

# Application de l'Informatique à la Décision Médicale

## I- Introduction

Informatique : Science du traitement de l'information. Ensemble de techniques permettant d'en automatiser la collecte, la mémorisation, l'utilisation, la transmission.

### Niveaux d'application de l'informatique :

- **Niveau 1** : Communication et Télémédecine (*acquisition des données, transmission sur réseaux, sécurité, chiffrement*).
- **Niveau 2** : Stockage et Recherche (*bases de données, structuration, organisation, classification*).
- **Niveau 3** : Analyse et Automatisation (*analyse des prélèvements, analyse des signaux biologiques, imagerie médicale, signaux physiologiques*).
- **Niveau 4** : Aide au Diagnostic et à la Décision (*formaliser la connaissance médicale : guides, systèmes experts, simulation*).
- **Niveau 5** : Traitement et Evaluation (*peu d'applications à effet direct sur le patient : contrôle des entrées sorties, ajustement des doses*).
- **Niveau 6** : Recherche et Développement

## II- Gestion des données

### A) Gestion informatique des données

Structure de données : manière d'organiser et de représenter les données.

On a 2 types de renseignements dans une structure de données : **les données** proprement dites et **les liens** qui peuvent exister entre elles, formalisés par leur organisation (leur stockage et leur accès).

Deux classes de systèmes peuvent être utilisées : les **fichiers** et les **bases de données**.

Fichier : Ensemble de données organisées en vue d'une application déterminée.

Les fichiers de données contiennent des **informations de même nature** et surtout disposent d'une **structure interne**. Cette structure, ensemble de relations entre les différents éléments, permet l'exploitation des informations.

Les entités auxquelles on s'intéresse sont décrites par un certain nombre de caractéristiques, analogues pour tous les éléments d'un fichier, les entités se distinguant par les valeurs qui sont affectées à ces caractéristiques. *Par exemple, des malades seront tous décrits par leur nom, leur prénom, leur date de naissance et leur sexe, seules changeant les valeurs de ces caractéristiques pour chaque individu.*

Enregistrement : article ou fiche, l'ensemble des informations décrivant une entité.

Les **caractéristiques** ou **attributs** sont appelés rubriques ou champs et peuvent recevoir des **valeurs**, appelées occurrences d'enregistrement ou réalisations.

## 2 types d'accès aux données

Accès séquentiel : Soit un fichier de malades enregistré sur une bande magnétique : les informations (fiches et rubriques) sont écrites les unes à la suite des autres : *nom1-prénom1-age1— nom2-prénom2- age2 — nom3...* La recherche d'