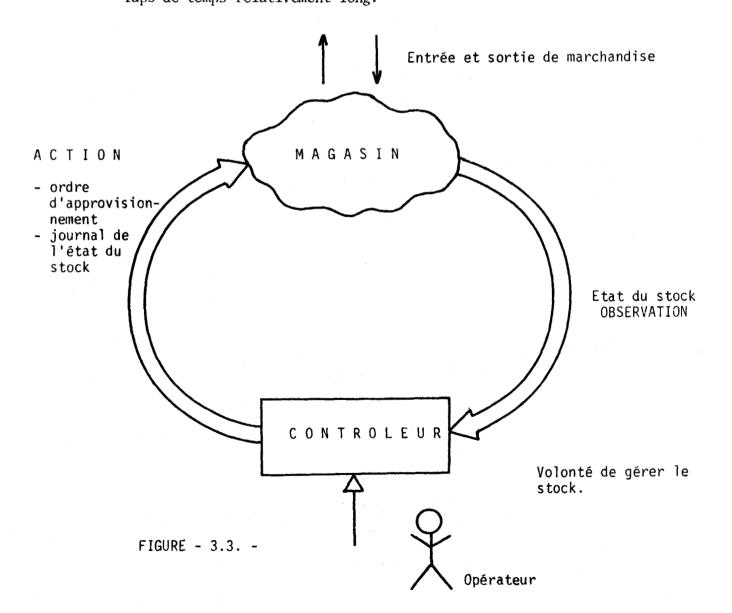
La figure 3.2. schématise le principe de contrôle d'un convertisseur analogique digital, dispositif qui permet de numériser une grandeur analogique, par un contrôleur numérique.

Prenons le cas d'un opérateur qui demande au contrôleur de lui fournir 100 valeurs numériques de la valeur analogique, au rythme d'une conversion toutes les 10 millisecondes. La séquence d'opérations se déroule de la manière suivante :

- à la prise en compte de la volonté de l'opérateur le contrôleur envoie une demande de conversion (commande). L'environnement change d'état et en avertit le contrôleur (fin de conversion). Celui-ci prend en compte la valeur convertie (observation) et le traitement consiste à ranger cette valeur, à compter le nombre de valeurs observées et à élaborer une nouvelle demande de conversion. Le déroulement de cette séquence d'acquisition doit se faire en moins de 10 millisecondes.



Le deuxième exemple se rapporte à la gestion d'un stock de marchandises dans une usine /2/ - (fig. 3.3.). Dans ce cas, l'environnement à contrôler est l'ensemble d'un magasin de marchandises, qui doit comporter un nombre d'articles suffisants pour alimenter une chaîne de fabrication. A chaque fois que l'on sort un article du magasin, le contrôleur en est averti et observe l'état du stock. Le traitement consiste à décompter le nombre d'articles sortis et à compter le nombre d'articles entrés. Les commandes qu'il génère sont des ordres d'approvisionnement du magasin et un journal de gestion du stock. Ce principe permet d'avoir un inventaire des stocks en temps réel et une gestion continue de la quantité de marchandises emmagasinées. L'exécution de ces différentes tâches peut prendre plusieurs heures, voire même une journée, étant donné que les changements d'état de l'environnement se font dans un laps de temps relativement long.



A partir des généralités sur le contrôle en temps réel, que nous venons d'exposer, nous pouvons nous poser un certain nombre de questions sur les principes de conception d'un contrôleur, plus particulièrement sur :

- son architecture
- ses possibilités de traiter les informations qu'il reçoit.

Il est possible de répondre simultanément aux deux questions. En effet, les premiers systèmes de contrôle furent conçus autour d'éléments analogiques (électriques, pneumatiques ou hydrauliques). Ces unités, appelées régulateurs, faisaient et font toujours partie des boucles de régulation et d'asservissement. L'environnement qu'il contrôle est défini par un système d'équations de fonctionnement de la forme

$$x(t) = Ax(t) + B u(t)$$

$$y(t) = Cx(t) + D u(t)$$

où x(t) représente l'état du procédé, u(t) les entrées et y(t) les sorties ; les coefficients des matrices A, B, C, D sont fonctions des éléments caractéristiques du système à contrôler.

Le traitement consiste à résoudre ce système, afin d'obtenir les commandes nécessaires. Les temps de réponse étant quasi-instantanés, le problème du temps de traitement ne se pose pas. Toutefois il est bien évident que le domaine d'application des unités de contrôle analogiques se limite aux strictes chaînes d'asservissement de machines électriques, pneumatiques ou hydrauliques.

L'avénement des machines numériques et plus particulièrement des microprocesseurs, a permis d'étendre le domaine du contrôle et du traitement de l'information à de multiples applications. Leurs possibilités de calcul et de stockage de données ont permis de les insérer dans la plupart des boucles de contrôle, que ce soit au niveau de l'asservissement d'une machine ou d'une usine entière. L'introduction de ces machines

progammables a bouleversé les principes de contrôle établis. Ainsi le traitement d'une application nécessite maintenant de respecter un certain nombre de règles nouvelles. La suite de notre exposé ononce ces différentes règles, ainsi que les structures matérielles et regicielles adoptables pour la conception d'un système de contrôle numéricale.

# 3.2.2. Aspects généraux de la décomposition d'une application : la nécessité d'une structuration.

La mise en place d'un système de contrôle d'un environnement donné conduit le concepteur à en faire l'analyse, afin d'en définir toutes les activités /3/.

### Le\_but\_de l'analyse :

Quels que soient les moyens qui sont mis en oeuvre pour la réalisation d'un système de contrôle, l'analyse doit répondre aux spécifications du problème posé, ainsi qu'aux exigences suivantes /4/:

- décrire le problème sans ambiguité, c'est à ce niveau que le cahier des charges doit être défini avec le plus de précisions possibles
- décomposer l'ensemble de l'application en sous-ensembles pour aboutir à des éléments de complexité acceptable, plus facilement compréhensibles et réalisables.
- choisir une décomposition telles que les interactions entre sous-ensembles soient les plus simples possibles.
- faciliter la mise en place d'une architecture matérielle et logicielle permettant de donner à la réalisation finale une grande souplesse dans la portabilité et la transformation et d'en améliorer la fiabilité.
- faciliter l'adaptation du système de contrôle dans l'environnement, afin d'exploiter réellement la puissance des systèmes numériques.

### Les différents types d'analyse :

Il existe deux démarches fondamentales pour analyser un problème : l'une dite ascendante et l'autre, descendante.

L'analyse ascendante correspond à une démarche inductive dans laquelle on part d'une machine élémentaire, **au**tour de laquelle on construit des modules de complexité croissante pour obtenir une machine de plus en plus proche de celle désirée.

L'analyse descendante, ou analyse déductive, correspond à une décomposition hiérarchique niveau par niveau, c'est-à-dire que l'on part d'un objectif que l'on souhaite atteindre, faisant abstraction des moyens à utiliser, pour aboutir, par décompositions successives à des éléments de complexité acceptable, autorisant le choix des moyens à mettre en oeuvre.

Ce deuxième type d'approche nous paraît le plus adapté aux contraintes que nous nous sommes fixées. En effet, la décomposition d'une application en modules élémentaires conduit à une réalisation plus aisée et permet de traiter chacun des modules indépendamment des uns des autres. Il nous conduit de plus à définir les concepts qui permettent de décomposer un environnement en modules élémentaires, ainsi que ceux qui permettent le dialogue entre ces différents modules.

#### Les processus :

A l'analyse d'un système de contrôle, on se trouve en présence d'un ensemble d'activités multiples, simultanées ou non et présentant de nombreuses interactions.

La description d'un système nous conduit à introduire la notion de processus représentant une activité élémentaire.

Le système global est constitué d'un nombre fini de processus. Au sein de ce système, les processus ne sont pas isolés, dans le sens où ils échangent des signaux et des informations.

En règle générale, un processus est entièrement défini quand le concepteur répond aux trois questions suivantes :

- quelle est la tâche du processus ? c'est-à-dire qu'il doit définir l'objet de la création du processus, les informations dont il a besoin pour effectuer cette tâche, ainsi que celles qu'il peut fournir.
- quelle est la coordination entre un processus et les autres ? En effet, les divers processus d'un système n'évoluent généralement pas indépendamment les uns des autres. Les relations qui existent entre eux dépendent de la logique de la tâche globale à accomplir, qui fixe leur déroulement dans le temps. CROCUS /3/ définit l'ensemble de ces relations par le terme de synchronisation.

La synchronisation consiste à construire un mécanisme permettant à un processus actif :

- . d'en bloquer un autre, ou de se bloquer lui-même en attendant un signal d'un autre processus.
- . d'activer un autre processus en lui transmettant, éventuellement, de l'information.
- comment le processus traité communique-t-il des informations avec les autres ?

L'exécution de la tâche globale nécessite la coopération de l'ensemble des processus ou d'une partie de ceux-ci. Les informations nécessaires à l'exécution de la tâche d'un processus donné, peut provenir de deux sources :

- . soit d'un autre processus
- . soit d'une source commune à l'ensemble des processus.

Dans les deux cas, il est nécessaire de définir les régles de communication et de mettre en oeuvre les procédures de synchronisation pour établir un dialogue correct. De plus, il est nécessaire de s'affranchir des problèmes de conflit qui peuvent survenir lorsque plusieurs processus sollicitent une ressource commune au même instant.

L'ensemble de ces procèdures inspirées des principes de décomposition d'une application informatique peut-être généralisée au système de contrôle en temps réel. Cette méthode de décomposition a l'avantage de laisser le concepteur libre des moyens à mettre en oeuvre pour réaliser son application.

D'une manière générale, chacune des tâches élémentaires peut-être effectuée par une machine numérique ou par un module de programme. Il y a trois façons de mettre en oeuvre le système global :

- affecter à chaque processus une machine programmée en liaison avec d'autres, l'ensemble constituant le système complet. C'est le cas d'un système multiprocesseurs
- constituer un ensemble de modules de programmes au sein d'une même machine, qui exécute la tâche globale, tels les systèmes monoprocesseurs, travaillant en multitâches et utilisant des ressources informatiques importantes.
- mixer les deux possibilités, afin de réaliser un système de traitement de l'information décentralisé et réparti.

## 3.2.3. Structure logicielle : élaboration de programmes structurés.

La procédure qui nous a permis de décomposer une application en processus est l'idée directrice conduisant à l'élaboration d'un logiciel adapté au traitement de tâches. Cette méthode générale est désignée sous le terme de programmation structurée /5/.

L'utilisation de ces méthodes de programmation structurée permet d'aboutir aux objectifs suivants :

- obtenir une analyse et une programmation selon une décomposition arborescente, qui conduisent à scinder les programmes en segments de taille lisible.
- rendre possible la lecture des modules de haut niveau par les intéressés non spécialistes.
- faciliter la maintenance et la modification de programmes en ne touchant qu'à une sous-arborescence sans manipuler les autres.
- obtenir une décomposition telle que les interactions entre sous-ensembles soient les plus simples possibles.
- munir chaque partie de programmes d'insertions, d'entrées et de sorties, constituant un module propre.

Les méthodes de décomposition de programmes en modules ne se veulent pas générales, mais nécessaires à la structuration de l'application.

## Les modules et les interfaces :

La décomposition en modules doit conduire à ce que la taille de chaque module soit suffisamment réduite pour permettre une implantation aisée et une mise en oeuvre facile. De plus, les interactions entre modules doivent être simples.

Le principe de décomposition doit s'accompagner d'une spécification complète de la manière dont un module doit se comporter vis à vis des autres. Cette spécification réalise l'interface.

Elle a un double rôle : d'une part permettre la transmission d'informations entre les différents modules (entrées-sorties, signaux ou variables de synchronisation) et d'autre part isoler un module des autres, dans un but d'interchangabilité dans le sens où un module peut être remplacé par un autre en gardant la même interface /3/.

PARNAS /6/ donne une définition plus formelle de la notion de module et d'interface.

- un module est un dispositif pouvant se trouver dans un certain nombre d'états. Chaque état est défini par un ensemble de variables d'état. Ce sont des procédures internes au module qui lui permettent de changer d'état.
- l'interface est définie comme étant l'ensemble des variables d'état et des procédures d'utilisation de ces variables.

Reprenons l'exemple cité précédemment de la conversion analogique digitale. Cette application représente un processus en liaison avec une machine : le convertisseur analogique digital.

L'objet de cette application est de construire une machine capable, sur l'ordre d'un opérateur extérieur, de mémoriser 100 valeurs numériques d'une grandeur analogique, au rythme d'une toutes les 10 ms.

Cette application peut se décomposer en 4 modules (figure 3.4)

- I le module de prise en compte de l'ordre et des consignes de l'opérateur  $({\rm M_1})$
- II le module de gestion du temps  $(M_2)$
- III le module de communication avec le convertisseur analogique digital  $(\mathrm{M}_{\mathrm{q}})$
- IV le module de rangement en mémoire et de comptage du nombre de valeurs converties  $({\rm M_A})$

La procédure interne de M<sub>1</sub> consiste à reconnaître la demande de l'opérateur et de positionner un indicateur lors de cette reconnaissance.

L'interface  $INT_1$  attaché à  $M_1$  est composée de cet indicateur et de la procédure qui consiste à prévenir  $M_2$  par  $INT_2$ .

Le module  $\rm M_2$  est une horloge qui s'initialise lorsque  $\rm INT_1$  fournit l'ordre de démarrage et positionne un indicateur toutes les 10 ms.

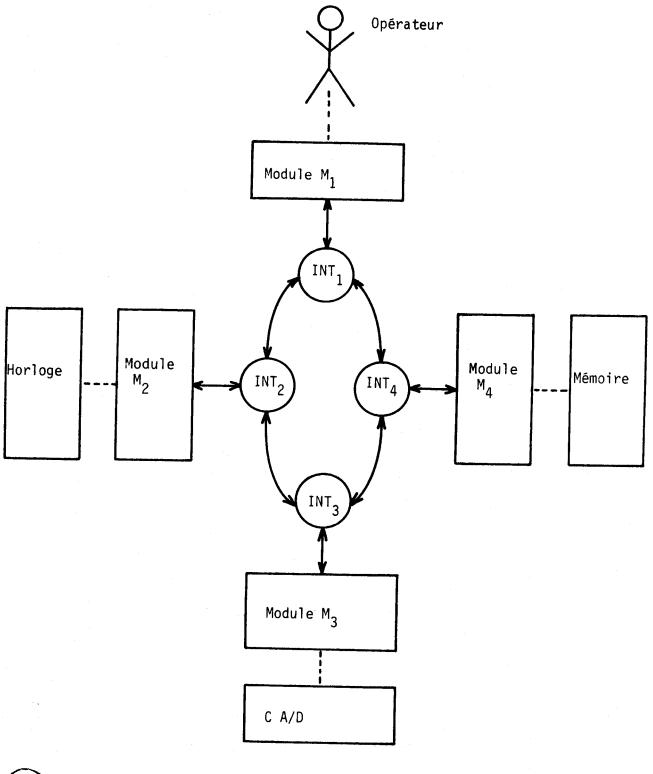
L'interface  ${\rm INT}_2$  est composée de cette dernière information ainsi que de la procédure de dialogue avec  ${\rm INT}_1$  et de celle avec  ${\rm INT}_3$ .

Le module  $M_3$  gère le dialogue avec le convertisseur analogique digital, c'est-à-dire qu'il envoie l'ordre de conversion et attend la fin de conversion, pour lire la donnée convertie.

L'interface  ${\rm INT}_3$  est constituée de la procédure de liaison avec  ${\rm INT}_2$  et avec  ${\rm INT}_4$ , ainsi que de l'indicateur d'une donnée convertie.

Le module  ${\rm M}_4$  gère le rangement des données converties et incrèmente le compteur des valeurs stockées.

L'interface INT<sub>4</sub> contient le nombre de valeurs à lire, la valeur du compteur. Il doit reconnaitre quand 100 acquisitions ont été effectuées et positionner un indicateur, transmis à INT<sub>4</sub> pour l'arrêt.



BUS

FIGURE - 3.4. -

## Outils de description structurés

Cette description des modules et des interfaces d'un processus donné montre combien il est nécessaire de structurer l'analyse d'une application. Bien que cette analyse puisse paraître laborieuse et quelque peu complexe, les avantages que l'on en retire, tant au niveau de la maintenance que de la fiabilité, sont nettement supérieurs à ceux obtenus par l'analyse ascendante.

La description des différents modules d'un processus utilisant le vocabulaire courant, peut amener des lourdeurs dans l'énoncé des spécifications d'un problème. A cet effet, nous adoptons, par la suite, une forme de réprésentation graphique connue sous le nom ''d'arbre programmatique'' pour décrire les tâches et actions de chaque module.

Par souci de clarté, d'efficacité et d'adaptabilité /7/ nous proposons d'élaborer tous les programmes de gestion de tâches, en n'utilisant que les trois structures de contrôle nécessaires à la construction d'un programme, soit :

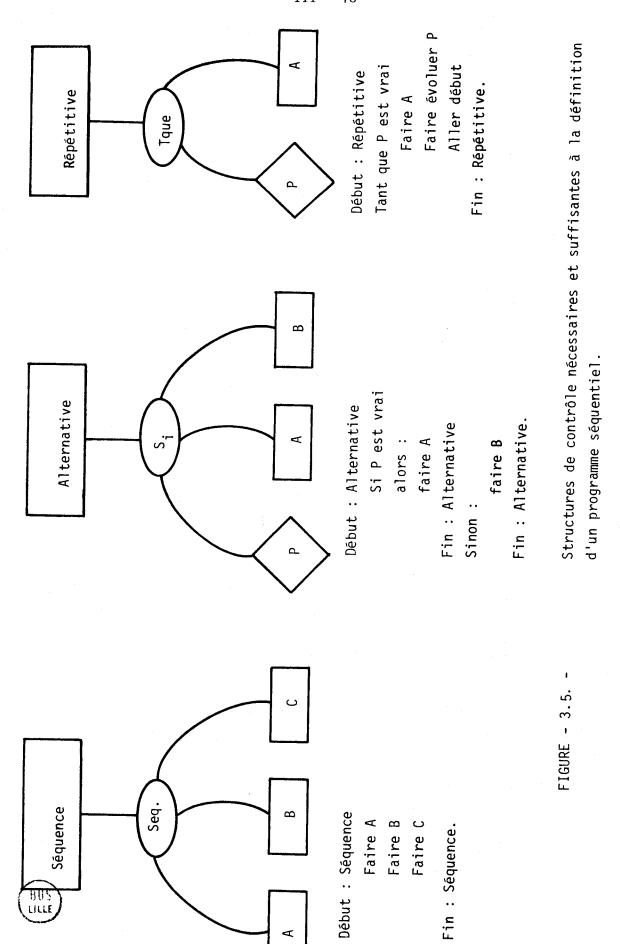
- la structure séquentielle
- la structure alternative
- la structure répétitive.

La structure séquentielle traite une suite d'opérations l'une après l'autre.

La structure alternative nose le problème du choix entre deux éventualités, ce choix étant conditionné par un prédicat (condition de choix).

La structure répétitive, quant à elle, répète une même tâche aussi longtemps qu'un prédicat est vérifié.

La figure 3.5. illustre les formes graphiques adoptées pour ces différentes structures de contrôle.



Les arbres programmatiques se lisent de la gauche vers la droite et respectent les règles suivantes :

- on doit connaître l'identification du module à traiter
- on doit connaître la structure de contrôle utilisée
- les prédicats utilisés doivent être définis, ainsi que leurs règles d'évolution.

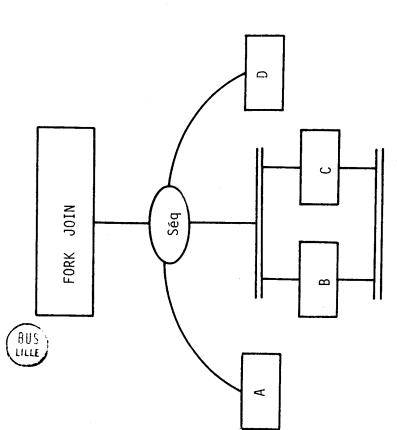
Ce type de représentation convient parfaitement au déroulement de tâches séquentielles uniques, c'est-à-dire dans le cas où un seul processus est activé, parmi l'ensemble de ceux constituant la machine globale. Dans le cas où plusieurs processus exécutent des tâches simultanées, comme dans celui où un processus est activé de manière interruptive, il est nécessaire d'adjoindre aux formes de représentation citées, ci-dessus, d'autres règles permettant d'inclure l'exécution de tâches concurrentes ou de tâches d'interruption, caractéristiques du traitement en temps réel /9/.

Le traitement de plusieurs tâches simultanées peut être représenté par la procédure "Fork-Join". La figure 3.6. illustre la représentation graphique de cette structure.

L'exécution d'une telle procédure est réalisée soit en temps partagé dans le cas de système monoprocesseur, supporté par des logiciels de traitement temps réel (Real Time exécutive System), soit par un système multiprocesseurs.

L'introduction d'une procédure d'interruption peut se faire par la définition d'une structure "quand" associée à un prédicat ou plus précisément à un ordre d'éxécution de cette tâche - figure 3.7.

La tâche d'interruption s'exécute sur une demande émanant de l'environnement. Cette exécution est prioritaire sur la tâche en cours de traitement. A l'acquittement de la tâche d'interruption, le programme interrompu reprend là où il avait été laissé.



Début : FORK JOIN

Faire A

Faire B et C simultanément

Faire D

Fin : FORK JOIN

FIGURE - 3.6. -

Structure de contôle incluant l'exécution de processus simultanés.

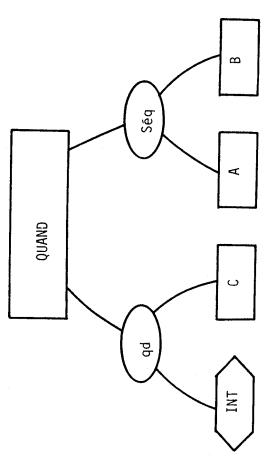


FIGURE - 3.7. -

Structure de contrôle incluant une tâche d'interruption.

Début : QUAND

Faire A

Faire B

Quand INT est vrai

interrompre : Quand

Faire C

Retourner à l'endroit de l'interrup-

tion

Fin : Quand.

La programmation structurée permet de mettre au point un logiciel adapté aux principes de décomposition que nous avons adoptés.

L'architecture matérielle tient un rôle important dans la conception d'un système de contrôle ou de traitement de données en temps réel.

A cet effet, une organisation structurée est également nécessaire dans la réalisation d'une application.

## 3.2.4. Structures matérielles

## La nécessité d'une structuration

Le dévelopmement des réseaux d'ordinateurs, les progrès en microélectronique et l'apparition des microprocesseurs permettent de décentraliser l'outil de contrôle et de répartir à la fois les données, le traitement et le contrôle pour des raisons telles que :

- l'obligation physique à cause d'ambiance spéciale ou pour des contraintes spatiales ou temporelles
- la sécurité, la fiabilité, la maintenance
- les temps de réponse critiques à respecter
- les raisons socionsychologiques.

C'est dans l'optique de répartition des tâches et de décentralisation du contrôle que nous adoptons une architecture du matériel réparti.

## Les différents types d'architecture

A cet effet, nous allons décrire trois types d'architecture adoptables pour la réalisation de notre application.

La première configuration est dite architecture "en étoile" figure 3.8. Dans un tel schéma, chaque tâche est affectée à une unité physique de traitement, possédant ses ressources propres en mémoire et en entrées-sorties. Chacun de ses processeurs est relié à une machine centrale, plus importante, qui fait l'acquisition des résultats du traitement de chacun des processeurs élémentaires, ainsi que le stockage dans une mémoire de masse (disques, disquettes, bandes magnétiques), pour constituer une base de données, ou pour en faire un traitement plus élaboré.

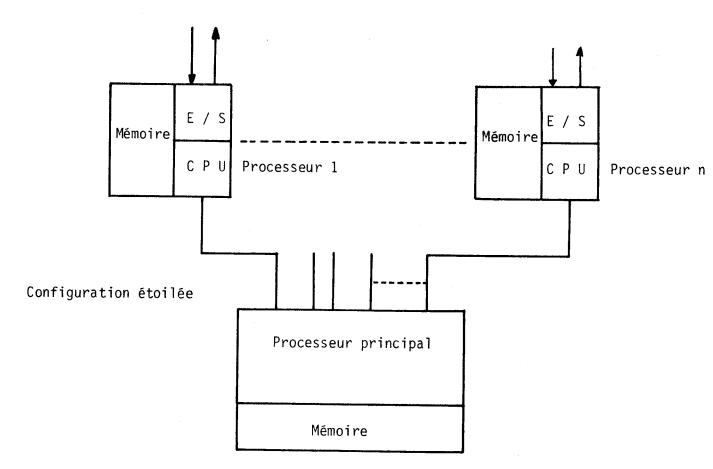


FIGURE - 3.8. -



Le second type de configuration se différencie du premier dans le sens où l'ensemble des processus élémentaires utilise une mémoire commune figure 3.9. Une telle configuration est nécessaire quand les processeurs emploient pour leur traitement les données et résultats des autres processeurs. Il faut donc mettre en commun une zone de stockage de données, où tous ont accès, suivant un protocole précis, permettant de s'affranchir des conflits de communication avec la mémoire. Ce problème d'accès se simplifie quand ils recourent à la mémoire les uns après les autres.

La troisième configuration, appelée architecture "pine-line" consiste à connecter les processeurs les uns à la suite des autres - figure 3.10. - Ce type de configuration est employée lorsque les tâches s'imbriquent les unes dans les autres, c'est-à-dire que le processus N attaché au processeur N, a besoin du résultat issu du traitement du processus N - 1.

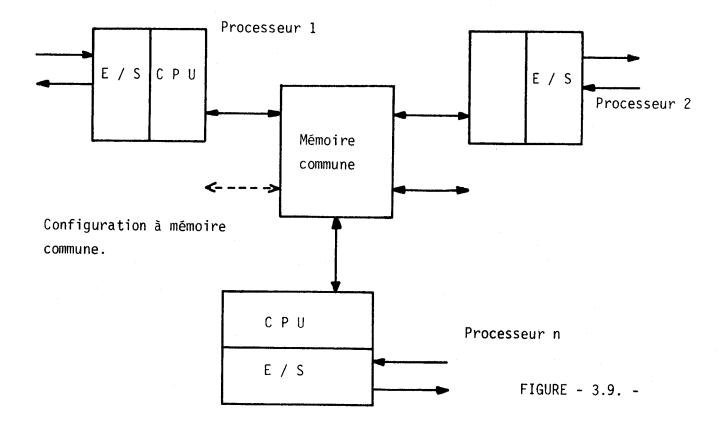
A l'image des deux premières configurations, celle-ci autorise chacun des processus en action à avoir des ressources propres (mémoire - entréessorties) ou à avoir accès à une ressource commune.

Dans l'ontique de la conception d'un système de traitement et de contrôle en temps réel, il est important de satisfaire la contrainte de temps. L'analyse structurée nous permet de satisfaire aux contraintes liées à l'application (définition et répartition des tâches). Il est également important de résoudre le problème lié au transport des informations entre ces différentes tâches.

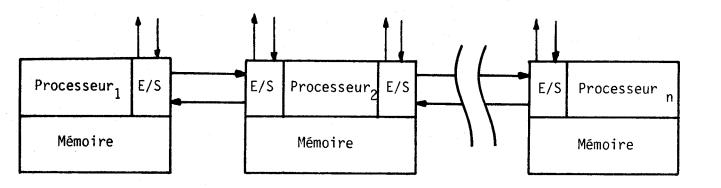
## Le problème de transport de l'information

Le transport des informations peut-être réalisé de diverses façons, selon les distances mises en jeu.

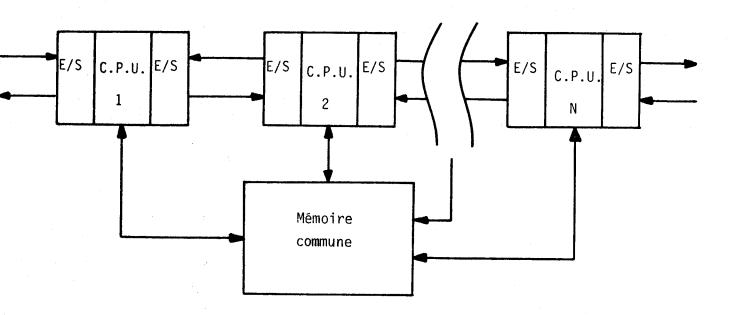
Ainsi, les processeurs en action peuvent être connectés 2 à 2 par liaison téléphonique spécialisée. D'autres seront connectés en parallèle. On peut envisager également des réseaux de transport maillés ou en anneaux. Les supports employés sont des lignes téléphoniques, des fibres optiques, des lignes coaxiales, des bus /9/.







Structure pipe-line à ressource propre.



Structure pipe-line utilisant une ressource commune.

FIGURE -3.10.-

Il est important, lors du choix d'une structure matérielle répartie, de connaître les différents points suivants :

- le fait de connecter deux machines introduit une charge supplémentaire à chacune d'elles : la gestion de la liaison.
- il est important de respecter le plus possible les protocoles de dialogue standardisé : IEEE 488 pour les transmissions en parallèle, R S 232 C pour les transmissions en série, H D L C/S D L C pour les transmissions par paquets.
- Il est nécessaire que la procédure de transmission ne crée pas de délai important, de telle sorte que les contraintes du traitement en temps réel puissent être satisfaites.

Les différents développements que nous avons énoncés au cours de cette première partie, tant dans la structuration de la décomposition d'une application que dans les principes du développement logiciel et matériel, nous permettent de montrer, dans la seconde partie, comment de telles méthodes d'analyse peuvent être appliquées aux différentes applications médico-hospitalières que nous avons été amenés à réaliser.

# 3 - 3 APPLICATION D'UNE STRUCTURE DE TRAITEMENT TEMPS REEL AU MILIEU HOSPITALIER

## 3.3.1. Le traitement hiérarchique et réparti des informations médicales.

Dans le chapitre 2, nous avons proposé une classification des informations médicales, en prenant comme critères d'une part leur rythme d'occurrence, d'autre part la quantité de renseignements qu'elles peuvent apporter dans une période donnée. Ce principe de hiérarchisation des données médicales nous conduit à élaborer une structure de traitement à l'image de cette classification.

Pour prendre en compte la totalité des informations émises par un malade, nous avons vu qu'il était nécessaire, suivant le type de l'information, de la saisir à une fréquence plus ou moins grande. Dans cette optique, il est possible de hiérarchiser la collecte et le traitement de n'importe quel type de données, en attachant à une classe d'informations aux caractères identiques (période d'occurrence, quantité de renseignements), un système de traitement propre à cette classe.

De plus, les informations émises ne sont pas issues du même endroit. C'est le cas, par exemple, de la mesure de l'impédance thoracique, effectuée au niveau du patient, et de la mesure du taux de glycémie, effectuée dans le laboratoire d'analyses du service.

Dans une telle configuration, deux attitudes totalement différentes peuvent être adoptées. En effet, le premier choix consiste à collecter les informations là où elles sont émises et à les transporter vers une machine de traitement qui en gère l'acquisition et la gestion. C'est le cas de beaucoup de systèmes de traitement d'informations centralisés, nécessitant la mise en oeuvre de moyens importants, capables de supporter le traitement d'une partie ou de l'ensemble des informations émises. Ce type de système, d'un haut niveau de complexité, requiert une maintenance permanente et s'avère peu fiable au cours des expériences.

Le second choix, celui que nous adopterons par la suite, consiste à doter le lieu de saisie de l'information, d'une unité d'acquisition et de prétraitement, afin de rendre compte sur le site d'une partie des résultats, de transmettre éventuellement à un organe central des informations prétraitées et enrichies. Ce choix nous est permis, car l'évolution en matière de microélectronique et en particulier de microprocesseurs, permet de décentraliser de manière sensible les organes de traitement et conduit à une mise en oeuvre plus aisée d'un système global de gestion de l'information, ceci pour deux raisons :

- les besoins en matériel sont relativement peu importants et de faible coût,

- le support logiciel est, de loin, moins important que dans le premier choix /10/.

Au regard de ces différentes considérations, nous pouvons énoncer les divers points du cahier des charges proposé par le responsable du service dans lequel nous avons travaillé.

## 3.3.2. <u>Enoncé des problèmes posés par le Centre de Pathologie</u> <u>Néonatale d'Arras</u>.

## - Introduction et descriptif

Le Service de Pathologie Néonatale d'Arras admet les enfants qui sont nés prématurément, c'est-à-dire ayant un âge gestationnel inférieur à 36 semaines, ou qui souffrent d'une pathologie post-natale, se caractérisant par une déficience fonctionnelle (respiratoire, cardiaque, neurologique).

L'admission d'un enfant dans ce Service déclenche un ensemble d'onérations effectuées dès son arrivée ou pendant son séjour. De manière générale, ces onérations neuvent être classées en troisgroupes :

- la constitution du dossier médical. Ce dossier regroupant toutes les informations d'un patient admis dans le service est constitué au cours de son séjour et est consulté pour d'éventuelles actions ou lors de consultations qui suivent la sortie de l'enfant.
- les actions effectuées sur le patient même au cours de son séjour, c'est-à-dire la mise en place dans un incubateur, les différentes mesures qui sont faites de manière régulière ou permanente (mesures biomètriques, examens de laboratoire, examens électrophysiologiques ou radiographiques), conduisant à diriger les actions de soins à apporter à l'enfant et à vérifier l'évolution de son état de santé.

- la surveillance. Outre le personnel soignant, la surveillance est réalisée par le biais de la mesure d'E C G et d'impédance thoracique. Cette prise d'informations est faite par un dispositif appelé moniteur. Au-delà de sa fonction de mesure des différents signaux, le moniteur signale certaines anomalies dans le rythme des signaux captés et prévient le personnel soignant des incidents. La détection des anomalies est faite par un système de borniers réglables, suivant le seuil d'alarme désiré par le médecin.

## - Enoncé informel et généralités sur le cahier des charges

L'efficacité de l'intervention du médecin auprès du malade est liée à deux problèmes majeurs :

- la valorisation des informations captées sur le patient dans une ontique de surveillance ou d'intervention.
- la gestion et la constitution du dossier médical dont dépendent l'organisation du service et les actions à entreprendre.

A ces deux problèmes correspondent deux cahiers des charges qui nous ont été proposés par le responsable du service.

Avant de décrire chacun de ces cahiers, nous allons énoncer les remarques générales, communes aux deux cahiers des charges.

La volonté du responsable du service peut se traduire de la manière suivante :

une chaîne d'acquisition et de traitement de l'information au sein d'un service hospitalier doit :

- être utilisable en temps réel et de manière conversationnelle par l'ensemble du personnel attaché au service.
- être accessible à tous les postes du service (laboratoire d'analyse, salle de radios, salle d'élevage, salle de consultation, secrétariat).
- fournir des informations propres à chacun de ces postes et à tous les niveaux.

- apporter une amélioration des interventions dans leur rapidité et leur efficacité.
- constituer un état complet de chaque patient (suivi de malade, état de sortie).
- constituer une banque d'informations pour l'ensemble des enfants admis dans le service.
- évoluer, c'est-à-dire permettre la constitution de nouveaux modules, tels que : programmes d'aide à la décision, diagnostique ou thérapeutique, programmes d'étude épidémiologique....

Cet énoncé informel des différentes contraintes à respecter lors de la réalisation des cahiers des charges, nous guide dans les choix à faire tant dans la répartition des tâches que dans l'organisation d'un système global.

## - la surveillance automatique de la fonction respiratoire

La surveillance permanente des enfants est faite par des moniteurs installés au pied de chaque incubateur, qui donnent l'alarme en cas d'incident. A ce niveau, l'exploitation des mesures d'E C G et d'impédance thoracique est très rudimentaire, car d'une part, elle ne donne qu'une information instantanée sur l'état du patient et d'autre part, ce système ne mémorise pas les différentes informations, sauf de manière analogique (enregistrement papier ou magnétique).

Pour valoriser cette fonction de surveillance, un certain nombre de questions se pose :

- \* comment apporter au médecin lors de son intervention des informations de valeur, sur :
  - l'état ventilatoire de l'enfant (nombre d'apnées, rythme moyen, fréquence des changements de rythmes)
  - l'activité de l'enfant (détection des périodes de sommeil et d'agitation)

- \* comment représenter ces informations, de manière à ce qu'elles soient exploitables rapidement ?
- \* sur quelle période faut-il mémoriser les informations et de quelle manière, afin de pouvoir en disposer rapidement ?
- \* comment implanter un instrument de faible encombrement et de faible coût au pied de chaque incubateur, accessible au personnel de service ?

Ces questions constituent les points essentiels du premier cahier des charges qui nous a été soumis. Sa réalisation nous a conduit à concevoir un dispositif basé sur l'analyse du signal d'impédance thoracique, permettant de déterminer l'ensemble des états que nous avons cités, de les représenter et de définir une structure de mémorisation. Cette réalisation fait l'objet du chapitre 4.

## - l'acquisition et la gestion automatiques des informations médicales

Pour le médecin responsable d'un service hospitalier, la collecte et la transmission des informations acquises sur un malade sont un problème important. Dans ce sens, il cherche à établir un système capable d'automatiser l'organisation de l'activité médicohospitalière, c'est-à-dire de mettre en place un système capable de faciliter l'acquisition et la circulation de l'information dans son service, conduisant ainsi à augmenter et à améliorer la qualité et l'efficacité des soins à apporter au malade.

Dans ses propositions, le médecin considère qu'un système de gestion des informations médicales, centré sur le malade, doit prendre en compte les activités qui sont liées aux actes médicaux effectués sur le malade, c'est-à-dire :

- la gestion du dossier médical
- la gestion des rendez-vous et consultations dans le service
- le contrôle et la transmission des examens effectués aux différents postes du service
- la mise en oeuvre des moyens de calcul nécessaires dans certaines explorations fonctionnelles ou à visée épidémiologique
- l'aide à la décision diagnostique et thérapeutique.

La gestion du dossier médical est un des sujets cui suscite le plus d'intérêt dans le Service de Pathologie Néonatale d'Arras, car il représente l'histoire médicale d'un individu. De plus, l'ensemble des dossiers médicaux constitue une source d'informations médicales précieuse pour les responsables du service.

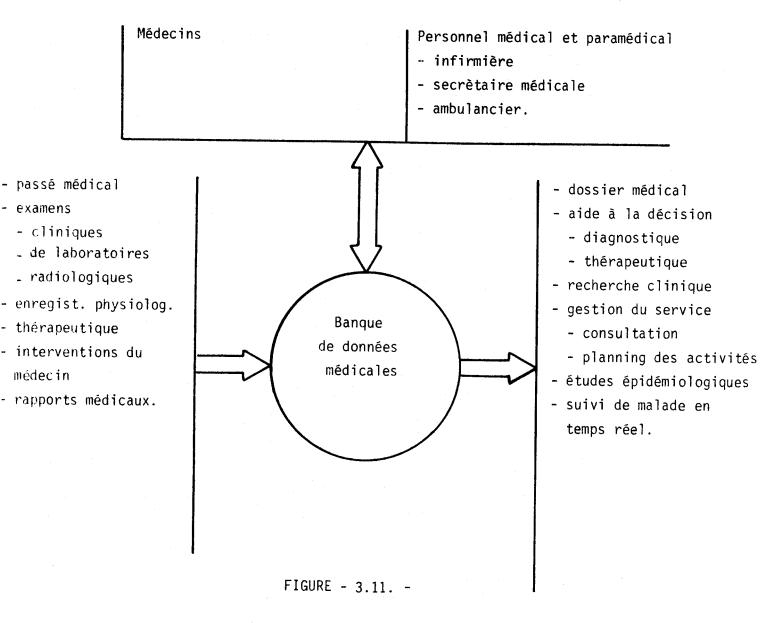
Les objectifs que veulent atteindre les médecins en automatisant l'acquisition de ce dossier, sont les suivants :

- rassembler les éléments constitutifs du dossier, afin de reconstituer l'histoire médicale des individus et de tenir des archives complètes et homogènes, dans le but de mieux suivre le malade.
- constituer un matériel de base et une source de données cohérentes conduisant à
  - \* des études de morbidité et de mortalité
  - \* des études thérapeutiques indispensables à la mise au point de nouveaux traitements
  - \* la collecte des données nécessaires à l'établissement des algorithmes d'aide au diagnostic.

Ces différentes suggestions et problèmes nosés par les resnonsables du service hospitalier dans lequel nous avons travaillé, définissent parfaitement le cadre des actions à entreprendre. Ces différentes propositions représentent une première ébauche et les objectifs fixés par un cahier des charges général. Le dernier point de ce chapitre nous conduit à proposer le schéma général d'une structure de collecte et de traitement de données en temps réel dans un service hospitalier.

## 3.3.3. <u>Schéma général d'une structure de traitement de données en</u> milieu hospitalier.

D'une manière générale, le figure 3.11 représente les relations existantes entre la banque de données médicales, basée sur les informations fournies par le patient, les utilisateurs de cette base d'information, et les utilisations que l'on peut en faire /11/.



Dans le cadre du Service de Pathologie Néonatale d'Arras, l'implantation d'une structure d'acquisition, de stockage et de traitement des informations médicales nous conduit à définir :

- les endroits où sont collectées les informations
- les endroits où sont stockées et traitées les informations
- les endroits où sont visualisées les informations et sous quelle forme.

La figure 3.12, illustre la répartition des postes de saisie et de visualisation des informations collectées sur le patient admis dans le Service.

## La saisie de l'information

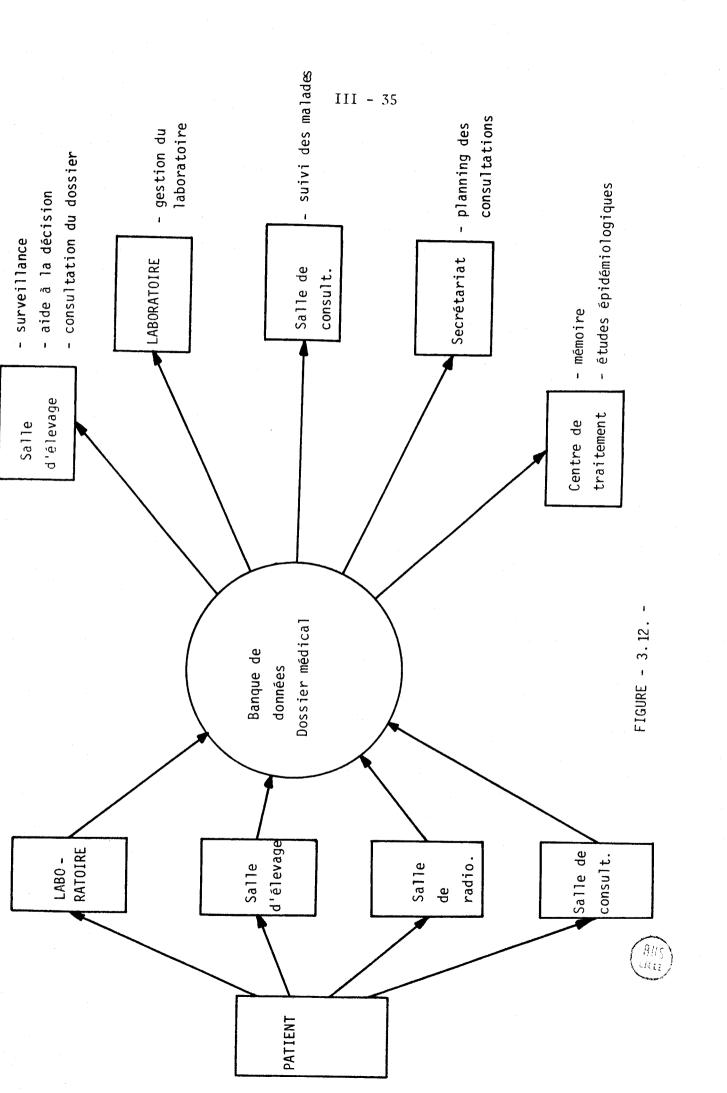
Les postes d'acquisition de données se décomposent en quatre groupes principaux :

- la salle d'élevage

C'est dans cette salle, située au 1er étage du bâtiment, que sont admis les enfants à leur arrivée, et où sont placés les incubateurs. C'est le poste principal de saisie. En effet, on y recueille les information concernant :

- \* l'histoire médicale du patient, contenue dans la fiche de liaison obstétrico-pédiatrique accompagnant l'enfant
- \* l'examen clinique d'admission
- \* les rapports des différentes interventions du personnel soignant
- \* les examens biométriques journaliers
- \* la surveillance des enfants par le biais des moniteurs.

Il apparaît donc évident que c'est ce poste qui sera doté d'importants moyens de saisie de données.



### - la salle de radiographie

Attenante à la salle d'élevage, elle bénéficiera des moyens de saisie de celle-ci. C'est à cet endroit que sont recueillies les informations concernant les examens radiologiques.

### - le laboratoire d'analyses biologiques

Situé au rez-de-chaussée du bâtiment, c'est un service important à l'intérieur du centre où affluent les demandes d'examens de la salle d'élevage. Le laboratoire est doté d'un matériel d'analyse important et largement automatisé. Les données qu'il fournit (de l'ordre de 50 à 100), alimentent le dossier. Certaines de ces données doivent être fournies rapidement au médecin, lors de ses interventions. C'est donc un poste à doter d'un moyen de saisie rapide.

#### - les salles de consultation

Les consultations sont postérieures à la sortie d'un malade. Elles sont espacées dans le temps. Les informations qui sont recueillies lors d'une consultation permettent de compléter le dossier médical, dans l'optique d'un suivi plus précis et dans le but d'avoir un historique complet si une nouvelle hospitalisation s'impose.

Ce poste, en liaison avec la base de données du service, doit pouvoir avoir accès aux informations du patient consultant, le planning de réservation des consultations étant établi par le secrétariat du service.

Au niveau de chaque poste, suivant l'information à recueillir, la chaîne de saisie sera plus ou moins longue. A cet effet, certains terminaux de saisie seront en ligne directe avec la base de données, et d'autres devront pré-traiter sur le site l'information qu'ils recueillent, afin de n'alimenter la banque qu'avec des informations valorisées.

La visualisation des informations contenues dans la banque de données

La répartition des nostes de visualisation de données correspond à celle de la saisie.

En effet, au niveau de la salle d'élevage, le personnel soignant doit pouvoir consulter le dossier d'un enfant à tout moment, et dans l'objectif d'un programme d'aide à la décision, pouvoir traiter un certain nombre d'informations. C'est un poste qui doit être en liaison permanente avec la banque de données. C'est également ce poste qui doit être doté de moyens de visualisation des informations pré-traitées, en particulier des résultats d'analyse des signaux électro-physiologiques utilisés pour la surveillance.

Le laboratoire d'analyses utilise la banque d'informations pour sa propre gestion ou pour établir un planning prévisionnel de ses occupations. Il peut, à cet effet,être doté de moyens de gestion propres, en liaison avec la banque de données.

Les salles de consultations et le secrétariat du service sont des postes couplés, dans le sens où le secrétariat prévoit le planning des consultations. Ce poste doit être également en liaison permanente avec la banque de données, afin de gérer le mouvement des malades dans le service.

C'est à partir de ce planning que le médecin de consultation prendra en charge les informations des malades qui viennent le consulter. Son poste sera également doté de moyens de dialogue avec la base de données.

Le dernier poste constitue le centre de traitement qui regroupe les moyens de calcul, de stockage et de contrôle de la base de données. Ce poste sera doté des moyens nécessaires à la circulation, dans les meilleures conditions, de l'information.

C'est au niveau de ce poste que s'effectueront en temps différé les études sur la base des informations stockées et la mise au point de nouveaux programmes demandés par le service.

Ce paragraphe a pour but de décrire les moyens fonctionnels à mettre en oeuvre dans le Service de Pathologie Néonatale d'Arras, afin de permettre une circulation rapide de toutes les informations reçues du malade. L'objectif est de préciser l'organisation géographique du service, ainsi que les postes fournisseurs d'informations, et les postes demandeurs de renseignements issus de la banque de données.

### 3 - 4 CONCLUSIONS

Nous nous sommes efforcés de dégager, dans ce chapitre, une méthode générale d'analyse d'un problème posé, en particulier celui attaché à la gestion des informations médicales émises dans un service hospitalier.

Nous avons tenté de mettre en évidence la nécessité de structurer la décomposition d'une application, afin d'une part de mieux appréhender le fonctionnement global du système à mettre en place et d'autre part de mieux répartir les postes de saisie de traitement et de visualisation des informations.

Cette méthode appliquée à la réalisation des deux cahiers des charges proposés par le Centre de Pathologie Néonatale d'Arras nous permet de soumettre des solutions pour la constitution d'une base de données médicales au sein d'un service.

Ces solutions font l'objet des deux derniers chapitres.

## - B I B L I O G R A P H I E -

- /1/ Situation de l'automatique industrielle

  Jacques RICHALET Automatique et Informatique industrielle
  N° 58 1977 pp. 25-32.
- /2/ Miniordinateur dans la gestion industrielle et le contrôle de processus. Jacques TEMPIER - DUNOD 1973.
- /3/ Système d'exploitation des ordinateurs.

  CROCUS DUNOD 1973.
- /4/ Un langage de description et de programmation de système de conduite de procédés industriels.

  Joël PLEYBER Thèse de 3ème Cycle 1978 Grenoble.
- /5/ La programmation structurée en informatique.

  Yves LABOURIER, A ROCHFELD, C. FRANK

  Les Editions d'organisation 1975.
- /6/ A Technique for Software module Specification with examples.  $PARNAS \ D.L. C \ A \ C \ M \ 15 5 1972.$
- /7/ Programmation structurée : comparaison de trois méthodes.
  Jacques TANGUY 01 INFORMATIQUE N° 131 juillet 1979.
- /8/ Programmation structurée : Des résultats chiffrés.

  CHABANE F. 01 INFORMATIQUE N° 126 pp. 90-92 janvier 1979.
- /9/ Structured programming and software engineering of hard real-time mini computer systems. Robert TAUSWORTHE.

## /10/ Data acquisition and processing in medicine.

J. WERNER, R. GRAENER Methods of information in medicine -  $N^{\circ}$  2 - pp. 69-74 - 1980.

## /11/ Information system for patient care.

Thelma Estrin et al - I.E.E.E. Computer - pp. 4-7 - 1979.

## CHAPITRE IV

UN NOUVEAU TYPE D'INSTRUMENTATION MEDICALE : APPLICATION A LA SURVEILLANCE AUTOMATIQUE DE LA FONCTION RESPIRATOIRE DU NOUVEAU-NE.

## 4 - 1 INTRODUCTION

## 4 - 2 ANALYSE ET EXPLOITATION DU SIGNAL D'IMPEDANCE THORACIQUE

## 4.2.1. Le signal d'impédance thoracique

- . Généralités
- . Acquisition du signal
- . Représentation du signal d'impédance thoracique
- . Le signal d'impédance thoracique et la vigilance chez l'enfant.

## 4.2.2. Paramétrisation des structures du signal et représentation des paramètres

- . Introduction
- . La segmentation récursive
- . Extraction des paramètres caractéristiques
- . Représentation des paramètres du cycle respiratoire
- . Résultats.

#### 4.2.3. Classification des cycles respiratoires

- . Introduction
- . Définition des classes
- . Principe de représentation des classes
- . Résultats.

- 4.2.4. La détection des périodes d'activité et de sommeil chez le nouveau-né
  - . Introduction
  - . Principe de la méthode
  - . Application à la détection des changements de comportement.
- 4 3 LE µOB : UNE INSTRUMENTATION INTEGREE ORIENTEE VERS LA SURVEILLANCE "INTELLIGENTE" DU NOUVEAU-NE
  - 4.3.1. La structure générale de l'instrument de surveillance
    - . Introduction
    - . Le traitement en chaîne
    - . La chaîne de traitement du signal respiratoire.
  - 4.3.2. Architecture matérielle et structure logicielle de l'instrument de surveillance
    - . Introduction
    - . Le processeur frontal : le capteur intelligent
    - . Le processeur Aval : le générateur d'image
  - 4.3.3. Insertion de l'instrument de surveillance dans le réseau de traitement des informations médico-hospitalières
    - . Généralités
    - . Organisation du réseau de surveillance.
- 4 4 CONCLUSIONS

## 4 - 1 INTRODUCTION

La nécessité d'une surveillance intensive chez les nouveaux-nés prématurés nous a amenés à étudier un système de monitoring permettant d'assister le travail des personnes chargées de cette surveillance et d'apporter au médecin des informations sur le comportement respiratoire du bébé, en temps réel.

L'ensemble de ce système est basé sur la captation et le traitement du signal d'impédance thoracique, représentatif du phénomène ventilatoire dû à la respiration.

Cette technique d'investigation, d'une grande facilité d'emploi, car elle ne nécessite que l'apposition d'électrodes cutanées, est très usitée dans le domaine de la surveillance médicale (détection d'apriée, surveillance du rythme cardiaque, etc...).

Les méthodes employées pour l'analyse du signal d'impédance thoracique font l'objet d'une première partie. Les résultats issus de l'application de ces algorithmes de traitement du signal nous ont permis de mettre au point un instrument de surveillance structurée autour de microprocesseurs. Ceci fait l'objet de la deuxième partie. Enfin, nous envisageons les perspectives d'une connexion de ce système à la base de données du service, qui a été créée pour la collecte, l'utilisation et la valorisation des informations médicales issues des patients.

Les développements effectués au cours de ce chapitre sont conformes aux propositions établies par le cahier des charges décrit dans le chapitre 3.

## 4 - 2 ANALYSE ET EXPLOITATION DU SIGNAL D'IMPEDANCE THORACIQUE

## 4.2.1. Le signal d'impédance thoracique

### Généralités

Les méthodes d'investigation de la fonction respiratoire du nouveau-né, sont nombreuses /1/. Parmi elles, les méthodes basées sur l'étude directe de la mécanique ventilatoire ou celles basées sur l'étude des échanges gazeux présentent des difficultés de mise en oeuvre qui sont sources de limitation dans l'utilisation. Par contre la mesure d'impédance thoracique, même si elle ne donne pas une image parfaite de la fonction respiratoire constitue un bon outil de surveil-lance de la mécanique ventilatoire.

#### Cette méthode a le mérite :

- d'être non invasive
- de ne pas encombrer les voies respiratoires du patient
- d'utiliser les dispositifs de captation d'une grande facilité d'emploi.

La captation du signal d'impédance thoracique est une méthode indirecte de mesure du volume respiratoire. Elle utilise la relation quasi linéaire qui existe entre le volume respiratoire et les variations de l'impédance transthoracique.

La valeur de l'impédance thoracique dépend du contenu de la cavité thoracique (sang, air). C'est une grandeur complexe, composée d'une partie résistive et d'une partie capacitive dont les valeurs dépendent de la fréquence des courants appliqués de part et d'autre du thorax /2/

### Acquisition du signal

Plusieurs principes sont applicables à l'acquisition du signal d'impédance thoracique /3, 4/. Nous nous attachons à décrire celui que nous avons mis en oeuvre au cours de notre étude. Le dispositif utilisé est un système bipolaire à courant constant, comme l'illustre la figure 4.1. Le matériel employé pour la captation du signal est le V S M 100 BECKMAN, conçu pour la surveillance des nouveaux-nés prématurés.

Un courant de 100  $\mu$ A, généré à la fréquence de 56 kHz est appliqué, au travers de deux électrodes, à la cavité thoracique du patient. Ces électrodes du type Argent, chlorure d'Argent, d'un diamètre de 11 à 16 mm suivant le poids de l'enfant /5/, sont enduites d'une pâte conductrice améliorant le contact avec la peau. Le signal recueilli à la sortie du moniteur est proportionnel à la variation d'impédance due à la respiration.

Deux dispositifs électroniques supplémentaires permettent d'évaluer les rythmes respiratoires et d'avertir le personnel de surveillance en cas d'apnée prolongée ou de décollement des électrodes.

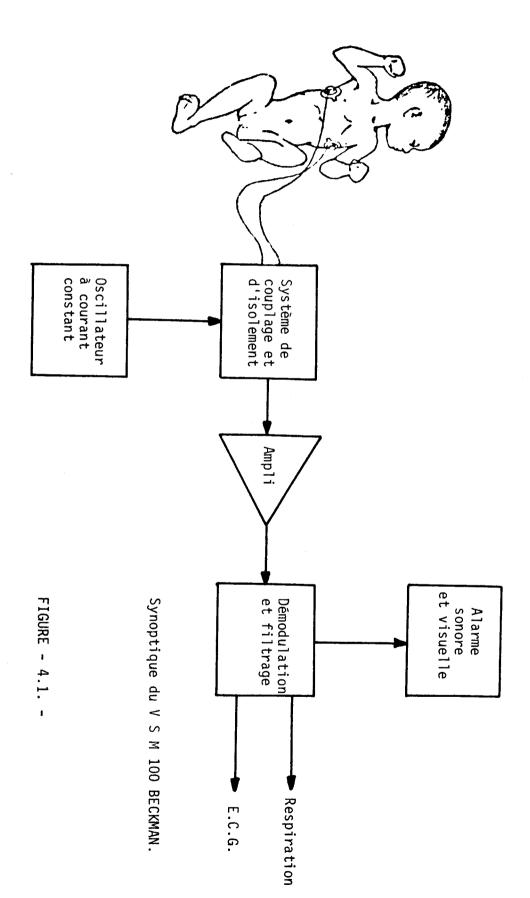
#### REMARQUE:

Dans le cadre d'une surveillance à long terme le problème du vieillissement des électrodes et de la détérioration du contact électrodepeau peut poser certains problèmes.

Néanmoins, ce problème est moins critique chez le nouveau-né que chez l'adulte pour qui le phénomène de sudation est beaucoup plus important et nécessite un changement ou une application plus fréquente des électrodes.

## Représentation du signal d'impédance thoracique

L'impédance thoracique est un signal de forme pseudo-périodique, constitué d'une suite de phénomènes inspiratoires et expiratoires. La période inspiratoire est une période active (effort musculaire), à dérivée positive. La période expiratoire, quant à elle, est une période passive, à dérivée négative.



BUS

La forme de ce signal dépend de la position des électrodes sur le thorax, de l'activité et de l'état ventilatoire de l'enfant.

La figure 4.2. illustre plusieurs formes fondamentales de ce signal.

Les électrodes sont placées au niveau du 6ème espace intercostal, car cette position est considérée comme optimale du point de vue de l'amplitude respiratoire /6/.

D'une part on remarque que pendant une période de calme ou de sommeil, la forme est parfaitement régulière, contrairement à la période agitée (éveil, faim, douleur), où le signal est anarchique. D'autre par l'onde présente de nombreux accidents, caractéristiques de certaines déficiences respiratoires (apnée, détresse respiratoire), ou du décollement des électrodes (phénomène de saturation).

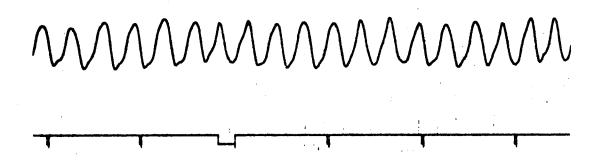
## Le signal d'impédance thoracique et la vigilance chez l'enfant

Des études comparatives entre le signal d'impédance thoracique et d'autres signaux tels que :

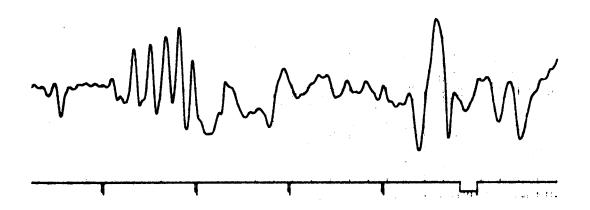
- le signal d'activité motrice
- l'électro-oculogramme
- l'électroencéphalogramme
- l'électrocardiogramme

ont été effectués, afin de montrer que certaines des informations contenues dans ces différents signaux peuvent être extraites du signal respiratoire, plus particulièrement dans l'appréciation de la vigilance chez l'enfant /7, 8, 9/.

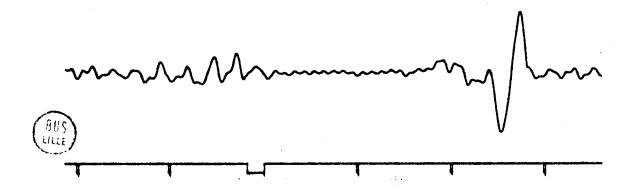
L'état de veille, cliniquement difficile à évaluer, peut-être considéré, pour un enfant ayant les yeux ouverts, comme une agitation globale avec pleurs vigoureux ou pour un enfant ayant les yeux fermés, comme une suite de pleurs et de vagissements continus, séparés par des épisodes calmes de moins de une minute. Durant cet état, la respiration est franchement irrégulière, anarchique et de grand amplitude. Souvent les artéfacts dûs aux mouvements peuvent en géner l'appréciation.



Période calme



Période d'agitation



## Apnée

- FIGURE 4.2. -

Les études polygraphiques, menées sur le sommeil du nouveau-né ont permis de dégager deux types de sommeils caractéristiques : le sommeil calme (non REM), le sommeil agité (REM : rapid eye movment).

A ces deux états de sommeil correspondent des caractéristiques respiratoires différentes. Le sommeil REM est caractérisé par une respiration irrégulière et rapide, variant en fréquence et en amplitude : il s'agit d'un état de veille chez l'enfant. Le sommeil non REM ou sommeil profond est, quant à lui, caractérisé par une respiration régulière en amplitude et en fréquence sans activité motrice et sans mouvement oculaire.

La description des caractères de l'information fournie par le signal d'impédance thoracique, nous conduit à définir les algorithmes nécessaires à la réalisation du cahier des charges proposé. Les buts sont, d'une part d'améliorer la fonction de surveillance dans le service, tout en la rendant moins astreignante et d'autre part, de valoriser une information pauvre, si elle est utilisée dans sa forme initiale.

# 4.2.2. Paramétrisation des structures du signal et représentation des paramètres.

#### Introduction

L'analyse fréquentielle du signal d'impédance thoracique, menée par RAJAGOPALAN /10/ en utilisant les transformées de FOURIER et WALSH, a permis d'obtenir des résultats satisfaisants quand à l'exploration du signal dans le domaine de la surveillance à long terme. L'analyse des événements que constituent les cycles respiratoires a permis d'obtenir des résultats plus probants. Ce sont les méthodes qui permettent de détecter ces événements et de les paramétriser, que nous allons décrire.

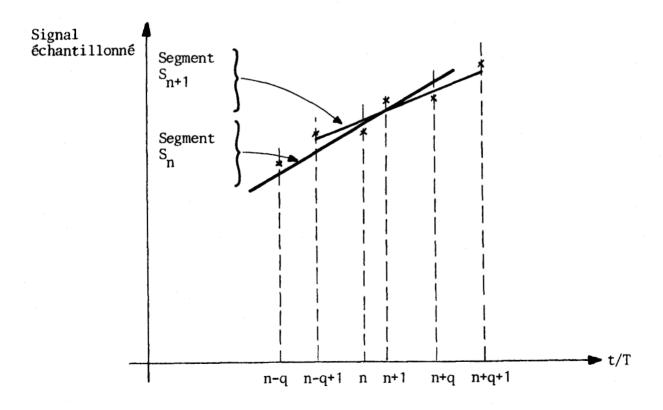
Le but de cette analyse consiste à générer les formes de LISSAJOUS dans le plan impédance - dérivée de l'impédance.

Cette façon de procéder permet de détecter avec une précision accrue les points caractéristiques du signal (amplitudes maximales, changements de pentes,...). Toutefois, ce problème de calcul de la dérivée du signal entaché de bruit ne peut pas être résolu directement. La méthode de segmentation récursive présentée ci-dessous en apporte une solution simple et acceptable.

# La segmentation récursive

La segmentation récursive vise à réaliser simultanément le filtrage du signal et l'estimation de sa dérivée. Pour cela on fait glisser le long du signal échantillonné un segment de droite de longueur fixée et de pente et ordonnée à l'origine, variable /11/.

La figure 4.3. illustre ce principe.



- FIGURE 4.3. -

A chaque instant d'échantillonnage sont associés les q instants précédents et les q instants suivants. De cette manière, un ensemble de (2q + 1) points de la courbe d'impédance thoracique est constitué :

$$(Y_{n+i})$$
,  $i = (-q..., 0, ...+q)$ 

Le choix du paramètre entier q permet de régler l'effet de filtrage du dispositif. La méthode consiste alors à associer à la suite temporelle  $(Y_n)$  une suite de segments  $S_n$ , de pente  $a_n$  et d'ordonnée  $b_n$  en n.

En minimisant par rapport à  $a_n$  et  $b_n$  l'erreur quadratique moyenne entre le segment  $S_n$  et l'ensemble des points  $(Y_{n+1})$ , i = (-q...,+q), on obtient les résultats suivants :

$$b_n = \frac{1}{2q + 1} \sum_{i=-q}^{+q} Y_{n+i}$$

$$a_n = \frac{3}{q(q+1)(2q+1)} \frac{^{+q}}{T} \sum_{i=-q}^{\Sigma} i \cdot Y_{n+i}$$
 (T = période d'échantillon)

Par définition, il apparait donc que la suite  $S_n$  a pour enveloppe géomètrique la courbe engendrée par la suite  $b_n$ . Dans ces conditions,  $b_n$  réalise une estimation filtrée de  $Y_n$  tandis que  $a_n$  est la dérivée première exacte de  $b_n$ .

Evaluant  $a_{n+1}$  et  $b_{n+1}$  à l'instant n+1, on définit un ensemble d'équations récursives.

$$b_{n+1} = b_n + \frac{Y_{n+q+1} - Y_{n-q}}{2_{q+1}}$$
 4-2

$$a_{n+1} = a_n - \frac{3b_n}{q(q+1)T} + \frac{3}{q(q+1)(2q+1)T} \left[ q Y_{n+q+1} + (q+1) Y_{n-q} \right]$$

La simplification des équations est possible en effectuant les changements de variables suivants :

$$B_n = (2q + 1) b_n$$

$$A_n = \frac{q(q+1)(2q+1)T}{3} a_n$$
4-3

Le couple d'équations 4-2 devient alors :

$$B_{n+1} = B_n + \Delta_n$$
 4-4  
 $A_{n+1} = A_n - B_n + q \Sigma_n - Y_{n-q}$ 

avec:

$$\Delta_{n} = Y_{n+q+1} - Y_{n-q}$$

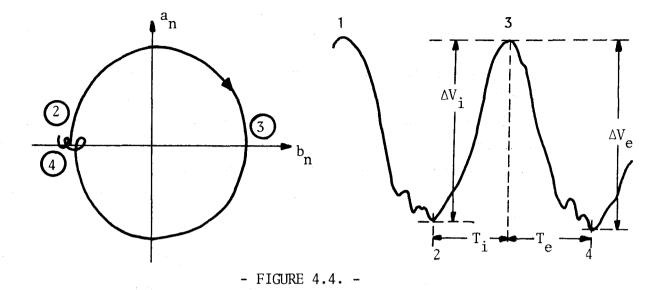
$$\Sigma_{n} = Y_{n+q+1} + Y_{n-q}$$

$$4-5$$

Les équations 4.4. sont particulièrement bien adaptées au traitement temps réel, car le calcul de  $A_{n+1}$  et  $B_{n+1}$  ne nécessite simplement que la réalisation de six additions – soustractions et une multiplication par l'entier q.

# Extraction des paramètres caractéristiques

En utilisant les suites  $B_n$  et  $A_n$  définies précédemment, il est possible d'isoler chaque cycle respiratoire. La figure 4.4. illustre un tel cycle et sa forme de LISSAJOU associée.



Le cycle respiratoire est composé de deux parties :

- Une partie inspiratoire (dérivée du signal positif) qui débute à partir du dernier minimum d'amplitude négative du cycle précédent et qui se termine au dernier maximum d'amplitude positive.
- Une partie expiratoire qui est encadrée par deux périodes inspiratoires.

La détection du cycle se fait par un jeu de tests sur les échantillors qui permettent de localiser le point courant du signal dans un des quatre quadrants du plan de phase. La procédure commence par une recherche de début d'expiration (1), c'est-à-dire une amplitude positive et un changement de signe de la dérivée, d'une valeur positive à une valeur négative. On recherche ensuite le dernier minimum d'amplitude négative (2), ce qui permet d'isoler la période expiratoire.

La recherche du dernier maximum d'amplitude positive (3) permet d'isoler, enfin, la partie expiratoire. On réitère cette procédure pour détecter le point 4 permettant d'isoler le cycle 2.3.4.

Les paramètres extraits lors de la scrutation du signal cycle par cycle sont ceux qui semblent les plus intéressants pour le médecin. Ces paramètres sont respectivement :

- le temps d'inspiration  $T_{i}$
- le temps d'expiration  $T_{\rm e}$
- l'amplitude maximale d'inspiration  $\Delta V_{\bullet}$
- l'amplitude maximale d'expiration  $\Delta V_{e}$

Soit au total 4 paramètres représentatifs du cycle respiratoire, conduisant à la possibilité de condenser l'information à 4 % de celle initialement acquise, en considérant que le signal est échantillonné à la fréquence de 100 Hz et que la période moyenne du cycle est de 1 s. Des développements plus substantiels des caractéristiques du filtre réalisé et de l'algorithme d'extraction sont donnés dans les références /10-12/.

L'analyse structurale du signal d'impédance nous conduit à envisager plusieurs méthodes d'exploitation des paramètres retenus. Le principe d'utilisation des paramètres du cycle respiratoire que nous allons décrire dans le paragraphe suivant constitue une première approche pour la représentation de l'état respiratoire du natient.

## Représentation des paramètres du cycle respiratoire

La prise en compte et le traitement des paramètres respiratoires vont nous permettre d'envisager une analyse du comportement respiratoire à long terme.

Parmi les différents modes de représentation possibles, nous avons choisi une visualisation sous forme d'histogrammes évolutifs. Pour un nombre de cycles respiratoires fixé, la fonction de répartition des différents paramètres est visualisé. Ce mode de représentation dont la mise en oeuvre est simple consiste, après avoir fait l'acquisition du vecteur de paramètre respiratoire, à classer chacune des composantes de ce vecteur dans une fourchette de valeurs prédéterminées. Le caractère évolutif d'une telle représentation réside dans la possibilité de faire varier la largeur de la fenêtre d'acquisition, c'est-à-dire le nombre de cycles visualisés et de faire glisser cette fenêtre dans le temps. Ceci permet de représenter en continu l'évolution de l'état respiratoire et d'apprécier les éventuelles variations de ces paramètres au cours du temps et à chaque nouvelle acquisition. En outre, il est important de constater que la durée d'observation est évaluée en nombre de cycles respiratoires. Ceci conduit à dire que la visualisation de l'état ventilatoire du patient est parfaitement synchrone de son rythme respiratoire, c'est-à-dire que 1'on adapte la représentation

des résultats à une référence temporelle liée à la durée du cycle.

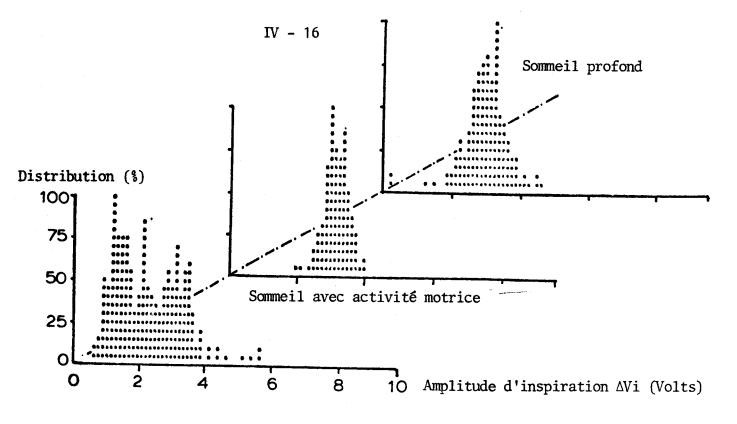
### Résultats

Les figures 4.5., 4.6., 4.7., 4.8., montrent l'évolution de l'activité respiratoire du patient sur une durée de 15 mn environ. Chaque histogramme représente la répartition d'un paramètre extrait au cours de la détection de 256 cycles respiratoires. Dans la distribution des temps  $T_i$  et  $T_e$ , la distance inter-raies, figure 4.5. - 4.6., est de 50 ms, l'ordonnée représentant le pourcentage de cycles appartenant à la raie considérée sur l'ensemble des 256 cycles. De même pour les histogrammes d'amplitude, pour lesquels la division est faite en raies de 150 mV jusqu'à 10 V, correspondant à l'amplitude maximale de sortie du système de mesure d'impédance figure 4.7. - 4.8.

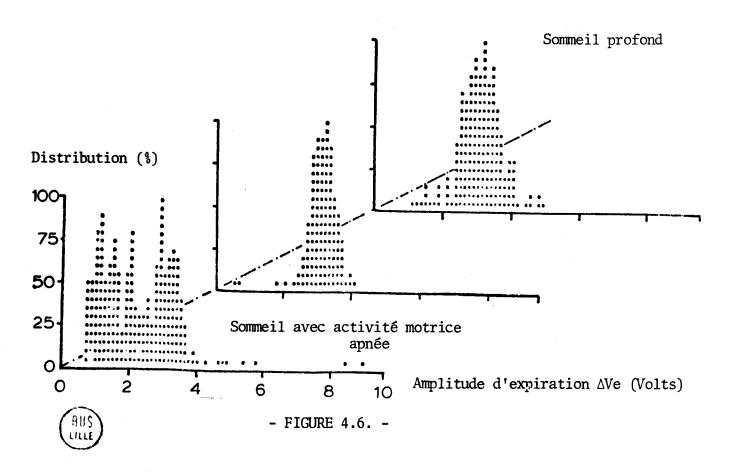
Ces histogrammes permettent de mettre en évidence certaines caractéristiques du rythme respiratoire du patient, tels que les rythmes de base (modes). Une distribution étroite et unimodale correspond à une période de sommeil profond, tandis qu'une distribution floue et multimodale correspond à une période agitée. Les phénomènes d'apnée et de pause respiratoire se caractérisent par les points isolés, correspondants à des temps longs et à des amplitudes faibles /1.3./

Cette première étape conduisant à la représentation directe des vecteurs de paramètres respiratoires montre la possibilité de synthétiser l'information captée à la sortie des appareils de mesure et de la rendre exploitable par le médecin.

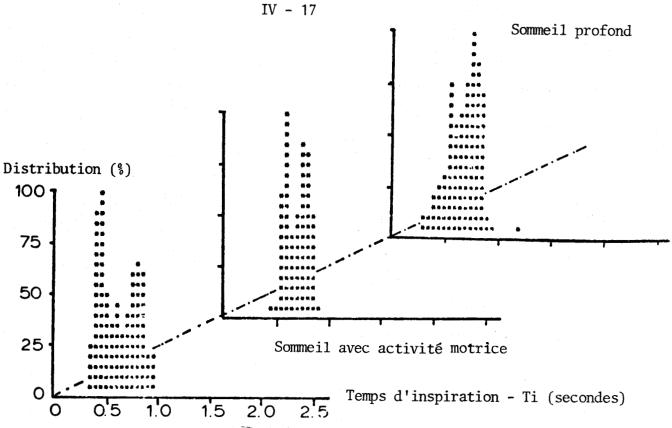
Une exploitation plus fine de ces vecteurs nous conduit à décrire une méthode de classification des cycles respiratoires en temps réel.

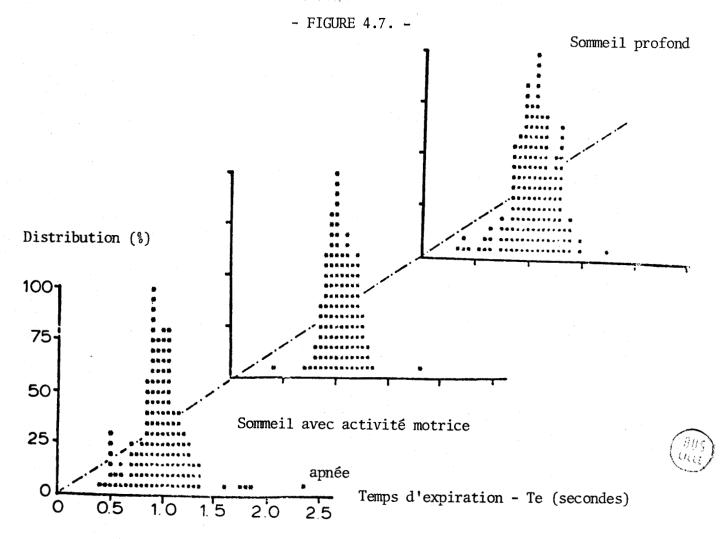


- FIGURE 4.5. -









- FIGURE 4.8. -

# 4.2.3. Classification des cycles respiratoires

### Introduction

L'expérience du médecin conduit à définir les principaux types de fonctionnement suivants :

- . Fonctionnements normaux
  - période calme (sommeil)
  - période agitée (veille, faim)
- . Fonctionnements anormaux
  - détresse respiratoire (respiration anormale, douleur)
  - apnée (arrêt respiratoire)

Par conséquent, une méthode de classification dans laquelle le nombre de classes est fixée à priori ne présente pas d'inconvénient particulier.

Par contre, à la différence d'autres méthodes classiques /14/ nous désirons ici utiliser les informations au fur et à mesure de leur arrivée. La raison en est double :

- d'une part, une transition d'un comportement normal à un comportement anormal doit être détectée au moment où elle se produit.
- d'autre part, le processus de surveillance ne peut mémoriser toutes les informations issues du point de mesure sur une longue période.

#### Définition des classes

La méthode utilisée s'apparente aux méthodes de classification hiérarchique basées sur la minimisation de l'inertie intra-classes de la partition /15/.

On note  $\mathbf{X}_n$  le vecteur des p paramètres quantitatifs décrivant le n<sup>ième</sup> cycle observé  $(\mathbf{X}_n \in \mathbf{R}^p)$ . On cherche une classification de ces observations successives en K classes, K fixé à priori. L'algorithme procède en deux étapes.

ETAPE 1. Les K premières observations conduisent à la constitution de K classes distinctes

$$C_1 = \{X_1\}$$
  $C_2 = \{X_2\}, \dots$   $C_K = \{X_K\}$ 

- ETAPE 2. Les observations suivantes sont traitées au fur et à mesure de leur arrivée. Pour la n<sup>ième</sup> échantillon, deux possibilités se présentent :
- A) Cet échantillon s'intègre à l'une des classes de la partition précédemment obtenues, sans remettre celle-ci en cause.
- B) Cet échantillon est suffisamment différent des classes précédemment obtenues pour justifier la création d'une classe dans laquelle il se trouve seul. Dans ce cas, il convient de classer les points précédents en K-1 classes, de façon à garder une partition de l'ensemble en K classes.

Pour chaque nouvel échantillon, le choix entre les possibilités A et B s'effectue en considérant le coût associé à une partition donné.

Soit

$$W_n = \sum_{k=1}^{K} W(C_k)$$
 le coût associé à une partition

 $C = \{C_1, C_2, \dots C_K\}$  des n premières observations.

A) L'affectation de  $\mathbf{X}_{n+1}$  à la classe  $\mathbf{C}_k$  de la partition C conduira à une variation du coût total :

$$W_{n+1} - W_n = W \left[ C_k U \left\{ X_{n+1} \right\} \right] - W(C_k)$$
 4-7

de sorte que dans ce cas, la classe d'affectation optimale sera définie par :

$$W_{n+1} - W_n = \min_{k=1...K} |W(C_k \cup \{X_{n+1}\}) - W(C_k)|_{=}^{\Delta} \Delta_n, n+1$$
 4-8

B) L'affectation de  $X_{n+1}$  à une nouvelle classe conduit à remettre en cause la partition précèdente des n premiers points en K classes. Le coût  $W_{n+1}$  optimal dans ce cas est obtenu pour la partition optimale des n premiers points en K-1 classes. Celle-ci ne peut être obtenue directement à partir de la connaissance de la partition C. On se bornera alors, comme dans les méthodes hiérarchiques, à chercher la meilleure partition des n premiers points en K-1 classes parmi les partitions obtenues en réunissant deux classes de C.

Soient  $C_{\hat{1}}$  et  $C_{\hat{j}}$  les deux classes réunies dans ce cas, on a

$$W_{n+1} - W_n = W(C_i \cup C_j) - W(C_i) - W(C_j) + W | \{X_{n+1}\}|$$
 4-9

Sous l'hypothèse que le coût associé à un singleton est nul, les classes  $c_i$  et  $c_j$  optimales sont déterminées dans ce cas par :

$$W_{n+1} - W_n = \min \left[ W(C_i \cup C_j) - W(C_i) - W(C_j) \right] \stackrel{\triangle}{=} \delta_n, n+1$$
 $i,j$ 
 $i \neq j$ 

4-10

Finalement, l'affectation de l'échantillon  $\boldsymbol{x}_{n+1}$  se fera suivant le cas A ou le cas B par :

$$W_{n+1} - W_n = \min |\Delta_{n, n+1}, \delta_{n, n+1}|$$
 4-11

Pratiquement le critère W mesurant la qualité d'une partition sera l'inertie intra-classes de celles-ci :

$$k = 1, ... K$$
  $W(C_k) = \min_{\epsilon \in \mathbb{R}^p} \sum_{k \in C_k} |X_k - U_k||^2$  4-12

avec -  $||X||^2 = \overset{\sim}{X} \ Q \ X$  , q = matrice symétrique définie positive définissant le produit scalaire dans  $R^p$ 

-  $\mathbf{U}_{\mathbf{k}}$  : centre de gravité de la classe  $\mathbf{C}_{\mathbf{k}}$ 

et  $-n_k$ : cardinal de  $C_k$ 

L'algorithme ce classification calcule alors pour chaque étape n+1 > p les quantités suivantes :

$$\Delta_{n, n+1} = \min_{k=1...K} \frac{n_k}{n_k+1} || X_{n+1} - U_k ||^2$$
4-13

$$\delta_{n,n+1} = \min_{\substack{i,j\\i\neq j}} \frac{n_i n_j}{n_i + n_j} ||U_i - U_j||^2$$
 4-14

#### Principe de représentation des classes

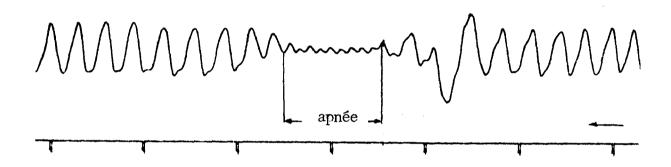
La décision d'affectation conduit à des temps de calcul très largement inférieurs à la pseudo-période avec laquelle arrivent les cycles successifs. Dans ce qui précède, chaque classe  $C_k$  est décrite par son centre de gravité  $U_k$   $\epsilon$   $R^p$ , affecté du poids  $n_k$ , et par son inertie  $W(C_k)$ . Les échantillons n'étant pas mémorisés après traitement, la compression d'informations est ici très importante.

Pour caractériser la dispersion des classes et fournir périodiquement au praticien une visualisation plane de celle-ci, on calcule après la décision d'affectation de chaque nouvel échantillon, les matrices d'inertie des k classes. Celles-ci peuvent être périodiquement analysées pour fournir les axes principaux d'allongement. Les classes décrites par leur centre de gravité et leur ellipsoïde d'inertie, seront alors projetées sur un plan discriminant, permettant ainsi au praticien de visualiser périodiquement le passé du patient.

#### Résultats

La méthode précédemment décrite a été appliquée à la détection des comportements respiratoires du nouveau-né, sur une période de 150 cycles correspondant à environ 2 mn de respiration.

La figure 4.9. montre une partie du signal traité, au moment où apparaissent les changements de comportement.



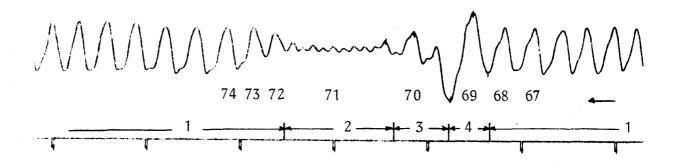
- FIGURE 4.9. -

Dans ce cas particulier, on remarquera successivement une période calme (ondulation de période et d'amplitude relativement constante), suivie d'une apnée, caractérisée par l'apparition d'une onde de forte amplitude et de période plus élevée, précédent un arrêt respiratoire où ne substitue que la variation du rythme cardiaque. On remarque ensuite une reprise du rythme normal semblable à celui qui précédait l'apnée.

Après application de l'algorithme de filtrage précédemment décrit, nous obtenons à chaque cycle respiratoire le vecteur de paramètres  $^{T}i, \ ^{T}e, \ ^{\Delta V}i, \ ^{\Delta V}e.$ 

La démarche suivante consiste à classer ces différentes observations après avoir choisi une classification en 4 groupes. Le tableau T4.1 illustre les résultats obtenus.

L'analyse de la succession des cycles respiratoires (figure 4.10) nous permet de constater que :



- FIGURE 4.10. -

- les cycles 1 à 68 et 72 à 150 appartiennent à la classe 1, constituant la période calme.
- les cycles 69, 70 et 71 caractérisant le phénomène d'apnée, constituent les classes 2, 3 et 4.

L'illustration de la procédure de classification par cet exemple, bien que limitée dans le temps, nous permet d'envisager la mise en oeuvre d'un algorithme rapide, autorisant son implantation sur des machines de structure simple.

Dans le paragraphe suivant, nous allons nous attacher à décrire la procédure permettant de détecter les périodes d'activité et de sommeil du nouveau-né.

Classes	1	2	3	4
Nombre de cycles	147	1	1	1
U(Ti) s	0.62	0.43	1.86	1.09
U(Te) S	0.84	4.63	0.65	1.21
U(∆Vi) mV	3133	965	4527	4106
U(∆Ve) mV	3252	982	1518	6112

U : Coordonnées des centres de gravité de chaque classe.  $\mathsf{TABLEAU} \, - \, \mathsf{T} \, \, \mathsf{4-1}$ 



# 4.2.4. La détection des périodes d'activité et de sommeil chez le nouveau-né

#### Introduction

Le principe de représentation de l'état ventilatoire du nouveau-né, basé sur la constitution des histogrammes attachés à chaque paramètre représentatif du cycle, nous a conduits à faire une analyse plus élaborée de ces répartitions.

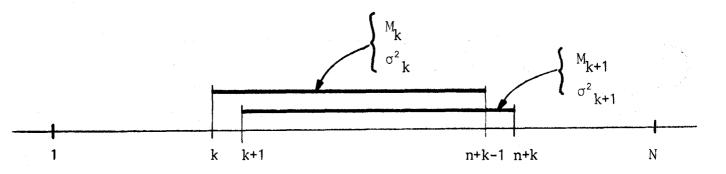
La caractérisation de chacun de ces histogrammes par des grandeurs telles que la moyenne et la variance sur une fenêtre d'observation fixée, nous conduit à proposer une méthode susceptible d'être utilisée par la détection des changements de comportement respiratoire et plus particulièrement dans la façon de différencier les états de sommeil, des états de veille ou d'agitation.

### Principe de la méthode

Cette méthode est basée sur la caractérisation d'une fonction de distribution discrète par sa moyenne M et sa variance notée  $\sigma^2$ 

On note  $x_k$  une composante quelconque du vecteur  $X_k$  à p composantes, décrivant le cycle k d'un ensemble de N cycles. Considérons la fonction de répartition de cette composante  $x_k$  sur n cycles 1 < n < N

On établit ainsi sur l'ensemble des N cycles une fenêtre d'observation de largeur n que nous pouvons elle-même faire glisser (figure 4.11.) dans le temps.



Les valeurs  $M_k$  et  $\frac{\sigma^2}{k}$  caractérisent la fonction de répartition de n cycles compris dans la fenêtre [k, n+k-1]. Ces caractéristiques s'écrivent par définition /16/

$$M_{k} = \frac{1}{n} \sum_{i=k}^{n+k+1} x_{i}$$

$$\sigma_{k}^{2} = \frac{1}{n} \sum_{i=k}^{n+k-1} (x_{i} - M_{k})^{2}$$

$$(x_{i} - M_{k})^{2}$$

Si on décale la fenêtre d'observation d'un cycle nous obtenons :

$$M_{k+1} = \frac{1}{n} \sum_{i=k+1}^{n+k} x_{i}$$

$$\sigma^{2}_{k+1} = \frac{1}{n} \sum_{i=k+1}^{n+k} (x_{i} - M_{k+1})^{2}$$

$$(x_{i} - M_{k+1})^{2}$$

Les relations de récurrence liant les caractéristiques M et  $\sigma^2$  au point k+1 et celles au point k sont alors les suivantes :

$$M_{k+1} = M_k + \frac{1}{n} (x_{n+k} - x_k)$$
 4-17

$$\sigma_{k+1}^2 = \sigma_k^2 + (x_{n+k} - x_k) (\frac{n-1}{n} x_{n+k} + \frac{n+1}{n^2} x_k - \frac{2}{n} M_k)$$

La variation de la caractéristique  $\sigma^2$  est à la base de l'algorithme de détection de changement de comportement. En effet, considérons la quantité

$$\Delta \sigma^2 = \sigma^2_{k+1} - \sigma^2_k = (x_{n+k} - x_k) \left(\frac{n-1}{n^2} x_{n+k} + \frac{n+1}{n^2} x_k - \frac{2}{n} M_k\right) 4-18$$

Cette fonction constitue l'indicateur caractérisant la modification de la fonction de répartition au cours du glissement.

# Application à la détection de changement de comportement

Les paramètres caractéristiques du cycle respiratoire ne subissent pas de variation sensible pendant les périodes calmes. Par contre, pendant les périodes d'éveil ou d'agitation ou encore lors d'une pause respiratoire, ceux-ci varient brusquement.

- une période calme est de ce fait caractérisée par une valeur nulle ou faible de l'indicateur  $\Delta\sigma_{\bf k}^2$  (cycles réguliers)
- une période agitée est caractérisée par une variation permanente de cet indicateur, de même lors de l'apparition d'un cycle aux caractéristiques anormales (apnée, soupirs).

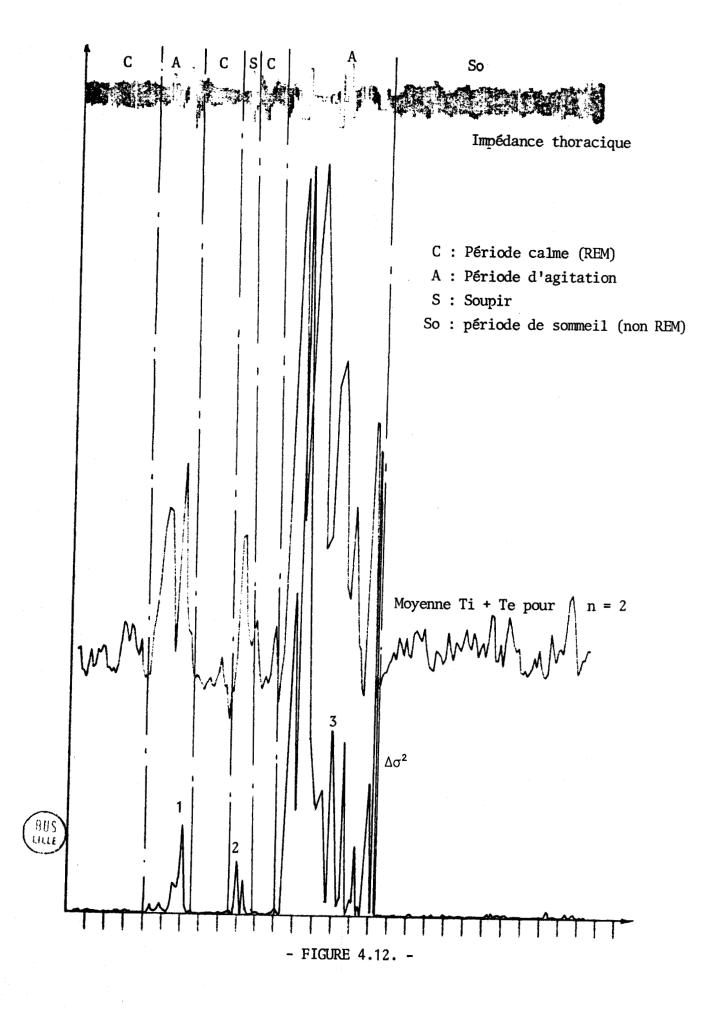
L'application de cet algorithme de détection à l'impédance thoracique nous a conduit à choisir une fenêtre de largeur égale à deux cycles sur l'ensemble des paramètres constitués par la période respiratoire  $(T_i + T_e)$ 

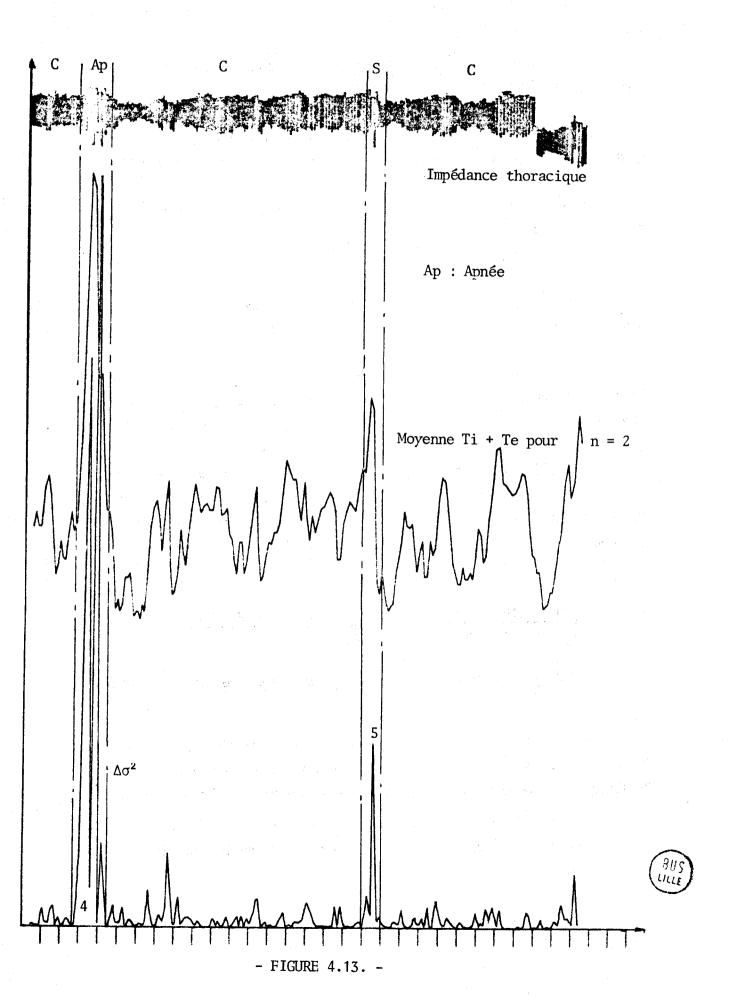
pour n = 2

$$\Delta \sigma_k^2 = \frac{1}{4} (x_{k+2} - x_k) (x_{k+2} + x_k - 2 x_{k+1})$$
 4-19

Les figures 4.12. et 4.13. illustrent les résultats obtenus sur un ensemble de 200 cycles respiratoires (5 mm de respiration).

Le tracé du signal d'impédance thoracique, de la moyenne  $\mathbf{M}_k$  et de la fonction indicatrice  $\Delta \sigma_k^2$  y sont représentés en parallèle.





- les zones calmes ou de sommeil sont caractérisées par les plages où la fonction  $\Delta\sigma_k^2$  est quasi-nulle.
- les zones d'agitation 1 3 ou les cycles anormaux 2 4 5 se caractérisent par des variations importantes de la fonction  $\Delta\sigma_{\mathbf{k}}^2$ .

De plus, la période d'agitation se différencie des cycles anormaux de la manière suivante :

- un cycle anormal est représenté par un ou deux pics de variation
- une période d'éveil ou d'agitation est quant à elle représentée par un nombre important de nics de forte amplitude.

Cette première partie consacrée à l'analyse de structure du signal d'impédance thoracique, nous a conduit à décrire plusieurs méthodes permettant de dégager un certain nombre d'informations qualitatives sur l'état ventilatoire et sur l'activité du nouveau-né.

Ces différents algorithmes, mis au point dans un premier temps à l'aide de moyens de calcul importants, ont été pour certains implantés des machines de structure minimale tels que les microprocesseurs. La description de ces machines fait l'objet de la seconde partie.

# 4 - 3 LE μOB : UNE INSTRUMENTATION INTEGREE, ORIENTEE VERS LA SURVEILLANCE INTELLIGENTE DES NOUVEAUX-NES

# 4.3.1. La structure générale de l'instrument de surveillance Introduction

Afin de respecter le cahier des charges soumis par le médecin, la réalisation d'un instrument de surveillance basée sur la captation du signal d'impédance thoracique doit répondre aux critères suivants :

- valoriser les informations respiratoires en temps réel.
- permettre une visualisation et une exploitation rapide des résultats sur le site

- être autonome
- être de faible encombrement, de faible coût et facilement duplicable
- être évolutif et pouvoir s'insérer dans la chaine de traitement d'informations du service hospitalier

Le respect de ces différentes contraintes nous a conduit à la conception d'un outil de traitement décentralisé, modulaire, réparti et évolutif.

#### Le traitement en chaine

La structure de l'instrument de surveillance peut être décrite comme une chaine de traitement automatisée de l'information respiratoire, dans laquelle chaque maillon à la charge de réaliser une tâche élémentaire et précise. De plus il reçoit des maillons voisins des informations prétraitées et suffisantes à l'exécution de sa propre tâche. Dans une telle chaine, chaque maillon est en liaison avec les autres par un canal de données unidirectionnel. Le transfert de ces données est contrôlé, soit par des signaux de synchronisation, si chaque tâche est affectée à une machine programmée, soit par des variables de validation d'échange, si chaque tâche est affectée à un module de programme au sein d'une même machine (figure 4.14.).

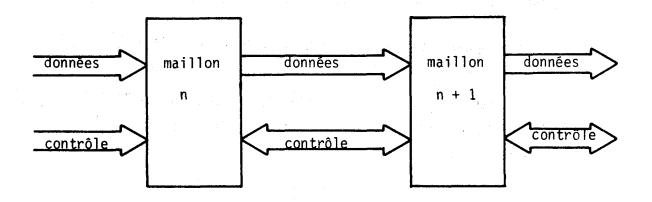


FIGURE - 4.14. -

#### La chaîne de traitement du signal respiratoire

Le traitement du signal respiratoire est réalisé par une chaîne à deux maillons, travaillant en série de manière autonome. Cette chaîne constitue une unité de saisie et de prétraitement /17/.

Le premier maillon de cette chaîne constitue le processeur frontal réalisant les deux tâches fondamentales suivantes :

- élaborer les estimations du signal capté et de la dérivée première
- réaliser à partir des informations précédentes, l'extraction des caractéristiques de structure du signal observé.

La réalisation de ce premier maillon permet de mettre en évidence la notion de "capteur intelligent". Le terme capteur est employé au sens propre du terme. C'est-à-dire l'organe de transformation d'une information, qui est ici un signal électrique, en une information numérique, assimilable par une machine programmée. Le terme "intelligent" correspond au fait qu'un traitement appliqué à l'information brute reçue (en général bruitée et artéfactée) permet de ne transmettre au maillon suivant de la chaîne que l'essentiel d'une information revalorisée.

Le second maillon constitue le processeur aval réalisant les tâches suivantes :

- Recevoir à chaque cycle respiratoire, c'est-à-dire à une période adaptée au rythme du patient, le vecteur de paramètres issu du premier maillon.
  - Elaborer les images respiratoires sous forme d'histogrammes
  - Gérer la visualisation des images respiratoires.

Une description plus précise de l'architecture matérielle et de la structure logicielle adoptée fait l'objet de la suite de notre développement.

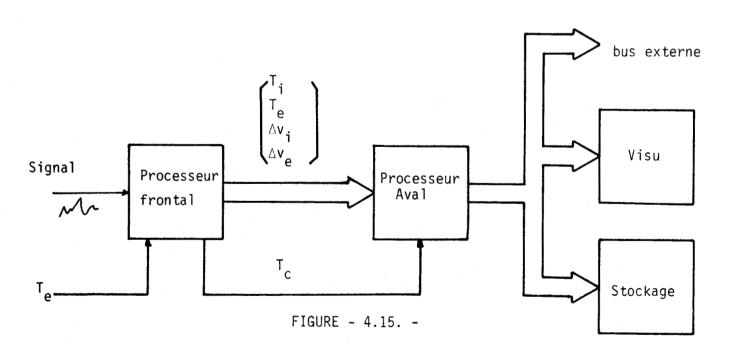
# 4.3.2. Architecture matérielle et structure logicielle de l'instrument de surveillance

#### Introduction

La description des deux maillons de la chaînte de traitement définie précédemment est faite en utilisant les principes et les outils de description de l'analyse descendante proposés dans le chapitre 3.

Le découpage en deux tâches constitue à ce niveau une première approche dans l'analyse. C'est à ce stade que nous avons choisi d'affecter à chacune de ces tâches, un processeur possédant des ressources propres.

Chacun des processeurs exécute sa tâche indépendamment de l'autre, sachant que le processeur Aval reçoit ses informations du processeur frontal via un bus de données unidirectionnel, sous le contrôle de signaux de service, (bus de contrôle) assurant la synchronisation de l'échange. (figure 4.15.)



Le rythme du processeur frontal est fixé par une horloge externe cadençant l'échantillonnage du signal incident à la fréquence de 100 Hz.

Le processeur aval est, quant à lui, cadencé par le rythme du patient, c'est-à-dire par sa fréquence respiratoire, variable dans le temps, suivant sont état d'activité.

Le processeur frontal : le capteur "intelligent"

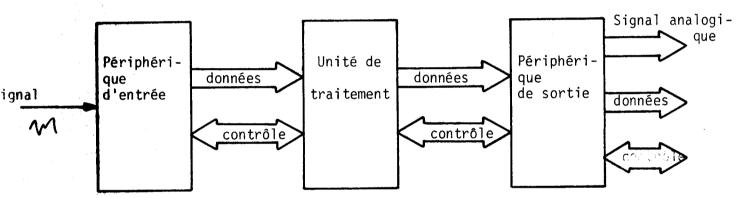
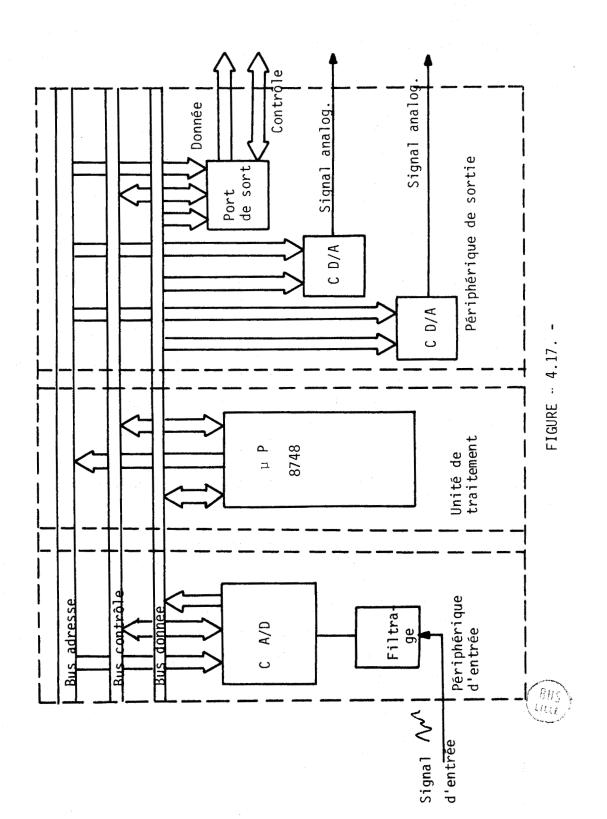


FIGURE - 4.16. -

La figure 4.16. illustre la structure universelle d'une unité de traitement de signal.

En tête de chaîne le module d'acquisition de données, transmet les informations reçues à l'unité de traitement. Cette unité de traitement est chargée du contrôle et du transfert des informations dans le maillon, du traitement spécifique des données et de la transmission des résultats vers le module de sortie, pour un traitement plus sophistiqué par le maillon suivant, ou pour une utilisation immédiate (restitution du signal estimé et de sa dérivée par conversion Digitale - Analogique).

Dans le cadre de notre application la structure de traitement précitée a été réalisée autour d'un microprocesseur monochip INTEL 8748 qui intègre dans un même boîtier son unité de calcul, sa mémoire RAM (64 octets) et sa mémoire EPROM (1K octets). /18/



La figure 4.17. illustre la structure hardware adoptée pour la saisie et le prétraitement du signal d'impédance thoracique.

Le module d'entrée est composé d'une unité de filtrage analogique et d'une unité de conversion analogique - digitale 8 bits dont le temps de conversion est de 4  $\mu$ s. La fréquence d'échantillonnage, ainsi que le contrôle du convertisseur (début et fin de conversion) sont gérés par l'unité de traitement.

Le module de sortie réalise deux fonctions principales :

- transmettre en sortie les paramètres du cycle respiratoire, ainsi que les signaux de synchronisation.
- générer les signaux analogiques de l'estimation filtrée du signal, ainsi que sa dérivée première par l'intermédiaire de convertisseurs digitaux - analogiques.

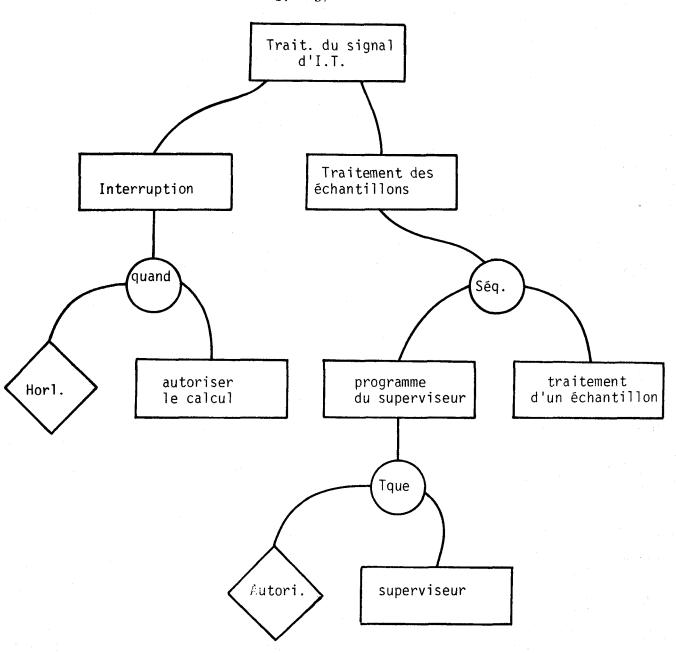
L'enchainement des opérations effectuées par le processeur frontal est illustré par les arbres programmatiques des figures 4.18. et 4.19.

L'impératif au bon déroulement de ces opérations consiste à pouvoir traiter l'échantillon de signal acquis, dans l'intervalle de temps défini par la période d'échantillonnage.

A cet effet une procédure capable de mémoriser l'état du calcul et de gérer l'évolution du traitement est nécessaire. Cette procédure est le superviseur.

Le traitement complet d'un échantillon est divisé en 6 tâches principales :

- Acquisition et stockage de 2q+1 échantillons
- Initialisation du calcul des équations récurrentes
- Calcul des suites récursives
- Recherche du début d'expiration
- Localisation des paramètres dans le plan de phase, calcul des paramètres respiratoires, transfert vers la sortie quand le cycle complet est détecté
- génération des signaux analogiques d'estimation et de dérivée.



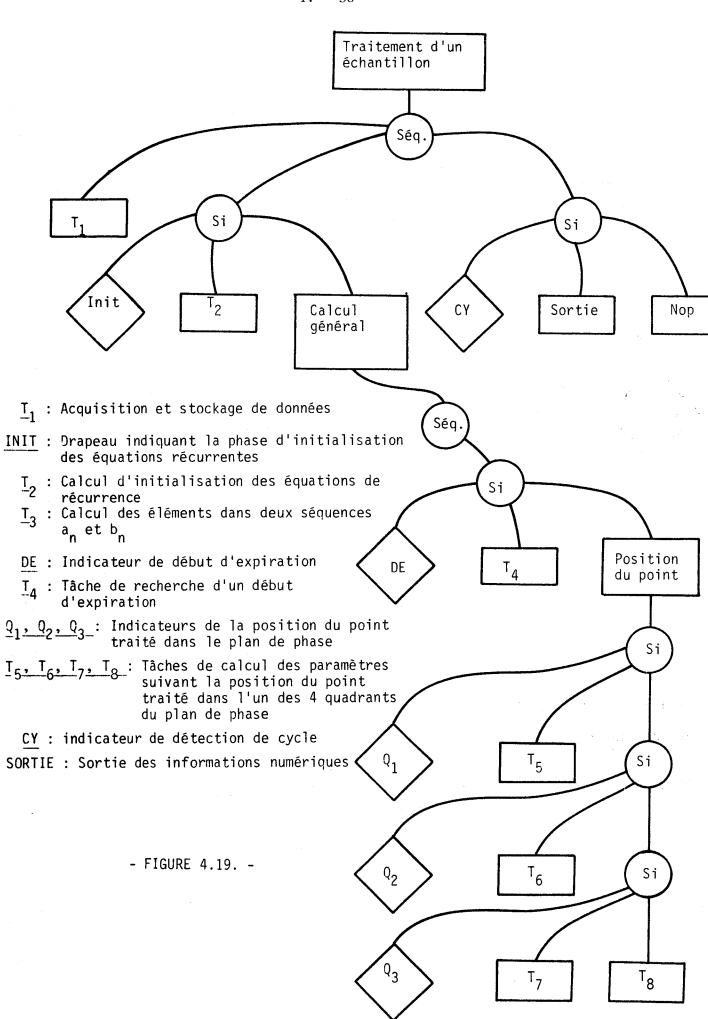
Horloge : front d'horloge provoquant une demande de traitement

 $\frac{\text{Superviseur}}{\text{les indicateurs Init, DE, Q}_1, \, \text{Q}_2, \, \text{Q}_3, \, \text{CY}}: \\$ 

<u>Autorisation de calcul</u> : indicateur autorisant l'exécution du traitement d'un échantillon.

FIGURE - 4.18. -





Dans une telle configuration le superviseur se présente comme une interface commune à chacun des modules chargés des différentes tâches conformément aux principes décrits dans le chapitre 3.

Le traitement d'un échantillon est autorisé par un ordre émanant de l'horloge externe. Tant que cette autorisation n'est pas donnée, la tâche exécutée est celle du superviseur qui a pour rôle de déterminer la séquence de traitement à effectuer sur l'échantillon, connaissant l'état antérieur du processus (prépositionnement de drapeaux).

Ce traitement arborescent conduit à une structure temps réel rapide pour les raisons suivantes.

- le principe du superviseur permet une prédétermination des séquences de traitements successifs
- un tel découpage autorise la constitution de sous-programmes de traitement simples, spécialisés et rapides.

Les algorithmes de traitement sont développés plus précisèment dans les références/12, 19/.

# Le processeur aval : le générateur d'images

Le générateur d'images constitué par le processeur aval, reçoit ces informations du processeur frontal au rythme de la respiration du patient.

Ce dispositif possède dans sa version prototype une structure de micro-calculateur conventionnel (Commodore 3032). Il est chargé d'élaborer les histogrammes de distribution de chacun des paramètres  $T_i$ ,  $T_e$ ,  $\Delta V_i$ ,  $\Delta V_e$  ainsi que la valeur courante de ceux-ci.

Ces histogrammes sont constitués au fur et à mesure de l'acquisition d'un vecteur de paramètres.

Le traitement est simplement inspiré de celui des bibliothèques de génération d'histogrammes et n'appelle aucun commentaire particulier.

La base de la génération d'image est la suivante :

- les histogrammes relatifs à  $T_i$  et  $T_e$  ont une échelle de temps graduée en fourchettes de 50 ms. L'algorithme consiste à classer les valeurs  $T_i$  et  $T_e$  dans la fourchette considérée et d'en représenter la répartition.
- par les histogrammes relatifs à  $\Delta V_i$  et  $\Delta V_e$ , le principe est le même, sachant que l'échelle des amplitudes est graduée en tension par fourchette de 150 mv, jusqu'à 10 v, correspondant à la tension de sortie maximale du dispositif de captation.

La figure 4.20. montre une vue d'ensemble de l'instrument réalisé en cours d'essais.

Dans la dernière partie de ce chapitre, nous allons mettre en évidenc les possibilités d'insérer l'unité de saisie et de prétraitement décrite et baptisée µOB (MicroOBservateur), dans un réseau général de traitement d'informations médico-hospitalières.

4.3.3. <u>Insertion de l'instrument de surveillance dans le réseau</u> de traitement des informations médico-hospitalières.

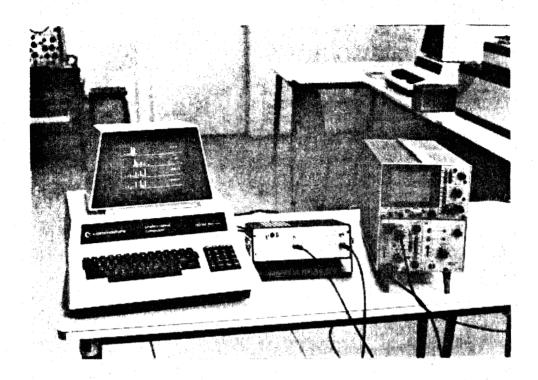
### Généralités

Il y a en règle générale deux manières de concevoir un instrument, que ce soit un instrument de laboratoire ou dans le cas présent un instrument de surveillance et d'analyse du signal.

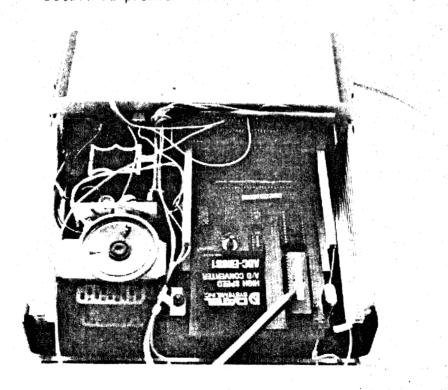
La première voie consiste à concevoir une machine destinée à réaliser strictement les divers objectifs prévus par un cahier des charges. C'est-à-dire que ce type d'instrument constitue bien souvent une "boîte" fermée, sans caractère évolutif, à moins de réaliser des transformations en profondeur.

La seconde voie, et la tendance actuelle en matière d'instrumentation tend à le montrer, consiste à concevoir un instrument destiné à pouvoir s'insérer dans un système de traitement d'informations :

Vue d'ensemble de l'instrument de surveillance



Détail du premier maillon





- soit pour automatiser une chaîne de mesure
- soit pour obtenir une valorisation des données issues de cet instrument.

C'est dans cette seconde optique que nous avons conçu l'instrument de surveillance respiratoire.

En effet dans le contexte d'un service hospitalier la surveillance et les informations concernant l'état ventilatoire constituent une partie et non la totalité des informations émanant d'un patient. Bien que la conception d'un nouvel instrument apporte une amélioration aux conditions d'observation, le médecin est amené à comparer entre-eux un certain nombre de résultats pour définir une action à entreprendre. C'est la raison pour laquelle, le service de pathologie néo-natale d'Arras constitue sa propre base de données concernant l'ensemble des enfants admis dans le service.

Ces informations sont, dans un premier temps et pour l'instant, acquises par l'intermédiaire d'un clavier.

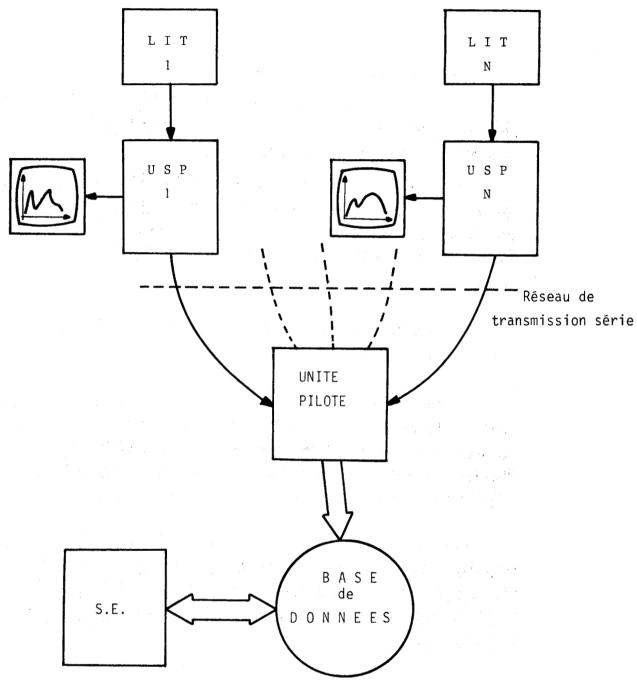
La deuxième étape consiste à relier directement le ou les instruments de surveillance à la base de données, réalisant ainsi une alimentation automatique et dynamique de la banque d'informations.

# Organisation du réseau de surveillance

Le réseau de surveillance envisagé, présenté à la figure 4.21., possède une structure décentralisé permettant le contrôle de N lits /20/.

Chaque unité de saisie et de prétraitement (USP) décrite précédemment, réalise de manière autonome

- l'acquisition du signal physiologique
- la génération des vecteurs de paramètres caractéristiques du signal
- la mémorisation et la visualisation du passé récent sous forme d'histogrammes évolutifs.



Système d'exploita\* on de la base de données.

FIGURE - 4.21. -

L'unité pilote (up) est chargée :

- de prendre en compte le passé récent mémorisé dans chacune des USP et de réaliser, par cumul et traitement des passés récents, une synthèse représentative du passé lointain.
- de reprendre en partie ou totalement, la synthèse réalisée précédemment, afin d'en retirer les caractéristiques fondamentales de l'état respiratoire et d'activité du patient et de constituer un 'paquet' d'informations susceptibles d'alimenter la base de données du service.

La transmission vers l'unité pilote se fait en série en utilisant les normes conventionnelles du type RS 232.

A partir d'un tel schéma il est possible d'envisager un instrument de surveillance plus universel, dans le sens où il serait possible d'associer au sein d'un même équipement des unités de saisie et de prétraitement spécialisées dans l'analyse des signaux de différentes fonctions du patient (fonction cardiaque, fonction neurologique...).

Les perspectives envisagées dans ce dernier paragraphe montrent que la conception d'une instrumentation médicale doit être évolutive et pouvoir s'intégrer dans une chaîne de transport et de traitement de l'information, afin de faciliter la tâche du médecin dans ses observations et de rendre ses actions plus précises sur le patient.

#### 4 - 4 CONCLUSIONS

Le domaine de l'instrumentation médicale est un domaine très prisé par bon nombre de grands constructeurs internationaux. Ceux-ci mettent à la disposition des médecins des équipements qui ont fait leurs preuves, quant à la fiabilité des capteurs et à la restitution des résultats bruts.

Dans ce chapitre nous n'avons pas essayé de recréer un nouvel instrument de mesure, mais de concevoir un équipement qui, à partir des données issues des appareils de mesure, puisse faire une analyse de celle-ci, afin de l'enrichir et de donner au médecin une information élaborée, synthétique et directement utilisable lors des décisions qu'il doit prendre ou pour une surveillance de routine.

Nous nous sommes efforcés de montrer qu'à partir d'un signal réputé porteur de peu d'informations, comme le signal d'impédance thoracique, il est possible par une analyse de structure et l'application de méthodes de classification et de détections nouvelles, d'en retirer des résultats intéressants sur :

- l'état ventilatoire du patient
- l'état d'activité.

Ces algorithmes conçus dans l'optique d'être utilisés en temps réel sont simples, rapides et fiables.

L'utilisation des nouvelles technologies en matière de microprocesseurs, nous ont permis de mettre au point un instrument prototype, capable en temps réel, de faire l'analyse structurale du signal et de représenter les paramètres de structure caractérisant les différents états du patient.

Cette instrumentation conçue dans l'objectif de la décentralisation du traitement de l'information et dans celui d'une constante évolution, nous permet d'envisager son insertion dans un réseau de traitement général des informations médico-hospitalières. Ceci fait l'objet de notre dernier chapitre.

# - B I B L I O G R A P H I E -

- /1/ Etude et valeur du signal d'impédance thoracique chez le nouveau-né THERET B. - Thèse de Doctorat en médecine - Lille 1980.
- /2/ Impedance pneumography : A survey of instrumentation techniques  $PACELA\ A.F.\ -\ Med.\ Biol.\ Eng.\ -\ Vol.\ 4\ -\ N^o\ 1\ -\ 1966.$
- /3/ The Impedance pneumograph

  GEDDES et Al Aerospace Medecine 33, pp. 28-33 1961.
- /4/ A Pediatric belly belt respiration monitor ZERKIN M. Proceedings, 29 ACEMB, 18, 333, 1976.
- /5/ La mesure des variations d'impédance thoracique dans l'étude et la surveillance de la respiration chez les prématurés

  \*\*DUBOIS O. et LEFEBURE C. Pediatrie 25, pp. 387-415, 1970.
- /6/ The law of impedance pneumography

  VALENTINUZZI et Al Med. and Biol. Eng. 9, pp. 157-163, 1971.
- /7/ Le sommeil du nouveau-né. Considérations sur les périodes des mouvements oculaires.

  PASSOVANT et Coll. Arch. Franç. Pédiat., 22, 1087, 1965.
- /8/ Le contrôle de la respiration chez le prématuré et ses perturbations au cours du sommeil.

  DEMARQUEZ J.L. et Coll. Rev. Ped. XV, 5, pp. 261-273, 1979.

/9/ Le sommeil du nouveau-né et du prématuré. Analyse des études polygraphiques (mouvements oculaires, respiration et E.E.G.) chez le nouveau-né à terme.

MONOD N., PAJOT N. - Biol. Neonate 8, 221, 1965.

/10/ Segmentation des suites temporelles : Application à l'extraction heuristique des paramètres fondamentaux du cardiorespirogramme en pathologie néonatale.

RAJAGOPALAN C.V. - Thèse de Docteur-Ingénieur - Lille 1979.

/11/ Segmentation du signal d'impédance thoracique. Application au monitoring respiratoire du nouveau-né.

VASSEUR C. et Al - Journées WAMI - Versailles - mars 1979.

/12/ Etude et réalisation d'un système de surveillance respiratoire en pathologie néonatale.

COUVREUR M. - Mémoire d'Ingénieur EUDIL - Juin 1979.

/13/ A Microprocessor oriented segmentation technique an efficient tool for electrophysiological signal analysis.

VASSEUR C. et al EEMTIC 79, Ottawa, May 1979.

- /14/ Les bases de la classification automatique.

  LERMAN H. Gautiers-Villars Paris, 1970.
- /15/ Analyse des données multidimensionnelles BERTIER P., BOUROCHE - P.U.F., Paris 1975.
- /16/ Bases statistiques.

  GREMY F., SALMON D. Dunod 1969.
- /17/ New concepts for a microprocessor oriented long term intelligent monitoring of newborns.

VASSEUR C., COUVREUR M., TOULOTTE J.M., DUBOIS O. Journal of Biom. Eng. 2, pp. 185-192, july 1980.

- /18/ M C S 48 Family of single microcomputers USER'S Manual.
- /19/ Processus temps réel : Application à la surveillance respiratoire en pathologie néonatale.

  \*\*COUVREUR M. D.E.A. Automatique 1979.\*\*
- /20/ Signaux physiologiques et microinformatique Exemple de réalisation d'une instrumentation intégrée.

VASSEUR C., CHEBEL B., COUVREUR M., TOULOTTE J.M., DUBOIS O.

I T B M - Vol. 1, 5, pp. 92-104 - 1980.

# CHAPITRE V

# ARRAS : Un système automatique d'acquisition des informations médicales au Centre de Pathologie Néonatale d'Arras.

# 5 - 1 INTRODUCTION

# 5 - 2 L'AUTOMATISATION DU DOSSIER MEDICAL

## 5.2.1. La gestion du dossier médical

- . La situation antérieure
- . La constitution du dossier médical
- . Le contenu du dossier
- . Perspectives et opportunités

#### 5.2.2. Le dossier standardisé

- . La nécessité d'une standardisation
- . L'élaboration du document standard
- . La validation des informations
- . Le document standard du Centre de Pathologie Néonatale d'Arras

# 5 - 3 LE SYSTEME ARRAS

#### 5.3.1. L'évaluation du système

- . Introduction
- . Première forme d'évaluation
- . Seconde forme d'évaluation

# 5.3.2. Organisation du système ARRAS

- . Généralités
- . Architecture matérielle
- . Structure des fichiers
- . Le logiciel du système ARRAS
- . Les ressources du système ARRAS

# 5 - 4 CONCLUSIONS

#### 5 - 1 INTRODUCTION

"La pratique du dossier médical en milieu hospitalier est d'une extrême médiocrité" affirme GREMY /1/.

C'est à partir de cette constation que les médecins responsables du Centre de Pathologie Néonatale d'Arras se sont penchés sur le problème de la réalisation d'un système de saisie et de traitement automatiques des informations contenues dans ce dossier, c'est-à-dire sur la manière de les collecter, de les stocker et de les exploiter.

La réalisation d'un tel système conduit à une amélioration sensible de la constitution du dossier médical, afin qu'il soit une image réelle et complète des états de santé antérieurs et présents du patient admis dans le service.

A partir de ces perspectives nous avons mis en place, en collaboration avec les médecins du centre, le système ARRAS. Ce système est adapté à la gestion des informations contenues dans le dossier médical et par son caractère ouvert et évolutif, à la gestion de certains postes du service.

La première partie de ce chapitre est consacrée au dossier médical, plus particulièrement aux problèmes liés à la transformation d'un dossier conventionnel en un dossier automatisé.

La seconde partie est, quant à elle, destinée à décrire le système ARRAS dans ses structures et dans son utilisation.

#### 5 - 2 L'AUTOMATISATION DU DOSSIER MEDICAL

# 5.2.1. La gestion du dossier médical

Le dossier médical a nour rôle de mémoriser les informations concernant un malade, afin de permettre leur transmission entre médecins ou services et faciliter ainsi le suivi du malade au cours du temps.

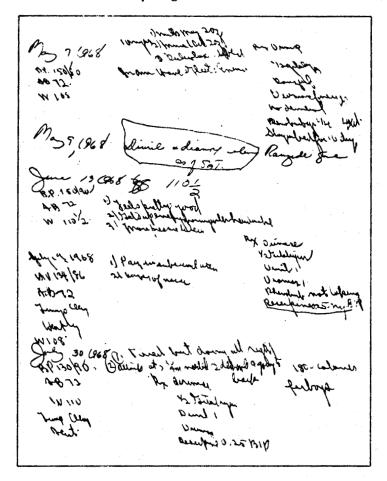
Les informations contenues dans le dossier médical sont très diverses. Elles constituent un ensemble de documents tels que :

- le cahier clinique comportant l'identification du malade, ses antécédents, l'histoire de la maladie, le bilan des observations cliniques, la décision thérapeutique, et les diverses appréciations pronostiques.
- les différents résultats émanants d'autres services, tels que les laboratoires biologiques, les salles de radios....
- Dans le cadre d'un Service de Pathologie Néonatales d'autres documents viennent s'ajouter aux précédents. Ainsi les renseignements concernant les parents du nouveau-né admis dans le Centre sont consignés dans le dossier de liaison obstétrico-pédiatrique, qui est une base d'informations nécessaire à l'entreprise des premières actions de soins à apporter au nouveau-né.

Tous les documents sont contenus dans une pochette et souvent non ordonnés, ce qui rend parfois laborieuse la recherche d'un document ponctuel. En outre, le risque de perte est important en raison des nombreuses manipulations. La figure 5.1. illustre ce qu'est dans certain cas, un élément du dossier médical conventionnel.

Néanmoins l'ensemble de ces observations est collecté dans deux buts essentiels :

- la connaissance de l'histoire et de l'évolution de la maladie d'un patient, c'est-à-dire la mise en valeur du caractère unique du dossier attaché à l'individu.
- l'aspect scientifique de l'utilisation des données d'un ensemble de dossiers, afin d'évaluer l'état de santé d'une population et de promouvoir des actions d'envergure.



#### - FIGURE 5.1. -

# - la constitution du dossier médical

La constitution d'un système de saisie du dossier médical a pour but de rassembler, sur une mémoire électronique, les éléments constitutifs de ce dossier. La poursuite d'un tel objectif soulève deux difficultés importantes :

- la première réside dans l'extrême dispersion des informations médicales qui jalonnent la vie d'un individu, étant donné qu'il n'existe pas de système où convergent les informations permettant de constituer un véritable dossier de santé. Néanmoins certaines réalisations ont permis de réaliser, dans un cadre plus restreint, tel que l'hôpital, la collecte et le traitement du dossier d'un individu. De telles réalisations nécessitent des moyens importants, et faute de disposer de tels moyens, certains projets n'ont pu être exécutés qu'au sein du service hospitalier désinséré du reste de l'hôpital.

- la deuxième difficulté provient de la nature même des informations médicales. En effet, s'il est facile de fournir aux machines des données alphanumériques qui correspondent essentiellement aux renseignements administratifs, aux observations médicales et aux résultats d'analyses, il est par contre plus difficile, dans l'état actuel des connaissances et des techniques, de représenter et de stocker de manière concise les données analogiques, telles que les ECG, les clichés radiographiques, les coupes histologiques, etc....

Il est bien évident que le dossier médical perdrait toute valeur si on ne tenait pas compte de ce type d'informations. A cette fin, il est nécessaire d'opérer une très importante réduction des données et de ne garder dans le dossier que le résultat de l'interprétation des examens correspondants. Ceci ne résoud pas tous les problèmes, car un cliché radiologique contient beaucoup plus d'informations qu'un compte-rendu, si complet soit-il.

Ces difficultés, bien qu'elles soient de taille, ne doivent pas entraver une approche de l'automatisation de la saisie du dossier. Néanmoins, il est clair que lors de la réalisation d'un tel système, un choix s'impose au niveau du contenu du dossier médical.

## - le contenu du dossier

La dotation d'un service hospitalier en matériel nécessaire à la réalisation d'un dossier médical automatisé doit apporter une amélioration notoire au niveau de la constitution de ce dossier.

Juger un dossier incomplet suppose que l'on puisse constater une différence avec ce qui devrait être un dossier complet, à condition que celui-ci existe. Dans ces conditions, le problème est de définir le contenu de chaque dossier, étant entendu que la constitution d'un dossier se fait au fur et à mesure de l'avancement des connaissances médicales sur le malade /2/.

Le contenu d'un dossier médical revêt deux asnects :

- l'aspect documentaire
- l'aspect informationnel.

En ce qui concerne la contenu documentaire, il doit permettre d'apprécier rapidement la nature et le volume des informations consignées dans le dossier. Ainsi l'utilisateur peut évaluer simplement les moyens à mettre en oeuvre pour les stocker et les manipuler plus facilement.

Le contenu informationnel peut-être considéré comme la collection des informations consignées dans le dossier, dans des buts bien définis tels que :

- aide-mémoire pour les soins
- recherche médicale
- aide à la décision.

Il est également important de tenir compte du référentiel par rapport auquel est élaboré le dossier et des variations du contenu, selon que l'on fait intervenir

- plusieurs observateurs pour le même malade
- la manière différente de poser les questions selon les observateurs
- l'intervalle de temps séparant deux observations du même malade par le même médecin.

Des études menées dans ce sens /3/ montrent que la prise d'observations médicales est sensiblement objective et reproductible, et que les variations selon le référentiel peuvent être réduites ou minimisées.

# - Perspectives et opportunités

Les médecins d'un service hospitalier possèdent avec les dossiers manuscrits actuellement archivés, une source d'informations potentielles peu ou pas exploitables pour les raisons que nous avons déjà énoncées.

La mise en place de moyens de traitement automatisé permet de débloquer cette situation et de mettre en valeur cet ensemble d'informations.

Néanmoins, l'implantation d'un tel système nécessite une analyse rigoureuse, car la différence est importante entre l'infirmière qui remplit chaque jour un cahier de service, et celle qui devra, en conversation avec une machine, entrer les informations au clavier /4/.

La qualité des soins médicaux dépend de la tenue des dossiers. Or, pour que ce dossier soit pleinement exploitable, il doit

- être tenu à jour de manière ordonnée
- contenir des consignes clairement rédigées.

Toutefois, pour atteindre de tels objectifs il est nécessaire de familiariser les utilisateurs potentiels que sont les médecins et le personnel médical, aux machines et aux méthodes de traitement numérique. En effet, leur emploi trouble d'abord l'organisation existante, et soulève autant de problèmes qu'il en résoudra par la suite /5/.

Les difficultés les plus aigues surgissent lors de l'introduction de nouveaux documents techniques. Ces documents servent de support à l'information et sont les intermédiaires entre l'homme et la machine.

C'est à partir de ces documents que naissent les difficultés de collaboration entre médecins et concepteurs, de standardisation et de définition du dossier médical.

L'objet de la partie suivante nous conduit à faire apparaître ces principales difficultés, ainsi que la manière de résoudre le problème de l'automatisation du dossier médical.

# 5.2.2. Le dossier standardisé

- la nécessité d'une standardisation

Le document que constitue le dossier médical ainsi que la manière

de relever les faits médicaux, varient dans le temms. Ils suivent l'évolution de la pensée médicale, l'accroissement des possibilités thérapeutiques ou encore l'amélioration des soins au malade.

Une information se périme au cours du temps. Ainsi, un malade hospitalisé aujourd'hui n'est pas examiné de la même manière qu'il y a 20 ans. En effet, les méthodes diagnostiques et les actions thérapeutiques ont beaucoup trop évolué et les documents se périment assez rapidement. Il faut donc mieux les conserver peu de temps, mais en extraire plus de renseignements, même si pour obtenir des séries importantes, il est nécessaire de faire appel aux services de santé d'une région entière. En outre la définition médicale variant plus dans le temps que dans l'espace, c'est dans un tel cadre qu'apparaît la nécessité d'une normalisation.

La normalisation est l'acte essentiel des méthodes d'échanges standard. Celle du document hospitalier doit apporter des améliorations telles que

- une meilleure lisibilité du dossier médical
- une meilleure diffusion des informations au sein d'un service hospitalier
- une diminution du remaniement du document.

La standardisation donne une unité à l'action à entreprendre. Néanmoins, la forme conduisant à l'élaboration d'un document hospitalier standard peut-être constituée de différentes manières.

# - L'élaboration du document standard

Le choix de la structure du dossier est lourd de conséquences ; car il va retentir sur toutes les étapes de la chaîne de traitement (acquisition, traitement, visualisation).

Certaines expériences en matière de dossier standardisé, ont déjà été menées. A cet effet, plusieurs types de structure peuvent être utilisées, correspondant essentiellement au but poursuivi par les utilisateurs du système.

Recueillir l'information sur la base de questionnaires permet une excellente standardisation des réponses /6/.

On dénombre trois types de questionnaire :

- le questionnaire fermé
- le questionnaire hybride
- le questionnaire ouvert.

Le questionnaire fermé est composé d'un certain nombre de rubriques appelées items, qui attendent pour réponses des valeurs numériques ou logiques, du type "OUI" "NON"

Les objets représentent l'ensemble des informations que le médecin estime nécessaires de recueillir dans le dossier. Ce type de questionnaire est fixe, invariant d'un malade à l'autre. Afin d'éliminer toute ambiguité, on définit un nombre d'items important, offrant un large choix de possibilités. De ce fait, ce type de questionnaire peut appraître long et rigide.

La figure 5.2. illustre ce type de questionnaire rempli au cours des examens biologiques.

Le questionnaire hybride tente de remédier en partie à l'aspect rigide du questionnaire fermé.

A cet effet, aux questions prédéterminées, sont ajoutées des rubriques dites "de commentaire libre" qui autorisent le médecin à préciser et à nuancer certaines réponses au questionnaire, en ajoutant des commentaires en langage naturel. Ces commentaires sont simplement stockés et ne font pas l'objet de traitement en machine - figure 5.3..

Ces deux types de questionnaires sont particulièrement bien adaptés aux nécessités des études statistiques ainsi qu'à l'enseignement. En effet, leur utilisation conduit à une grande rigueur dans l'observation des malades, car le document standard constitue un fil conducteur et permet d'améliorer en moyenne la qualité des réponses.

CENTRE DE PATHOLOGIE NÉO-NATALE D'ARRAS FICHE D'EXAMENS BIOLOGIQUES								Feuille N°			
TIGHT D'EXAMENTO DIOLOGIGOLO							· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				
Nom et Prénom :							NUMERATION GLOBULAIRE				
Equilibre acide-base Oxygénation Divers								G. R			
Age	Heure	pH He	PaCO <sub>2</sub>	B. D.	PaC <sub>2</sub>	FiO <sub>3</sub>	Glycémie	Bilirubine	Lactate		Ha
	-	<del>                                     </del>				-	<u> </u>		-	A	
		-					<u> </u>				E. N
			<u> </u>				L				FORMULE SANGUINE N°
							i			v	Poly Neutro
							<b> </b>				Monocytes %
							l				Autres
		<b> </b>									Lymphocytes % Ceffules %
		<u> </u>								С	IONOGRAMME PROTIDÉMIE
										٦	CO, L mmol/i
		<del> </del>	<del> </del>				<del> </del>				CI mmoi/ URÉE
								1			, mmoth mmoth
										Α	! !
		ļ									K     meq/ CREATININE
										٧	
		-									
		<u> </u>									
							i .			С	Mg SMOLALITÉ SÉRIQUE
	ļ	<u> </u>	<u> </u>								LLL mEq.1 L mosm/
											NUMERATION GLOBULAIRE
											G. R
		ļ									Hb
		1									
	-									Α	H. L  * "   LL 0 0
											E. N
İ		l									Pt
		<del> </del>									FORMULE SANGUINE N°
										٧	Poly Neutro % Manacytes %
											Poly Eosino%
		ļ									Lymphocytes % Cellules %
		l									IONOGRAMME PROTIDÉMIE
		<del>                                     </del>	<del> </del>						-	С	CO <sub>2</sub> L mmodif LL_ gif
			<u> </u>								mmol/ units
											CImeq/immol/i
		<b> </b>			i	<del> </del>				Α	Na L mEq/
											K L meqt
1		I	T							v	CREATININE
	├	<u> </u>					ļ			ľ	Ca Ca La La maoth La /c.molf
	1		<b> </b>							С	Mg Smolalité Sérique

		RÉSERVÉ AU CODAGE
	ANTÉCÉDENTS FAMILIAUX	CODAGE
21	TYPE D AFFECTI()N  (1) Sans antécédents (2) Luxation congénitale de la hanche (3) Pieds bots (4) Bec de lièvre  (5) Maladie hémorragique définie (6) Enzymopathie héréditaire  (9) Autre maladie ou malformation à caractère héréditaire non indiquée ci-dessus	
	22 - LIGNÉE et DEGRÉ DE PARENTÉ  (11) Frère (12) Sœur  (21) Père (22) Mère  (23) Oncle paternel (24) Tante paternelle  (25) Oncle maternel (26) Tante maternelle  (31) Grand'Père paternel (32) Grand'Mère paternelle  (33) Grand'Père maternel (34) Grand'Mère maternelle  (41) Arrière-Grands-Parents paternels  (42) Arrière-Grands-Parents maternels  (51) Cousins (52) Cousines	
	COMMENTAIRES DIVERS	

Malgré ces avantages, l'utilisation d'un questionnaire fermé ou hybride en routine est souvent mal accepté en raison de la rigidité qui interdit l'expression de tout commentaire nuancé.

Le questionnaire ouvert est la solution adoptée par ceux qui veulent pallier cette rigidité.

Un tel questionnaire se caractèrise par le fait que les rubriques qui le composent peuvent admettre des réponses descriptives. Au lieu de détailler les questions en un grand nombre d'items élémentaires, on indique simplement un titre de questions général et la réponse du médecin se fait en termes clairs.

Bien que ce type de questionnaire amène beaucoup plus de souplesse dans son utilisation, il ne peut être destiné qu'à une exploitation documentaire, car l'exploitation à des fins scientifiques n'est guère concevable en raison du manque de références strictes. De surcroît, la validation de l'information n'est guère aisée, car l'efficacité d'un tel sytème est liée à la qualité du texte, c'est-à-dire à la motivation du médecin lors de la constitution du dossier.

#### - La validation des informations

La constitution d'un système d'acquisition et de traitement automatique des informations médicales nécessite un contrôle important des données transmises à la machine, car dans ce domaine, il n'y a pas de petites erreurs, et la moindre ommission peut prendre une importance insoupçonnée lorsqu'elle est sortie de son contexte : une erreur dans l'orthographe d'un nom de malade ne l'empêche pas d'être lisible, mais entraine la perte des documents qui le concernent lors d'un classement albhabétique.

Dans un système automatique, le contrôle des informations doit être précoce. Il doit se faire à la saisie. Il est donc important d'établir un processus de contrôle qui soit capable de reconnaître :

<sup>-</sup> l'erreur

<sup>-</sup> le type de l'erreur.

Le contrôle de l'information doit se faire sur quatre plans différents qui entrainent autant de structures de contrôle et de validation /7/. Le premier type de validation concerne la donnée unique, dans le sens où une information quantitative ne peut-être aberrante. C'est le cas de la taille d'un nouveau-né exprimée en centimères et qui est saisie en millimètres. Ce type d'erreur de transcription est fréquent et doit être impérativement filtré.

Le second type d'erreurs concerne la variation de valeur d'une donnée saisie régulièrement. C'est le cas de la mesure de poids journalière. Un nouveau-né peut peser au jour J,2 500 grs, qui est une valeur valable, par contre, la variation d'un jour à l'autre ne peut être de 500 grs.

Ce type d'erreur, souvent due à une mauvaise lecture des appareils de mesure ou à une mauvaise transcription peut porter à conséquence lors de l'analyse d'une courbe de poids.

Le troisième type d'erreur concerne la valeur d'une donnée dans un contexte d'informations devant constituer un groupe homogène. Ainsi, les constituants élémentaires du sang (taux de globules rouges, hémoglobine, hématocrites...) sont des quantités en relation étroite. Il est donc nécessaire de les corréler pour valider en bloc l'ensemble des informations sur les constituants du sang.

Le quatrième type d'erreur rejoint le troisième dans le sens où on replace une information dans un contexte particulier. C'est le cas d'une réponse positive à la durée d'intubation d'un enfant, alors que celui-ci n'a pas été réanimé.

Ce type d'erreurs est le plus souvent inhérent à la structure du questionnaire, c'est-à-dire à la présentation des questions et à la clarté des énoncés. Ceci met en avant la nécessité d'établir un questionnaire clair, équilibré dans sa structure et agréable à manipuler.

En conclusion de cette première partie, nous nous attachons à décrire le document établi dans le Service de Pathologie Néonatale d'Arras, dans le but d'automatiser la saisie du dossier médical en temps réel.

- Le document standard du Centre de Pathologie Néonatale d'ARRAS.

Le dossier du Centre Néonatal d'Arras est constitué à l'admission du nouveau-né. Dans ce dossier est consigné l'ensemble des informations acquises pendant le séjour du patient. Une particularité de ce document réside dans le fait que l'on ne trouve pas l'histoire médicale directe du malade, mais un important volume d'informations concernant les antécédents familiaux, l'évolution de la grossesse et l'accouchement.

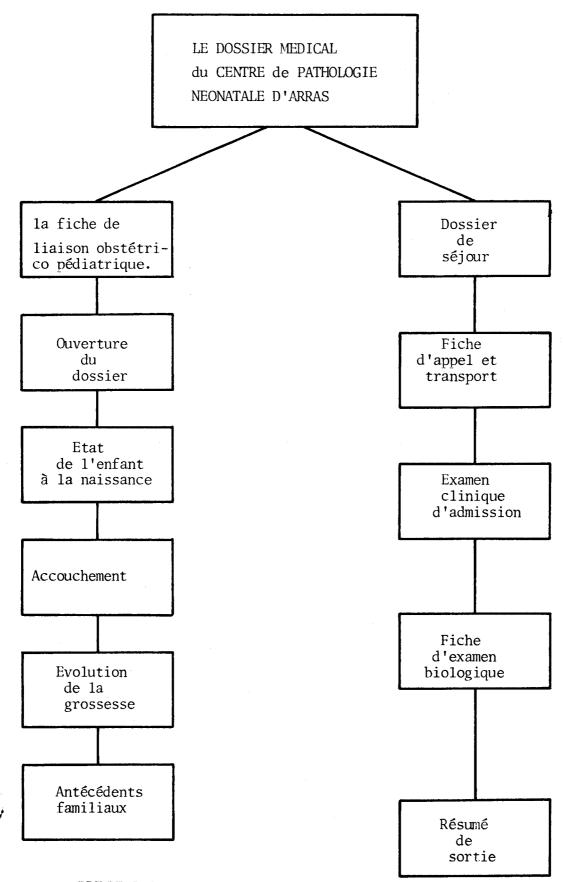
Le dossier se décompose en deux sous dossiers :

- la fiche de liaison obstétrico-pédiatrique
- le dossier de séjour.

Chacun de ces sous dossiers est subdivisé en plusieurs rubriques telles que l'illustre la figure 5.4.

La fiche de liaison obstétrico-pédiatrique est composée de six rubriques principales dans l'ordre suivant :

- l'état civil de l'enfant, de ses parents, ainsi que les modalités d'admission. Cette rubrique est remplie dès l'arrivée du nouveau-né, ce qui permet de lui affecter un numéro identificateur qui constitue la clé d'accès à l'ensemble du système du traitement de l'information du service.
- l'état de l'enfant à la naissance. Cette rubrique est constituée par un certain nombre d'observations cliniques faites dès la naissance.



- FIGURE 5.4. -

BUS

- l'accouchement. C'est une partie importante du dossier. Elle intègre tous les renseignements concernant l'accouchement, ainsi que les pathologies survenues et les thérapeutiques appliquées.
- l'évolution de la grossesse, recouvrant toute la période gestationnelle et rassemblant les informations sur la mère et les traitements suivis au cours de la grossesse.
- les antécédents génico-obstétricaux
- les antécédents familiaux.

Ce questionnaire établi dans l'objectif d'une automatisation de la saisie des données et du type hybride, par définition du terme, car chaque rubrique comporte un certain nombre d'items précis, à réponse logique ou quantitative ; néanmoins, le médecin a la possibilité, dans chacune de ces rubriques, de la compléter par un commentaire en texte libre.

La structure de ce dossier, telle qu'elle est présentée, conduit à une implantation temps réel facile. De multiples essais ont permis de définir cette organisation. La chronologie des événements qui sont consignés dans ce dossier est inverse de celle de l'évolution de la grossesse. L'explication réside dans le caractère d'intervention de l'acte médical effectué dans ce service. En effet, la rédaction du dossier ne doit pas être une charge pour le médecin. De ce fait, dès l'admission, ses préoccupations sont plus celles de maintenir l'état de santé de l'enfant que de remplir des feuillets. A cette fin, les informations principales et prioritaires sont brèves, concises et demandent peu de temps au médecin, mais elles sont néanmoins nécessaires et primordiales à l'identification du patient et à l'exécution des premières actions.

Les autres renseignements peuvent souffrir un retard dans leur acquisition, étant donné qu'ils ne sont pas nécessaires dans l'immédiat de l'admission.

La figure 5.5. donne l'exemple d'une page concernant l'accouchement et nous permet de faire deux remarques sur la structure adoptée pour le traitement en temps réel.

- la première consiste à doter certaines questions appelant diverses réponses, d'un ensemble de réponses possibles, conduisant le médecin à ne pas perdre de temps lors de la rédaction (pathologie en cours de travail).
- la seconde consiste à conduire le médecin lors de la constitution du dossier, aux rubriques qui suscitent des réponses, c'est-à-dire que les différentes questions posées forment un enchainement logique. Ainsi une réponse positive à la question de savoir si le mode d'accouchement est une césarienne entraîne le saut des rubriques concernant le type de présentation et l'intervention par voie basse.

En résumé, une telle structure est bien adaptée à la rapidité des actions à entreprendre et au traitement en temps réel.

Le dossier de séjour est composé de quatre rubriques :

- la fiche d'appel et de transport, consignant toutes les informations correspondant à la prise en charge du nouveau-né entre la maternité et le centre.
- la fiche d'examen clinique d'admission. C'est dans ce document que sont consignées les informations concernant les examens des différentes fonctions du nouveau-né (respiratoire, cardiaque, neurologique...).
- la fiche d'examen biologique qui rassemble les résultats d'examens biologiques constitués à partir des échantillons fournis au laboratoire.

# ACCOUCHEMENT (suite)

7	-			S DU TRA				es (3) Dir						
8	١ -	THERAP	EUTIQUE	ES EN CO	OURS	DE '	TRAVAIL							
		10/ 140/1		ociques :	ore (7		ises possi	Diea/				(0)	Non (1) Oui	
		2		•									Non (1) Oui	
										• •	•			
				spasmodiq									Non (1) Oui	
				mimétique	S:	•							lon (1) Oui	
		. 5	Séda	itifs:				• • • • • •				(0) 1	Non (1) Oui	
		6	- Autre	es:					<b>.</b> .			(0)	ion (1) Oui	
		7								MODE D'ADMINIS se + Bicarbonate				
9	٠			COURS (INDIQUE								• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •		
			03 Hem 04 Ecla	hropathie gravii iorragie rétropla impsie e convulsive au	centaire	08 09 10 11	Afibrinogénémic Etat de choc Hyperthermie Infection urina Infection amni Echec du traiti	≥ à 38° : ire otique	14 15 16 17	chec du déclenchement Philipite Imbolie pulmonaire Imbolie animotique Complic. cardio-vasc. Complic. neurologique	20 21 22	Complic psychiatrique Complic digestives Complic endocrimenne Tétanie Autre		
			32 Dyst 33 Pres	ffrance fœtale tocie liée au ba ientation dystor tocie des épaul	eupe	36 37	Excès de volur Dystocie de tê Dystocie cervic Dystocie dynar	te dernière :ale	40   41	Procidence du cordon Procidence d'un membre Macenta praevia l'umeur praevia	44	Rupture utérine Fatigue maternelle Autre		
10				MEMBRANI										
11				•						s de césarienne			- v	
12		ASPECT	DU LIQI		ΙΟΤΙΩ	UE L	ORS DE L	A RUPTU	RE.	· • • • • • • • • • • • • • •		• • • • • • • •		
				conial (3)	•				•					
13				CONIAL (3)							• • •			
			,_,					PULSI	-					
1		MODE D	ACCOU	CHEMENT						! 				
		(1) Voie l	basse spo	ontanée (	2) Void	e bas	se non spo	ontanée				(3)	Césarienne	
										olet (6) Siège dé			erse	
3-4	•	CEPHAL	JOUE										Ī	
				1 OP	2 G/	A	3 <sub>GT</sub>	4 GP	7	/ Fngagemen				
		[i	5 00	6	6 7		9 9 9 9 9		Engagement					
		Ľ	os	OS DP DT			DA précisabl			( Dégagement				
5		INTERVE	NTION P	PAR VOIE	BASSI	Ε								
ſ	0	aucu	aucune 1 forceps		T	2 spatules			ventouse	•	siège etite extraction			
ı	5	sièg Irande ext		6 sid	ge schnia			sion	8	autre	<del>.</del>	on précisé		
6	<u>_</u>			4						<u></u>				
-		(O) Non		NEALE										
		(O) Non	(1) Sim	ple (2) C	omplèt	e (:	3) Complic	quée				•		
8	•									hrombus (8) Aut				
9	•			COMPLÉN ilisation					• • • •	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				
10	•			CÉSARIEN				ON VOIE	BAS	SE -				
		(INDIQUE	ER EN CL	AIR)									<del></del>	
			03 Herni 04 Eclar	hropathie gravid orragie rétropla mpsie	contaire	08 09 10	Afibrinogénémie Etat de choc Hyperthermie Infection urinai Infection amnio	≥ à 38°	14 P 15 E 16 E	chec du déclanchement hiébite mbolie pulmonaire mbolie amniotique omplic. cardio vasc.	20 21 22	Complic. psychietrique Complic. digestives Complic. endocrinienne Tétenie Autre		

- le résumé de sortie, dans lequel sont consignés les 17 résultats du dernier examen et les facteurs de risque auxquels l'enfant sera soumis à sa sortie.

La contribution d'un dossier complet nécessite la réponse à environ 350 questions. Il est donc évident que dans l'emploi du temps du médecin, la part réservée au "remplissage" du dossier doit être relativement restreinte, compte-tenu qu'il s'agit d'un service de médecine hospitalière et d'intervention.

La conception et la mise en place d'un système de saisie automatique en temps réel des données du dossier médical est un objectif important à atteindre pour laisser d'une part plus de temps au médecin dans ses interventions et d'autre part de réunir sur un support informatique un ensemble de données complet et homogène.

La description d'un tel système fait l'objet de la seconde partie de ce chapitre. Une partie de ce dossier concernant la fiche de liaison obstétrico-pédiatrique est présentée en annexe A1.

## 5 - 3 LE SYSTEME ARRAS

# 5.3.1. L'évaluation du système

#### - Introduction

Nous avons proposé, dans le chapitre 3, l'énoncé général d'un cahier des charges consignant les objectifs que les médecins du Centre Néonatal d'Arras cherchaient à atteindre en incluant dans leur service un système automatique de saisie de l'information.

De plus, une structure générale de l'organisation du système était décrite.

L'objet de cette partie est de décrire plus précisèment la dotation des postes du service et de fixer l'analyse des besoins de ces postes.

Le tableau de la figure 5-6 illustre une première forme d'évaluation adoptable.

	Salle de radio et d'élevage	laboratoire	Salle de consulta- tions	Secrétariat	Centre de Traitement
Conversationnel	0	0	0	0	0
Impression	0		0		0
Stockage			0		0
Traitement temps réel sur mémoire à court terme	0	0	0		0
Traitement temps différé sur mémoire à long terme		0	:		0
Traitement décentralisé.		0	0		0

### - Première forme d'évaluation

Le découpage du projet ARRAS est fait suivant deux axes principaux :

- le premier correspond à un partitionnement géographique des postes de saisie et de visualisation de l'information.

Ces postes sont constitués par :

- . la salle d'élevage et de radio
- . le laboratoire
- . la salle de consultation
- . le secrétariat
- . le centre de traitement.
- le second axe correspond aux différentes ressources que peut fournir un système général de traitement de l'information, à savoir :
  - . les périphériques conversationnels (écran, clavier...)
  - . les moyens d'impression
  - . les dispositifs de stockage
  - . les possibilités d'intervenir en temps réel sur une mémoire à court terme.
  - . les possibilités d'intervenir en temps différé sur une mémoire à long terme
  - . la mise en place d'unités décentralisées et autonomes en liaison avec l'unité centrale de traitement.

<u>REMARQUE</u>: La notion de mémoire à court terme correspond au stockage d'un nombre important d'informations brutes. Une mémoire à long terme est constituée par un ensemble d'informations choisies et valorisées après compression et traitement.

#### - Seconde forme d'évaluation

L'évaluation du système s'est faite également suivant deux autres axes.

- vis à vis des relations homme-système
- vis à vis des caractéristiques techniques.

Les relations homme-système correspondent essentiellement à l'acceptabilité du système par les utilisateurs, ce qui demande avant tout un dialogue entre les utilisateurs et les concepteurs, une adaptation des points de vue de chacun des partis, et de manière plus primordiale une formation et une information adaptées aux personnes amenées à utiliser le système.

Il est également nécessaire de définir la fréquence d'utilisation des systèmes conversationnels. A cet effet, trois paramètres peuvent être pris en compte.

- le temps moyen d'exécution d'un dialogue
- le nombre de dialogues à exécuter
- les contraintes temps pour un dialogue donné au niveau du service.

Ces différentes données permettent d'établir un schéma d'organisation et d'utilisation du système par le personnel dans les horaires du service.

Les caractéristiques techniques prennent en compte les performances demandées à chacun des éléments du système. C'est-à-dire :

- l'architecture à adopter (centralisée, décentralisée et répartie)
- la taille de la mémoire centrale
- les caractéristiques de l'unité centrale (nombre d'entrées-sorties, temps d'exécution d'une instruction)
- la taille et le type de la mémoire de masse conduisant à définir la structure des fichiers (disques, dérouleurs de bandes)
  - le débit des périphériques de sortie
  - le logiciel de base à adonter.

Ces deux types d'évaluation ont fait l'objet d'une analyse au Centre Néonatal d'Arras /8/. Une telle évaluation peut-être simulée /9/ pour cela il existe notamment un logiciel de simulation SIMULA /10/ permettant de paramétriser les différentes rubriques citées et conduisant, à partir d'un système virtuel simulé, à déterminer les voies d'accès au système réel.

Ces considérations nous conduisent à la description du système ARRAS, tant au niveau de son architecture matérielle que de sa structure logicielle.

# 5.3.2. L'organisation du système ARRAS

# - Généralités

Le Centre de pathologie Néonatale d'Arras est un service autonome détaché géographiquement du centre hospitalier départemental. Il admet annuellement entre 500 et 600 nouveaux-nés. Le personnel médical et paramédical attaché à ce centre est constitué d'environ 90 personnes. Ce poste est doté depuis 10 ans d'un système informatique pour le traitement en temps différé. L'implantation d'un nouveau système devrait apporter une dynamique importante dans l'organisation du service et dans le suivi du processus de soins donnés au malade.

Le système est conçu autour des concepts de mémoire à long terme et de mémoire à court terme.

Il n'est guère possible, devant une grande quantité d'informations, d'envisager le stockage de toutes les données brutes reçues. En fait, on peut considérer que lorsque l'enfant est présent dans le service, c'est-à-dire lorsqu'il nécessite une attention particulière, le médecin doit avoir rapidement en sa possession toutes les informations qui sont émises, ce qui représente la mémoire à court terme.

A la sortie de l'enfant, il n'est pas nécessaire de stocker toutes les informations brutes, mais plutôt un ensemble de résultats issus de leur traitement, exploitables lors des consultations qui suivent la période d'hospitalisation, ce qui constitue la mémoire à long terme.

Le système ARRAS est également orienté vers l'aspect interactif et conversationnel, c'est-à-dire vers l'aspect temps réel d'un système informatique, sans néanmoins négliger les opérations en temps différé, qui permettent, dans les temps d'inoccupation de la machine, de traiter des volumes de données importants dans le but d'études statistiques. Dans ce sens, le système ARRAS est orienté vers ces deux aspects.

Le traitement en temps réel est constitué de plusieurs modules, comportant :

- des modules d'acquisition du dossier médical
- des modules d'acquisition et de traitement journalier des données biométriques et des résultats de laboratoire
- des modules de réservation et d'édition du planning des consultations
- des modules d'édition des feuilles de service journalières.

Le traitement en temps différé est composé de modules permettant d'avoir accès à une importante bibliothèque mathématique conçue et adaptée aux particularités du service, ainsi qu'à des programmes utilitaires de gestion de fichier tels que des modules de tri alphabétique, avec édition d'un annuaire des nouveaux nés et entre autres, des modules de recherche rapide et d'identification des dossiers contenus dans le fichier.

La constitution d'un système de traitement automatique des informations au sein d'un service hospitalier nécessite de faire des choix quant à l'organisation.

Ces décisions se prennent quand l'analyse de l'application est parfaitement définie. Elles concernent essentiellement l'architecture matérielle et la structure logicielle. Les choix que nous avons adoptés en collaboration avec le responsable du service font l'objet du développement suivant , dans lequel nous nous efforcerons de mettre en valeur les critères qui nous ont guidés pour prendre de telles décisions.

## - Architecture matérielle

La figure 5.7 illuste la configuration du matériel entrant dans le système. L'architecture adoptée est mixte, c'est-à-dire centralisée et répartie. La configuration matérielle est faite à partir des éléments existants dans le service. Toutefois, des extensions sont réalisées sur la base de périphériques intelligentes pouvant travailler de manière autonome.

Le système centralisé est chargé de gérer la quasi-totalité du traitement en temps réel, c'est-à-dire :

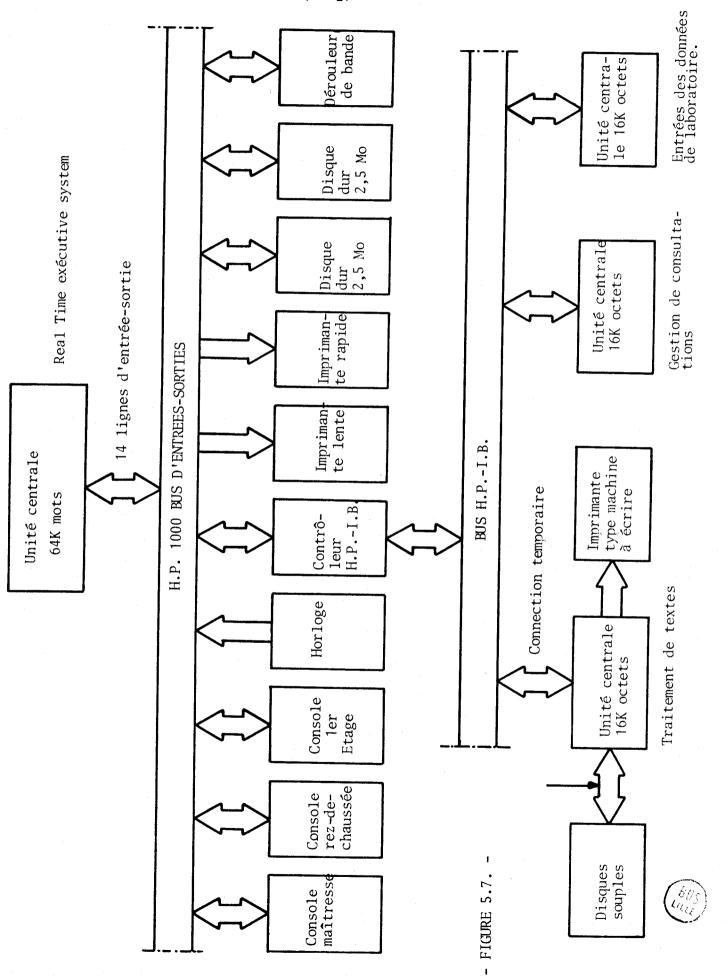
- l'acquisition de données
- l'impression des feuilles journalières du service
- la gestion du fichier
- la gestion de la consultation.

Il a également la charge de la totalité du traitement en temps différé, correspondant :

- au traitement statistique
- à la mise en oeuvre des programmes utilitaires.

Ce système central est construit autour d'un mini-calculateur, d'une capacité en mémoire centrale de 64 K mots de 16 bits ayant surtout des possibilités importantes en entrées-sorties, auxquelles sont connectés :

- trois écrans claviers (salle d'éclairage, secrétariat, centre de traitement)
- deux imprimantes (salle d'élevage, centre de traitement)



- deux unités de disques durs (10 M octets)
- un dérouleur de bande
- un contrôleur de Bus normalisé IEEE 488 (HP-IB)

Le système décentralisé a pour but de décharger le calculateur central de certaines tâches qui peuvent être traitées sur des machines plus petites qui ne nécessitent pas les ressources d'un système important.

Une unité de ces systèmes est constituée d'un micro-calculateur en liaison avec le calculateur central par le Bus normalisé, ce qui lui permet d'avoir accès aux fichiers centraux à la demande.

Ce type de machine possède ses propres périphériques intégrés (imprimante, écran-clavier, cartouche magnétique). Elle a en outre la possibilité d'être connectée à des périphériques plus importants (unité de disques souples, imprimantes).

Deux postes sont dotés de telles unités :

- la salle de consultation où sont examinés les enfants après leur hospitalisation et permettant au médecin d'avoir à sa disposition les données acquises lors de la consultation.
- le laboratoire pour la collecte des données biologiques et pour sa propre gestion.

Un troisième poste à doter d'une telle unité est le secrétariat. Cette unité supporte un logiciel de traitement de texte et permet l'édition automatique des résumés de consultation et de lettres de compte-rendus.

#### - La structure des fichiers et le logiciel

Le fichier dans un service hospitalier est un élément important de son organisation, car celle-ci est basée, en grande partie, sur cette collection de données que représente le fichier. La facilité d'accès et la rapidité de consultation du fichier des patients est l'atout essentiel d'un système de traitement automatique.

La mémoire du sytème ARRAS est constituée autour de deux fichiers principaux réalisant la mémoire à long et à court terme.

Les fichiers destinés au traitement en temps réel constituent la mémoire à court terme. La figure 5.8. illustre la structure. Ils forment un bloc glissant dans le temps, ayant pour point central l'année en cours. A partir de ce point, le médecin doit pouvoir avoir accès aux patients admis les trois années précédentes et pouvoir organiser le planning des consultations pour les deux années suivantes. Cette mémoire à court terme est bâtie sur trois fichiers :

- le fichier patient
- le fichier poids
- le fichier de consultation.

Le fichier patient est de loin le plus important. Il permet de stocker les informations de 500 patients. Un enregistrement est constitué par les informations d'un patient auxquelles est alloué un espace de 1 000 mots machine, ce qui permet de stocker les 350 réponses du dossier médical.

Le numéro de dossier attaché au nouveau-né dès son admission est la clé d'accès à l'ensemble du fichier patient. Il se trouve toujours en tête de l'enregistrement ce qui permet par adressage indirect, d'avoir un accès rapide aux données d'un individu.

Ce fichier patient est constitué pour un an. A la fin de l'année écoulée, il est archivé sur bande magnétique et seules les informations essentielles permettant de retrouver un individu sont conservées. C'est à partir de ce fichier que sont édités les résultats et les conclusions du séjour d'un nouveau-né.

- 3 ans	- 2 ans	- 1 an	année en cours FICHIERS PATIENTS	+ 1 an	+ 2 ans
	Fichier no	ominatif			
			Fichier	de consultat	ions

- FIGURE 5.8. -



Le fichier poids qui est manipulé quotidiennement, stocke les poids des enfants présents dans le service. Conçu sur le même principe que le fichier patient, il est consultable à la demande du médecin pour le suivi du malade ou pour rendre compte de l'évolution de son état de santé. Une feuille récapitulative des mesures à faire, à refaire et antérieures est éditée chaque jour.

Le fichier des consultations permet d'établir le planning des consultations sur trois années. Constitué de manière à être manipulé en temps réel, il est essentiellement utilisé par le secrétariat, dans le cadre des réservations téléphoniques, des annulations ou des changements d'heure de rendez-vous.

Les fichiers destinés au traitement en temps différé constituent la mémoire à long terme. Ils servent essentiellement pour les consultations et réalisent la banque de données nécessaires aux diverses études statistiques menées dans le service. Ils sont constitués en partie d'éléments du fichier patient que le médecin utilise lors de la visite d'un enfant. Ils sont de plus enrichis à chaque consultation, déterminant ainsi un ensemble homogène d'informations descriptives de l'évolution de l'état de santé de l'enfant.

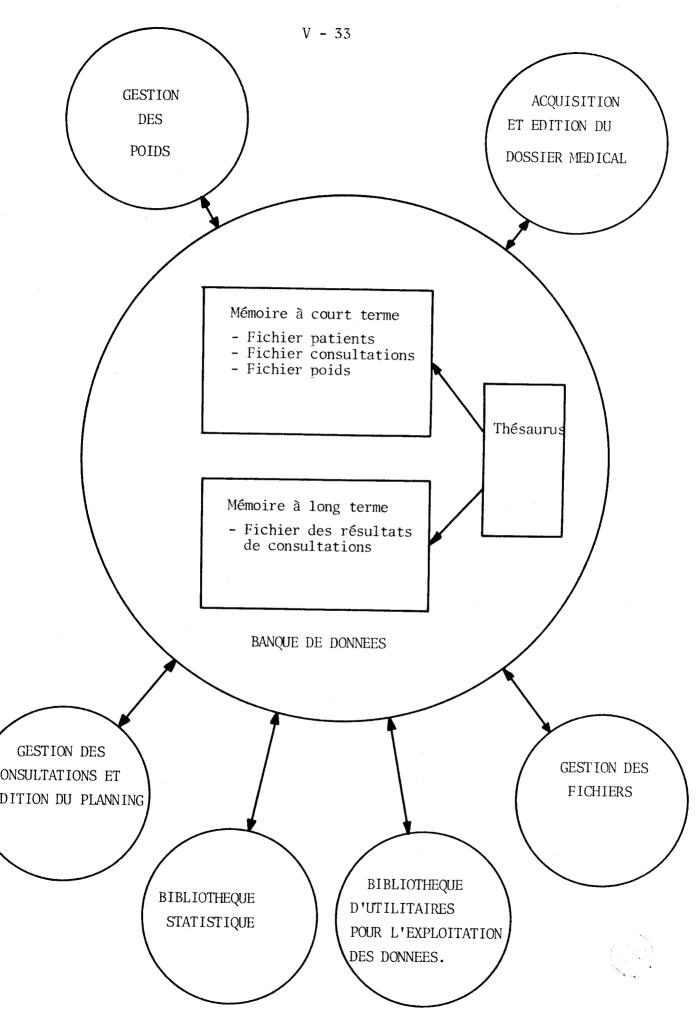
# - Le logiciel du système ARRAS

Le synoptique de la figure 5.9. illustre la structure logicielle nécessaire à la gestion des fichiers précédemment décrits.

Les deux types de mémoire sont en relation avec un thésaurus qui forme un dictionnaire de termes médicaux, ceci permettant d'obtenir des éditions en termes clairs. L'ensemble des deux mémoires et du thésaurus constitue la banque de données.

Le logiciel d'exploitation du système ARRAS se décompose en 6 modules :

- le module d'acquisition et d'édition du dossier médical, qui gère en temps réel la saisie et l'impression des différentes pages du dossier, ainsi que l'édition du récapitulatif des données manquantes, afin de prévenir l'opérateur de la présence d'un dossier incomplet.
- le module de gestion des poids, gère l'acquisition quotidienne du poids des enfants présents dans le service et édite la feuille journalière de ces mesures. Ce module a la charge également de clore un enregistrement patient lorsque celui-ci est sorti et de remettre à jour la zone de données affectée à la place qu'il occupait à la salle d'élevage. Ce module, comme tous les modules d'acquisition, est doté des taches de correction et de validation de données.
- le module de gestion de consultation permet au secrétariat d'avoir, en temps réel, une visualisation synthétique du planning des réservations et la possiblité de réserver, d'annuler ou de changer de rendez-vous.
- la bibliothèque d'utilitaires pour l'exploitaiton du fichier est composée de différents programmes qui permettent :
  - . de constituer un ensemble d'informations pour le traitement statistique
  - . de trier le fichier.
- la bibliothèque statistique est composée d'un ensemble de programmes mathématiques adaptés aux besoins du service et destinés à exploiter les ensembles de données précédemment définies. Ce sont des programmes d'analyse discriminantes, de régression linéaire et multiple, de corrélation....
- les modules de gestion de fichier ont pour rôle de gérer la translation du fichier dans le temps et également de permettre l'accès aux unités décentralisées et à la banque de données centrale.



- FIGURE 5.9. -

Nous ne tenons pas, dans cet exposé, à donner le détail de chacun des constituants des modules, bien que nous les ayons réalisés. Néanmoins, nous nous efforçons de détacher de cette organisation la manière dont a été constitué ce système, c'est-à-dire un ensemble de modules de programmes ayant accès à une ressource commune et possédant des interfaces de dialogue bâties sur le même principe, ce qui conduit à disposer d'un ensemble logiciel homogène et ouvert, dans lequel chaque partie peut-être modifiée ou changée sans perturber le bon fonctionnement de l'ensemble.

# - Exemple de mise en oeuvre d'un programme de système ARRAS

La mise en oeuvre du système ARRAS est simple et adapté à la formation de l'ensemble du personnel soignant.

La procédure que nous décrivons permet d'avoir accès à une partie du dossier médical correspondant à la fiche de liaison obstétricopédiatrique.

Le processus de saisie est lancé à l'arrivée d'un patient dans le service. L'accès à un fichier se fait en deux étapes correspondant à deux niveaux hiérarchiques différents, chacun de ces niveaux étant caractérisé par un catalogue ou menu.

Le premier menu permet de déterminer le sens du transfert des informations.

- en entrée, de l'extérieur vers la base de données, pour l'acquisition.
- en sortie, de la base de données vers l'extérieur pour l'impression d'un état patient ou pour une éventuelle consultation du fichier.

Le deuxième menu permet d'avoir accès à une page particulière du dossier informatisé.

A la suite de ce choix, l'opérateur répond aux questions qui lui sont successivement posées ; c'est à ce niveau que sont faits les tests

de validation de données dans le cadre d'une saisie. Dès que le questionnaire est rempli l'opérateur a de nouveau accès au menu lui permettant de consulter une autre page du dossier ou d'acquitter la fin du dialogue.

En sortie le processus se déroule de la même manière et l'opérateur dispose du document imprimé correspondant à la page visualisée sur l'écran de la console.

# - Les ressources du système ARRAS

Le système ARRAS, opérationnel depuis janvier 1981, constitue dans sa version actuelle une première étape d'un système général de traitement des informations médico hospitalières. Il représente le premier maillon d'une chaîne qui doit, par la suite, donner au médecin un outil d'investigation puissant auprès du malade. La qualité de ce maillon est essentielle dans une telle chaîne, car il constitue un filtre efficace à toutes les perturbations mélangées aux informations intéressantes et permet de constituer une banque d'informations homogène et pure.

Une telle réalisation autorise des développements qui peuvent se cristalliser autour de trois objectifs :

- l'aide à la décision médicale
- l'aide à l'enseignement
- l'aide à la recherche.

De tels objectifs ne peuvent être atteints que si les informations, préalablement acquises sur le sîte, constituent une source d'informations sûres et permettent de mener des études prédictives, telles que l'aide au diagnostic ou de servir de base de référence dans le cadre de l'aide à l'enseignement. On trouvera en annexe A2 le document d'un état patient, tel que peut en disposer le médecin.

# 5 - 4 CONCLUSION

Bon nombre de grands centres hospitaliers se sont donnés depuis ces dernières années les moyens de traiter les informations émises par les patients

admis dans leur service. Ces moyens initialement destinés à l'administration des hôpitaux ont été voués par la suite au traitement des informations médicales. Les médecins y ont vu une aide appréciable dans l'exercice de leur fonction, permettant d'améliorer les conditions de soins à apporter aux patients.

Dans ce chapitre, nous nous sommes efforcés de monter qu'un service spécialisé au sein d'un hôpital départemental peut se donner les moyens que seuls, auparavant, les grands centres pouvaient obtenir.

L'implantation d'un tel système nécessite une parfaite collaboration entre les utilisateurs, en l'occurence les médecins et les concepteurs, pour définir toutes les lignes directrices d'un cahier des charges destiné à atteindre un objectif final souhaité.

Le système d'acquisition est essentiellement basé sur la collecte des données contenues dans le dossier médical. C'est la raison pour laquelle nous avons consacré la première partie de ce chapitre à montrer l'évolution que doit suivre un dossier conventionnel pour devenir un dossier standardisé. Cette voie, suivie par les responsables du Centre de Pathologie Néonatale d'Arras, nous a permis de définir les moyens à mettre en oeuvre pour faire l'acquisition de ce dossier standard en temps réel.

Ce système, décrit dans la deuxième partie de ce chapitre, n'est que le premier maillon d'une chaîne de traitement plus importante, qui se veut être génératrice de progrès dans les domaines de l'aide à la décision médicale à l'enseignement et à la recherche, car sa conception rigoureuse et sa manière analytique de présenter les différents états d'un patient peuvent apporter une aide appréciable au médecin, sans cesse confronté à une multitude d'informations.

De plus, un tel système apporte aux postes annexes d'un service hospitalier une aide substantielle dans la mesure où il supprime une bonne partie des tâches administratives, répétitives et peu enrichissantes et conduit à doter ce service d'un système de traitement de l'information souple et efficace.

# -BIBLIOGRAPHIE-

- /1/ Avenir et signification de la médecine informatique  $GREMY\ F. I\ R\ I\ A Paris\ Juin\ 1979.$
- /2/ Que doit contenir le dossier d'un malade chronique.

  J.M. MARTIN et J. MARTIN Congrès M.I.E. Toulouse 1981.
- /3/ Observer variation in clinical diagnosis a computer aided assesment of its magnitude and importance in 552 patients with abdominal pain.

  Meth. Inf. Med. Vol.  $12 N^{\circ} 2 pp$ . 108-113 1972.
- /4/ L'exercice de la médecine et le traitement de l'information. SOLA J. - Concours médical - Vol. 89 - pp. 108-109 - 1967.
- /5/ Application de l'ordinateur en médecine.

  A. BESSON Dunod 1969.
- /6/ Applications médicales de l'informatique.

  M. GOLDBERG F. GREMY Editions médicales et universitaires.
- /7/ Comprendre et organiser le traitement automatique de l'information J. BERNARD -- DUNOD 1965.
- /8/ Transformation de la structure matérielle et logicielle de l'outil informatique au Centre de Pathologie Néonatale d'Arras.

  M. COUVREUR Note interne novembre 1980.
- /9/ Evaluation d'un système informatique de laboratoire à partir de la simulation d'une journée de travail au laboratoire.

  B. HUET et J. MARTIN M.I.E. Toulouse 1981.

/10/ SIMULA sous SIRIS 7/SIRIS 8
C.I.I. - H.B. - SIMULA 1/1973 - Manuel d'utilisation - tome 2.

# - CONCLUSION GÉNÉRALE -

L'étude présentée dans ce mémoire nous a permis de dégager les étapes fondamentales de l'automatisation de certaines tâches effectuées par le médecin au sein d'un service hospitalier où l'on pratique essentiellement une médecine d'intervention et d'urgence.

Le médecin n'est pas un créateur, dans le sens où, comme l'ingénieur, il n'a pas à concevoir un outil ou un nouveau produit. Il est avant tout un décideur, c'est-à-dire que les choix des actions à entreprendre face à un malade incombent à lui seul ou à un groupe de médecins.

Ces décisions ne peuvent être prises qu'après avoir collecté un nombre important d'informations, de nature et d'horizon très divers. Néanmoins, la collecte ne suffit pas à générer les choix. Il est fondamental, avant de pouvoir prendre une décision, d'organiser les informations acquises et ensuite de les analyser pour en retirer les caractères types, permettant de déclencher les processus d'action.

Les phases d'organisation et d'analyse constituent une part importante du temps nécessaire à la prise de décision. Ce temps est d'autant plus critique que les actions à entreprendre sont urgentes. Dans un tel contexte, le médecin cherche les outils capables de l'aider dans sa prise de décision.

La création d'un outil d'aide à la décision médicale est un vaste projet qui nécessite de la part du concepteur une parfaite connaissance du milieu où il doit l'intégrer. Ces connaissances ne peuvent être acquises que si une collaboration étroite et suivie s'établit entre le médecin utilisateur de l'outil, qui en détermine les composantes

essentielles et les mécanismes de fonctionnement et le concepteur, qui apporte ses idées et son savoir-faire sur l'élaboration d'une telle machine.

Les principaux éléments de réussite d'un projet sont alors les suivants :

- . Apprentissage du milieu dans lequel sera intégré l'outil de décision, afin de l'adapter aux caractéristiques du service. Bon nombre de systèmes ont été conçus, en effet, sans tenir compte de ce critère, de telle sorte qu'ils contraignent l'utilisateur, plutôt qu'ils ne l'aident.
- . Formation de l'ensemble du personnel utilisateur, afin de lui permettre de transformer progressivement ses habitudes et de s'adapter au nouvel outil.
- . Elaboration précise d'un cahier des charges, fixant les modalités de la réalisation d'un projet adapté au service des utilisateurs et aux informations acquises.
- . Analyse et conception du programme, suivant une démarche descendante et modulaire, permettant la remise en question de certaines parties et non pas de la totalité du projet. Ceci permet d'éviter la perte de temps, de conduire à une réalisation certaine et à une évolution progressive.
- . Mise en place des modules, suivant une architecture répartie, afin de ne pas perturber les habitudes et de faciliter l'intégration de l'outil.
- . Suivi et maintenance de l'outil d'aide à la décision, conduisant à la constitution de nouveaux modules qui permettent de conserver le caractère évolutif.

Dans le cadre du Service de Pathologie Néonatale d'Arras et en collaboration avec les médecins, nous nous sommes attachés à réaliser deux maillons importants d'un système d'aide à la décision médicale, en utilisant les puissants moyens de la microélectronique et de l'informatique.

La captation et l'analyse automatique du signal d'impédance thoracique est un des maillons de cette chaîne. Conçu et réalisé autour de dispositifs à microprocesseurs, il permet de libérer le médecin de l'analyse fastidieuse de longs enregistrements graphiques et de lui donner instantanément un récapitulatif précis et synthétique de l'état ventilatoire et de l'activité du nouveau-né, sur une période de temps pouvant aller jusqu'à 24 heures.

L'autre maillon de cette chaîne est constitué par la réalisation d'une base de données médicales, mémorisant l'ensemble des informations contenues dans le dossier médical, accessible en temps réel et de manière conversationnelle.

La mise en place de ces deux maillons, nous permet de croire que dans un proche avenir, d'autres modules viendront enrichir cette chaîne d'aide à la décision médicale, plus particulièrement un module d'acquisition et d'analyse automatique de plusieurs signaux électro-physiologiques et des modules d'aide au diagnostic. Ceux-ci, utilisant les données et les résultats de l'analyse des signaux acquis sur le patient, conduiraient à proposer au médecin, pour un certain nombre de symptômes donnés, des hypothèses d'actions ou de traitements thérapeutiques.

L'évolution actuelle des techniques et des méthodes nous portent à croire que, dans un avenir proche, un service hospitalier pourra se doter d'un outil d'aide à la décision, adapté à son caractère, de faible prix et pouvant suivre l'évolution que subit le secteur médical.

# - ANNEXE 1 -

LA FICHE DE LIAISON OBSTÉTRICO-PÉDIATRIQUE

# CENTRE DE PATHOLOGIE NÉO-NATALE D'ARRAS FICHE DE LIAISON OBSTÉTRICO-PÉDIATRIQUE

		RÉSERVÉ AU CODAGE
	N° de Dossier :	
2.	NOM ET PRÉNOM DE L'ENFANT :	
3.	SEXE : (1) Masculin (2) Féminin (3) Indéterminé	
4.	DATE ET HEURE DE NAISSANCE :	
	ANNÉE: 19 MOIS: JOUR: HEURE: MINUTES:	J M A
5.	TYPE DE GROSSESSE: (1) Simple (2) Gémellaire (3) Triple, etc	H Min.
	Rang si grossesse multiple	
ъ.	NOM DE LA PERSONNE AYANT EFFECTUÉ L'ACCOUCHEMENT	
	Qualité : (1) Médecin (2) Sage-Femme (3) Autre	
7.	LIEU DE NAISSANCE - MATERNITÉ DE	
	NOMS ET ADRESSE DES PARENTS	
8.	Nom et Prénom du père :	
	Nom et Prénom de la mère :	
9.	N°, Bâtiment, Rue :	
10.	Résidence, Localité :	
11.	Ville ou Bureau Distributeur	
	Nom du Médecin Traitant :	
	RELIGION: (facultatif) (1) Catholique (2) Protestant (3) Juif (4) Musulman (5) Témoin de Jéhovah (6) Autre religion (7) Sans religion définie.	
	ALLAITEMENT MATERNEL:  (1) □ OUI (2) □ NON	
	EN CAS D'INCIDENT, PRÉVENIR :	
	M ři. N° ž	
	ou M	

Je, soussigné, autorise les Médecins du Centre de Pathologie Néo-Natale d'Arras à prendre toutes décisions pour intervention ou transfert de mon enfant, en cas d'urgence.

		0	1	2	à 1 min.	à 5 min.			
	Cœur	absent	<100	>100				1	
	Respiration	absente	Hypoventi- letion Cri faible	bonne cri vigouraux			A1n	nin.	
	Tenus	flasque	légère flexion extrémités	bonne flexion			}		
	Réflexes (stimulations)	pas de réponse	låger mouvement	cri			A 5 n	nin.	
	Couleur	bleu ou blanc	corps rose extrémités cyanosées	tout rose					
	L		L	TOTAL			1		
NEE SECONDAIRE .									
Non (1) Oui									1 1
ISSION DE MECON Non (1) Oui	IUM								Ш
ISSION D'URINE									
Non (1) Oui  ECTION DE VITAM	IINE K1								•
Non Effectuée (1)	Effectuée								, F 1
ANIMATION								1	
Non (1) Oui									
1		LARYNO	OSCOPE					]	
	(1) Oui NATION								
1	(1) Oui								1 1
	ATION AU I	MASQUE							Li
101.01		HÉALE .							
(0) Non	<u> </u>								Щ
L .	•						· · · · · · · · · · · · ·		
	iGE CARDIA i (1) Pour r								
13 - MASSA (0) Nor									
			DIL BAACC					1	
(O) Nor	-\ <del>-</del>							1	لسسا
(0) Nor 14 - RÉANIN		r <b>a</b> boliqi	JE						1 1
(0) Nor 14 - RÉANIN		raboliqi 5 - Voie	JE D'ABORD						
(0) Nor 14 - RÉANIN	AATION MÉ	FABOLIQU 5 - VOIE (1) E 6 - BICA	JE D'ABORD picranienne RBONATE		éter veineu	ıx ombilical			
(0) Nor 14 - RÉANIN	MATION MÉ  (1) Oui  (1)	FABOLIQU 5 - VOIE (1) E 6 - BICA Si Bid	JE D'ABORD picranienne RBONATE carbonate s	e (2) Catho (ml/kg) semi-molaire		ix ombilical	(3) Artère		
(0) Nor 14 - RÉANIN	MATION MÉ  (1) Qui  (1)  (1)	TABOLIQUE   D'ABORD picranienne RBONATE carbonate s COSE (ml/k crum Gluco	e (2) Catho (ml/kg)	éter veineu	ux ombilical	(3) Artère			
(0) Nor 14 - RÉANIN	MATION MÉ  (1) Qui  (1)  (1)	TABOLIQUE   D'ABORD picranienne RBONATE carbonate s COSE (ml/k crum Gluco	(2) Cathi (ml/kg) semi-molaire g) sé à 10 %	éter veineu	ux ombilical	(3) Artère			
(0) Nor 14 - RÉANIN (0) Non 19 - EFFET	AATION MÉ  (1) Qui  (1)  (1)  (1)  (1)  (2) Pas d'	TABOLIQUE   D'ABORD picranienne RBONATE carbonate s COSE (ml/k rrum Gluco substance on (1) Oui	(2) Catho (ml/kg)	éter veineu	ux ombilical	(3) Artère			
(0) Nor 14 - RÉANIN (0) Non	AATION MÉ  (1) Qui  (1)  (1)  (1)  (1)  (2) Pas d'	TABOLIQUE   D'ABORD picranienne RBONATE carbonate s COSE (ml/k rum Gluco e substance on (1) Oui IIMATION e respiratoi	(mi/kg)semi-molaire g)sé à 10 %	éter veineu	ux ombilical	(3) Artère	cardio-		

RÉSERVÉ AU CODAGE

A	C	C	O	U	C	н	E	М	E	N	т
~	$\mathbf{\circ}$	$\mathbf{\sim}$	$\mathbf{}$	v	$\mathbf{}$	П		IAI			

RÉSERVÉ AU CODAGE

# MÈRE

MOTIF DE L'ADMISSION EN MATERNITÉ	
2 - POIDS A L'ADMISSION EN MATERNITÉ (kg)	
3 - TENSION ARTÉRIELLE	
Tomas control to the control of the	لبل
4 - PROTEINURIE	
5 - HAUTEUR UTÉRINE (cm)	لــــــا
6 - TEMPÉRATURE MATERNELLE (en °C)	
7 - AMNIOSCOPIE(0) Non effectuée (1) Liquide clair (2) Liquide méconial (3) Autre aspect (4) Pas de liquide (5) Membranes rompues (6) Impossible	
ENFANT	
8 - RYTHME CARDIAQUE FOETAL	
(O) Non (1) Clinique (2) Instrumental (9) Non précisé	
8.1. MODALITÉS DE SURVEILLANCE	Ш
8.2. ENREGISTREMENT (1) Externe (2) Interne (3) Externe, puis interne	
8.3. ANOMALIES EN DILATATION  Bradycardie en-dessous de 100 pendant + de 10 mn	1 - 1
Ralentissements: + de 10  Rythme plat pendant + de 10 mn  O non 1 oui	i
	L
8.4. ANOMALIES EN EXPULSION	<u></u>
9 - pH FOETAL(0) Non effectué (1) Effectué	<u> </u>
0 - ETAT DU FOETUS	
10.1. PENDANT DILATATION	<u> </u>
10.2. PENDANT EXPULSION	لــا
TRAVAIL DE L'ACCOUCHEMENT	
1 - MODE DE DÉCLENCHEMENT	
(1) Spontané (2) Artificiel (3) Césarienne avant travail	
3 - MOYENS DE DÉCLENCHEMENT	
(1) Ocytocine (2) Prostaglandines (3) Autres moyens médicamenteux (4) Moyens mécaniques (5) Rupture artificielle des membranes (6) Injections intra-amniotiques (8) Autres	
4 - ENREGISTREMENT DES CONTRACTIONS UTÉRINES	
(0) Non (1) Externe (2) Interne	1 1
\5 - QUALITÉ DES CONTRACTIONS UTÉRINES	<u></u>
6 - ANOMALIES DE DILATATION	
COMMENTAIRES :	

					A	. c	COU	CHE	N	IENT (sul	te)	7		RÉSERVÉ AU CODAGE
7	_	PARTICI	JI ARI	TÉS DU TE	L AVAII				_					1 1
		(1) Natu THÉRAPI	rel (2 EUTIQ	?) Avec co UES EN C	rrections OURS	th DE	érapeutique TRAVAIL	es (3) Dir						<b></b>
				quer le nor		•	•					(O) N	on (1) Oui	1 1
		- 1												
		1												
		- 1												
		5	- Sé	datifs:								(O) N	on (1) Oui	
		6	- Au	itres:								(0) N	on (1) Oui	
		7								ET MODE D'ADMIN ose + Bicarbonate				
9			(1) 0	ui (INDIQI		CLA	IR)		,_					
			02 03 04 05	H. T. A. Néphropathie gra Hémorragie rétro Eclampsie Crise convulsive Hémorragie	placentaire	08 09 10 11	Afibrinogénémi Etat de choc Hyperthermie Infection urina Infection amos Echec du trait	≥ à 38° sire otique	14 15 16 17	3 Echec du déclenchement 4 Phiébite 5 Embolie pulmonaire 6 Embolie amniotique 7 Complic. cardio-vasc. 8 Complic. neurologique	2 2 2	9 Complic. psychiatrique Complic. digestives 1 Complic. endocrinienne 2 Tétanie 3 Autre		
			32 33	Souffrance fœtal Dystocie liée au Présentation dys Dystocie des épa	bassin ocique	36 37	Excès de volu Dystocie de té Dystocie cervi Dystocie dyna	ete dernière cale	40	Procidence du cordon Procidence d'un membre Placenta praevia Tumeur praevia	4	3 Rupture utérine 4 Fatigue maternelle 5 Autre		
10										urs de césarienne			<i></i>	
11				LIQUIDE A								. <b></b>	<i>.</i>	
12										<u> </u>				
13				Méconial ( IQUIDE AN	_					écisé				
				∕léconial (										
								PULS		<del></del>				1 1
1				OUCHEMEI spontanée					٠.	,				لسييا
		TYPE DE (1) Somr CÉPHAL	net (	SENTATION (2) Face (	l 3) Bregn	 na	(4) Front	(5) Siège	co	mplet (6) Siège d	 écom	nplété (7) Transve	rse	
3-4		CEPHAL	.IQUE	1 OP	2 G/	Δ	3 <sub>GT</sub>	4 GP	7	( Fngageme	nt			1 1
		[:	5 os	6 <sub>DP</sub>	7 D		8 <sub>DA</sub>	9 non	+	,				
5		INTERVE		N PAR VOI			1	précisable						1 1
١	0	aucu		1	orceps		2	itules	T3		4	siège		
	5	sièg			siège		ļ	rsion	+	3	ре <b>9</b>	tite extraction		
	g	rande ex	tractio	n autre	techniqu		extr	action	L	autre		non précisé		1 1
6	-	EPISIOT(				٠.						· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		
7	-													
8				imple (2) UMATIQUE	•			•						
Ī										) Thrombus (8) A				<u> </u>
9				NS COMPL térilisation					٠.				<b>.</b>	
10									В	ASSE -				
		(INDIQUE	ER EN	CLAIR)										
				H. T. A.			Afibrinogenémi	e		B Echec du déclenchement		9 Complic. psychiatrique	) <b> </b>	
			03	Néphropathie gra Hémorragie retro		09	Etat de choc Hyperthermie		15	Phlébite 5 Embolie pulmonaire 5 Embolie ampiotique	2	O Complic. digestives 1 Complic. endocrinienne 2 Tétanie		
			05	Eclampsie Crise convulsive Hémorragie	utre origine	11	Infection urina Infection amni Echec du trait	otique	17	5 Embolie amniotique 7 Complic. cardio-vasc. 3 Complic. neurologique		2 Tétanie 3 Autre		111
			<b>}</b>	Souffrance fœtal		+	Excès de volui		<del> </del>	Procidence du cordon	4	3 Rupture utérine		1 1 1
			32 33	Dystocie liée au Présentation dys Dystocie des épa	bassin ocique	36 37	Dystocie de té Dystocie cervi Dystocie dyna	ite dernière cale	40		4	4 Fatigue maternelle 5 Autre		اسلما

	ACCOUCHEMENT (suite)	RÉSERVÉ AU CODAGE
11 -	ANESTHÉSIE AVANT LA NAISSANCE	
12 -	DURÉE AVANT LA NAISSANCE	
	Min.	
	HORAIRES	
13	DURÉE DU TRAVAIL (H)	
14 -	DURÉE DES EFFORTS EXPULSIFS (Min.)	لــلــا
15 -	· DURÉE DE L'OUVERTURE DE L'ŒUF (H)	
	PLACENTA ET MEMBRANES	
16 -	PLACE DU PLACENTA	
17.	(1) Normale (2) Placenta praevia recouvrant (3) Placenta marginal (4) Placenta latéral  EXAMEN DU PLACENTA	
	(1) Normal (2) Hématome décidual marginal (3) Hématome décidual basal : DPPNI (4) Infarctus à siège central ou paracentral ou infarctus marginaux, en nombre supérieur à 3 (5) Nécrose ischémique villositaire (6) Kystes cytotrophoblastiques au nombre de 5, intraplacentaires et ou sous-chorial (7) Autre anomalie.	
18 -	POIDS DU PLACENTA (en grammes)	
19 -	ASPECT DES MEMBRANES ET DU CORDON  (1) Normal (2) Cordon ombilical court (3) Possibilité de compression du cordon : Bretelles, Procidence, Empreinte fœtale (4) Circulaire du cordon péricervical nécessitant section avant expulsion (5) Rupture du cordon ou d'un vaisseau praevia (6) Insertion marginale du cordon, à moins de 2 cm du bord placentaire (7) Insertion vélamenteuse du cordon (8) Absence d'une artère ombilicale (9) Autres anomalies	
20	PLACENTA ET MEMBRANES SI GROSSESSE GEMELLAIRE.  (1) Placentas séparés (2) Placentas fusionnés monoamniotiques avec une seule poche (3) Placentas fusionnés bichoriaux, avec membrane opaque séparant les deux poches, se clivant en deux facilement (5) Placentas fusionnés monochorial, avec membrane transparente séparant les deux poches, non clivable (6) Anastomose vasculaire entre deux placentas.	
	SUITES DES COUCHES	*.
21 -	PARTICULARITÉS DES SUITES DE COUCHES	
	22 - COMPLICATIONS DES SUITES DE COUCHES	
	- HYPERTHERMIE > 38° C(0) Non (1) Oui	
	- COMPLICATIONS	
	O1 Endométrite O2 Autre infection génitale O3 Désunion de suture O4 Abcès de paroi O5 Infection urinaire O6 Autre compl. urinaire O7 Lymphangite O7 Lymphangite O1 Thrombose superficielle O1 Phlébite O2 Embolie Pulmonaire O3 Hemorragie O4 Anémie O5 Complic. cardio vasc. O7 Lymphangite O6 Complic. neuro-psychiatrique	
	OB Abcès du sein 17 Eclampsie 19 Syndrome infectieux autre origine 18 Autre complication	
	23 - INTERVENTIONS SECONDAIRES	
	SI NORMALES, PASSER A GROSSESSE	-
COM	IMENTAIRES :	
		,

	ÉVOLUTION DE LA GROSSESSE	RÉSERVÉ CODAG	
1	- DATE DES DERNIÈRES RÈGLES (J, M, A)	للاللا	لـلِــا
	SURVEILLANCE DE LA GROSSESSE	J M	Α
2	NOMBRE TOTAL DE CONSULTATIONS PRÉNATALES		
3	HORS MATERNITÉ  3.1. Nombre		
	3.2. Par qui ?		
	Additions possibles: $3 = 1 + 2 - 5 = 1 + 4 - 7 = 1 + 2 + 4$		1 1
4	EN MATERNITÉ (1er Trimestre - 2e Trimestre - 3e Trimestre)	1er 2e	3• T.
	PATHOLOGIE ET FACTEURS DE RISQUE		
5	- ANOMALIE DU VOLUME UTÉRIN (1et Trimestre - 2et Trimestre - 3et Trimestre)	1er 2e	3° T.
6	METRORRAGIES (1et Trimestre - 2e Trimestre - 3e Trimestre)	1er 2e	3° T.
7	MENACE D'ACCOUCHEMENT PRÉMATURÉ		
8	INFECTION URINAIRE		
9	(0) Non (1) Haute (2) Basse (3) Récidivante (4) Asymptomatique INFECTION CERVICO-VAGINALE		
10	(O) Non (1) Oui RETARD DE CROISSANCE INTRA UTÉRIN	1 1	
	(0) Non (1) Oui	<u> </u>	
11	HYPERTENSION ARTÉRIELLE	<u> </u>	
12	PROTEINURIE(0) Non (1) Oui Si oui : Taux		
13	DIABETE GESTATIONNEL		
14	(0) Non (1) Oui - HYDRAMNIOS		
15	(0) Non (1) Oui - AUTRE PATHOLOGIE (0) Non ou INDIQUER LA NATURE EN CLAIR :		
	O1 Placenta O7 Souffrance fœtale 13 Kyste de l'ovaire opéré O2 Vomissements incoercibles O8 Mort fœtale diagn. in utéro 14 Kyste de l'ovaire non opéré O3 Toxèmie prééclampsie O9 Malformation diagn. in utéro 15 Fibrome utérin opéré O4 Eclampsie 10 Rubèole 16 Fibrome utérin non opéré O5 Alloimmunisation 11 Toxoplasmose 17 Traumatisme O6 Anémie 12 Béance du col		I
	21 Tuberculose 22 Syphilis ou autre maladie vénérienne 23 Listériose 24 Autres affections bactèriennes ou parasitaires 25 Autre affection virale 26 Obèsité 27 Autres troubles endocriniens 28 Pathologie pulmonaire 29 Hémoglobinopathie 30 Autre pathologie sanguine 31 Path. ostécarticulaire 32 Ictère 33 Appendicectomie 34 Autre syndrome abdominal aigu 45 Maladie hériditaire 46 Tabagisme		
>ON	SI NON, PASSER A SUITE DE LA GROSSESSE  IMENTAIRES:		

		ÉVOLUTION DE LA GROSSESSE (suite)	CODAGE
		EXAMENS EN COURS DE GROSSESSE	1er 2e 3e 7
1	-	ECHOTOMOGRAPHIE	
2		DOSAGES HORMONAUX	
		AMNIOCENTESE	1
		ENREGISTREMENT DU RCF	1
5	-	PELVIMETRIE	
		TRAITEMENTS MÉDICAMENTEUX	
6	-	HORMONAUX	
7		BETA-MIMETIQUES	
		HYPOTENSEURS	
		ANTIBIOTIQUES PAR VOIE GÉNÉRALE	
		BARBITURIOUES	
11	-	AUTRES TRAITEMENTS	
		CERCLAGE	
12	-	CERCLAGE (0) Non (1) Oui (Si Oui, indiquer le terme en semaines)	
		TRAVAIL PENDANT LA GROSSESSE	
13	-	ACTIVITÉ PROFESSIONNELLE PENDANT LA GROSSESSE	
14	-	CONGÉ PRÉNATAL (Nombre de semaines)	
15	-	AUTRES ARRETS DE TRAVAIL (Nombre de semaines)	
16	-	HOSPITALISATION	
		Si oui, préciser durée en jours	1 er 2 e 3 e T
CO	M	IMENTAIRES:	<u> </u>
_	_		
	_		
	-		

RÉSERVÉ AU

RÉSERVÉ AU CODAGE

# ANTÉCÉDENTS GYNÉCOLOGIQUES

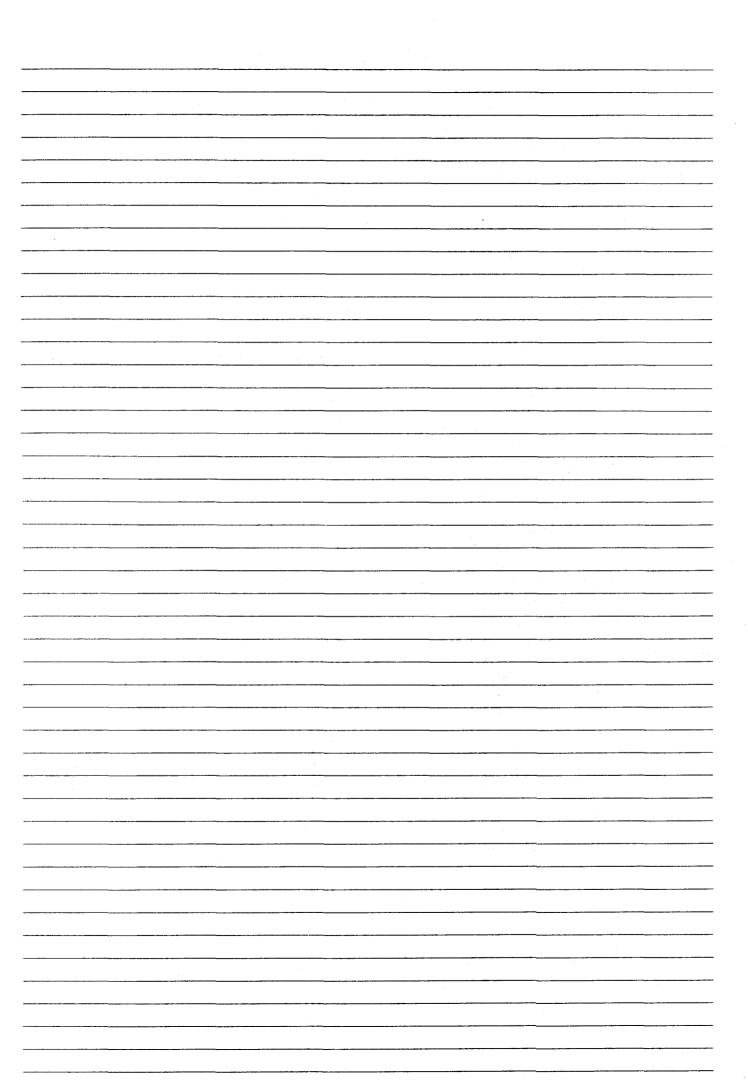
	O1 Aménorrhée O2 Cycles irréguliers O3 Coagulation du col O4 Infection génitale basse O5 Abcès du sein O6 Malformation congénitale de l'utérus traitée	O7 Malformation congénitale de l'utérus non traitée O8 Fibrome opéré O9 Fibrome non opéré 10 Kyste de l'ovaire opéré 11 Kyste de l'ovaire non opéré 12 Tumeur du sein opérée	13 Tumeur du sein non opérée 14 Autre tumeur gynécologique opérée 15 Autre tumeur gynécolog. non opérée 16 Intervention pour troubles de la statique pelvienne et lésions assimilées: prolapsus, rétroversion, incontinence anale et/ou urinaire 17 Autre	
YCLE	MENSTRUEL			
			Inconnue	L_
	·			L_
	) Inf. à 5 j. (2) Sup. à 5 j. (0)			
_	TÉ			L
CONTR	ACEPTION AVANT LA GROSSE	SSE		L
(O) Au	cune (1) Orale (2) DIU (3)	Diaphragme (4) Température	(5) Préservatifs (6) Ogino (7) Autre	
	ESSE SOUS CONTRACEPTION (1) Oui			L.
(0) (10)	(1) Oui		l l	
	ANT	ÉCÉDENTS OBSTÉTRICAL	ıχ	
DRIMI	GESTE = 0			
7 1117911	<del></del>	GROSSESSES ANTÉRIEURES		L_
	į –			L
	6.2. I. V. G			<u></u>
	6.3. AUTRES	AVORTEMENTS		L
	7 - NOMBRE DE I	PRÉMATURÉS	.,	, L
	8 - NOMBRE D'H'	YPOTROPHIQUES		
	9 - NOMBRE D'IS	O-IMMUNISATIONS		<u></u>
	10 - NOMBRE D'E	NFANTS MALFORMÉS		L
	11 - NOMBRE DE	MORT-NÉS		L
	12 - NOMBRE DE	MORTS NÉONATALES PRÉCOCES	s	<u></u>
	13 ANOMALIES	AH COURS DES CROSSESSES AI	NTÉRIEURES ,	ţ
	1	ervico-isthmique (2) Cerclage	NYENEONES	<b></b>
	Į ir	avec MAP (4) Grossesse avec H	TA (5) Autre Anomalie	
		SI PRIMIGESTE, VOIR ANT	ÉCÉDENTS FAMILIAUX	
MENTA	IRES:			

		ANTÉ	CÉDENTS	FAMILIAU	X		CODAGE
		AN	ITÉCÉDENTS M	IATERNELS	· ·		
2 - SIT (1)	UATION MATRIMO Célibataire (2) Co	ONIALE	Mariée (4) Autre		······································		
		01 française	02 europe du Nord	03 portugaise			
	04 espagnole	05 italienne	06 europe du Sud	07 nord africaine			
	africaine	antillaise	asiatique	autre			
(O)	VEAU D'ÉTUDES . Néant (1) Primaire OFESSION (INDIQUI	e (2) Secondaire	e (3) Technique (4				
CODE	O EXPLOITANTS AGRICOLE O1 Agriculteurs exploitan  1 SALARIÉS AGRICOLES 10 Salariés agricoles  2 PATRONS DE L'INDUSTR COMMERCE 21 Industriels 22 Artisans 23 Patrons pêcheurs 26 Gros commerçants 27 Petits commerçants 37 PROFESSIONS LIBÉRALES SUPÉRIEURS 30 Professions libérales 32 Professions libérales 32 Professions libérales 33 Ingénieurs 34 Cadres administratifs	S ET CADRES  ons littéraires	CADRES MOYENS 41 Instituteurs : professions diverses 42 Services médicaux et soci 43 Techniciens 44 Cadres administratifs moy EMPLOYÉS 51 Employés de bureau 53 Employés de commerce OUVRIERS 60 Contremaîtres 61 Ouvriers qualifiés 63 Ouvriers spécialisés 65 Mineurs 66 Marins et pêcheurs 67 Apprentis ouvriers 68 Manœuvres	intellectuelles 70 G 71 F 72 A 2 A 2 A 2 PERS 8 AUTR 80 A 81 C 82 A 9 PERS 91 E 92 M 93 A 94 R 95 R 96 A 97 A d 98 A 99 9	CONNELS DE SERVICE cons de maison remmes de ménage tutres personnels de service RES CATÉGORIES tritistes clergé turmée et police CONNES NON ACTIVES tudiants et élèves hilitaires du contingent nciens agriculteurs(exploitants et sa tetirés des affaires tetraités du secteur public funciens salariés du secteur privé tutres personnes non actives de mo le 17 ans tutres personnes non actives de 17 à 6 tutres personnes non actives de 85 t plus	ins 64 ans	
7 - TA 8 - GR (1) (1) 9 - AN 9.1	ILLE (cm)	r RHÉSUS upe B (3) Groupe Rhésus négatif . UNOLOGIQUES (F) ) Positive (9) Inc	AB (4) Groupe 0  Recherche d'anticorp  connu	s)	SESSEkg		<b>\</b>
	ITÉCÉDENTS MÉDIC	CAUX ET CHIRUI					·
	O1 Diabète O2 HTA O3 Cardiopathie	3	O4 Phlébite O5 Infection urinaire récio O6 Néphropathie	divante OS All	lergie aux antibiotiques lergie aux anesthésiques lergie à l'iode		
	23 Listeriose	autre maladie vénérienne ctions bactériennes ou tion virale	28 Pathologie pulmonaire 29 Hémoglobinopathie 30 Autre pathologie sang 31 Path. ostéoarticulaire 32 Ictère 33 Appendicectomie 34 Autre syndrome abdoi 35 Autre pathologie dige: 36 Autre trouble cardio-v	38 Tu   39 Tu   40 Tr   41 Tr   42 To   43 M   stive   44 Au	stre trouble veineux meur maligne non gynécologique meur bénigne non gynécologique oubles neurologiques oubles psychiatriques xicomanie aladie hériditaire ttres		
£	<b>\</b>	ANTÉCÉ	DENTS PATE	RNELS			
2 - OR 3 - NI\	IGINE ETHNIQUE . /EAU D'ÉTUDES .						
	=						
							i .

RÉSERVÉ AU

ANTÉCÉDENTS FAMILIAUX	CODAGE
1 - TYPE D'AFFECTION  (1) Sans antécédents  (2) Luxation congénitale de la hanche (3) Pieds bots (4) Bec de lièvre  (5) Maladie hémorragique définie (6) Enzymopathie héréditaire  (9) Autre maladie ou malformation à caractère héréditaire non indiquée ci-dessus  22 - LIGNÉE et DEGRÉ DE PARENTÉ  (11) Frère (12) Sœur  (21) Père (22) Mère  (23) Oncle paternel (24) Tante paternelle  (25) Oncle maternel (26) Tante maternelle  (31) Grand'Père paternel (32) Grand'Mère paternelle  (33) Grand'Père maternel (34) Grand'Mère maternelle  (41) Arrière-Grands-Parents paternels  (42) Arrière-Grands-Parents maternels	
(51) Cousins (52) Cousines  FIN  COMMENTAIRES DIVERS	
	·

RÉSERVÉ AU



# - ANNEXE 2 -

DOSSIER TYPE D'UN "ÉTAT PATIENT"

 _		-		_	
ŀ.	11		LL	-	
₩.	v	4.		. L	- 4

# OUVERTURE D'UN DOSSIER

31214

CELINE

M IT PRENOM	CELINE
XE	
ATE ET HEURE DE NAISSANCE	
PE DE GROSSESSE	SIMPLE
CRSONNL AYANT EFFECTUE L'ACCOUCHEMENT	MEDECIN
IEU DE NAISSANCE	BON SECOURS - ARRAS
MY ET PRENOM DU PERE	ANDRE
. BAT., RUE	
SIDENCE, LOCALITE	
DE POSTAL ET VILLE	
¥XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	<del>***********************************</del>

#### APPEL ET TRANSPORT

# FEUILLE 5

EURE DE L'APPEL	7H. 0
MENT DE L'APPEL	APRES LA NAISSANCE
TIF DE L'ADMISSION	PREMATURITE
PAPERATURE A LA PRISE EN CHARGE	35.7
HOUBATION DE L'ENFANT	NON
MISSION DE MECONIUM	NON
MISSION D'URINE	NON
MPOSITION DE L'EQUIPE DE TRANSPORT	CHAUFFEUR+INFIRMIERE
URE DE RETOUR	8H. 5
TEMPS TOTAL APPEL-RETOUR	1H. 5
AT DE L'ENFANT AU RETOUR	BON
E A L'ADMISSION	2 H.

# EXAMEN D'ADMISSIUN

#### FEUILLE 2

81214

CELINE

A.G.: 35 S. 4 J. EUTROPHIQUE

DATE DES DERNIERES REGLES	
PULUS	
TAILLE	460 mm
Fut:	315 mm
B.I.P.	86 mm
JOURE DE SILVERMAN	0
TEMPERATURE D'ADMISSION	35.6 C
CUNDL DESOPHAGIENNE	NORMAL
SONDE RECTALE	NORMAL

PAS DE TRAUMATISME OBSTETRICAL

PAS DE RUBRIQUE FACULTATIVE

CUNCLUSIONS
PREMATURATION SIMPLE

#### BIOLOGIE D'ADMISSION

FEUILLE 3

31214

CELINE

AGL AU PRELEVEMENT 2 H LIEU DE PRELEVEMENT : VEINEUX SINUS

HEMATULOGIE	IONOGRAMME	E.A.B.	DIVERS
Ht 53 %	OSMOL 282 mEq Ut 104 mEq Na 132 mEq K 5.1 mEq Ca 2.10 mmol UO3H 19 mEq	***	FROTIDES 53 g/t GLUCOSE 1.70 mmot BILIRUBINE . NEANT UNEE 2.32 mmot CREATININE . 53 umot

## FORMULE SANGUINE

POLYNUCLEAIRES .... 69 % \*\* LEUCOCYTES ..... 20.0 m ERYTHRO ..... 0 %

TROU ANIONIQUE .... -9 mEq TRUU OSMOLAIRE .... 4.65 mmol

# ETAT A LA NAISSANCE

# FEUILLE 6

31214	CELTNE

CRI	IMMEDIAT
SCORE D'APGAR A 1 Min	10
COORE D'APGAR A 5 Min	10
APNEE SECONDAIRENO	NC
EMISSION DE MECONIUM	NON
EMISSION D'URINE	NON
INJECTION DE VIT. K1	NON

PAS DE REANIMATION

FEUILLE 7

#### CELINE

## MERE

, and then they,	
MOTIL DE L'ADMISSION EN MATERNITE POINS TENSION ARTERIELLE PROTEINURIE HAUTEUR UTERINE FEMPERATURE MATERNELLE AMNIUSCOPIE	65 Kg INCONNUE INCONNUE INCONNUE INCONNUE
ENFANT	
RYTHME CARDIAQUE FOETAL MODALITES DE SURVEILLANCE ENREGISTREMENT FAS D'ANOMALIES EN DILATATION ANUMALIES EN EXPULSION pH FOETAL	NON PRECISE NON PRECISE NON
ETAT DU FOETUS	
PENDANT DILATATION	
TRAVAIL DE L'ACCOUCHEMENT	
MUDE DE DECLENCHEMENT ANOMALIES DE DILATATION PARTICULARITES DU TRAVAIL PAS DE THERAPEUTIQUES EN COURS DE TRAVAIL PAS DE PATHULOGIE AU COURS DU TRAVAIL	NON
RUPTURE DES MEMBRANES  QUANTITE DE LIQUIDE AMNIOTIQUE  ASPECT DU LIQUIDE AMNIOTIQUE (RUPTURE)  ASPECT DU LIQUIDE AMNIOTIQUE (SECONDAIRE)	NORMALE CLAIR

## EXPULSION

and a state of the			
MODE D'ACCOUCHEMENT TYPE DE PRESENTATION CEPHALIQUE (ENGAGEMENT) CEPHALIQUE (DEGAGEMENT) INTERVENTION PAR VOIE BASSE EFISIOTOMIE DECHIRURE FERINEALE LESIONS TRAUMATIQUES INTERVENTIONS COMPLEMENTATRES ANLSTHESIE AVANT LA NAISSANCE	SOMMET NON PRECISABLE NON PRECISABLE AUCUNE OUI NON NON NON		
HORAIRES			
DURGE DU TRAVAIL  DURLE DES EFFORTS EXPULSIFS  DUREE DE L'OUVERTURE DE L'OEUF	10 MIN.		
PLACENTA ET MEMBRANES			
PLACE DU PLACENTA	NORMALE		
POIDS DU FLACENTA  ASFECT MEMBRANES ET CORDON  ** NURMAL	INCONNU		
SUITES DES COUCHES			

31214

CELINE

SURVEILLANCE DE LA GROSSES	SE	
NOMBRE TOTAL DE CONSULTATIONS	N TR2 : 0	TR3 : 0
PATHOLOGIE ET FACTEURS DE RI	SQUE	
ANOMALIE VOLUME UTERIN NON METRORRAGIES NON METRORRAGIES NON MENACE D'ACCOUCHEMENT PREMATURE NON INFECTION URINAIRE NON INFECTION CERVICO-VAGINALE NON RETARD DE CROISSANCE INFRA-UFERIN NON HYPERIENSION ARTERIELLE NON PROFEINURIE NON DIABETE GESTATIONNEL NON HYDRAMNIOS NON ON OUTRE PATHOLOGIE NON	NON	NON
EXAMILIAS EN COOKS DE OROSSESSE	• .	
ECHOTOMOGRAPHIE NORMALE  DUSAGES HORMONAUX NON FAIT  AMNIOCENTESE NON FAITE  EAREGISTREMENT DU RCF  PELVIMETRIE NON FAITE	NORMALE NON FAIT NON FAITE NON FAIT	NORMALE NON FAIT NON FAITE NON FAIT
TRAITEMENTS MEDICAMENTEUX		
HORMONAUX NON BETA-MIMETIQUES OUI HYPUTENSEURS NON ANTIBIOTIQUES PAR VOIE GENERALE NON BORBITURIQUES NON AUTRES TRAITEMENTS NON		
FAS DE CERCLAGE		
TRAVAIL PENDANT LA GROSSESSE		
ACTIVITE PROFESSIONNELLE	TR2 : 0	TR3 : 10

81214

#### CELINE

## ANTECEDENTS GYNECOLOGIQUES

# PAS 10 ANTECEDENTS, PAS 10 INTERVENTIONS CYCLE MENSTRUEL REGULARITE ..... 24 A 33 JOURS STERILLIE CONTRACEPTION AVANT GROSSESSE ..... AUCUNE GRUSSESSE SOUS CONTRACEPTION ..... NON ANTECEDENTS OBSTETRICAUX N. DE GROSSESSES ANTERTEURES ..... 1 ACCOUCHEMENTS ..... 1 I.V.G. ...... 0 N. D'ISO-IMMUNISATIONS ...... 0 N. D'ENFANTS MALFORMES ...... 0 N. DE MORT-NES ..... 0 N. J.L MORTS NEONATALES FRECOCES ..... 0 ANOMALIES GROSSESSES ANTERTEURES ..... AUCUNE

31214

CELINE

1- SITUATION MATRIMONIALE .... MARIAGE

MERE

2- DATE DE NAIGSANCE 18 3 1956
3- ORIGINE ETHNIQUE FRANCAISE
4- NIVEAU D'ETUDES PRIMAIRE
5- PROFESSION NON ACTIF 17 A 64 ANS
6- TAILLE 157 Cm
7- POIDS 58 Kg
PRISE DE POIDS / Kg
8- GROUPE SANGUIN 0
9- RHESUS POSITIF (+)

10- ANT. IMMUNOLOGIQUES RECHERCHE D'ANTICORPS
RUBEOLE INCONNUE
TOXOPLASMOSE NEGATIVE

11- ANT. MEDICAUX & CHIRURGICAUX

NEANT

#### PERE

12- DATE DE NAISSANCE	17 2 1955
13- ORIGINE ETHNIQUE	FRANCAISE
14- NIVEAU D'ETUDES	SECONDAIRE
15- PROFESSION	OUVRIER QUALIFIE
16- TAILLE	175 Cm
1/- FOIDS	90 Kg
18 - GROUPE SANGUIN	0 _
19- RHESUS	POSITIF (+)

#### ANTECEDENTS FAMILIAUX

20- TYPE D'AFFECTION ...... SANS ANTECEDENTS PARTICULIERS

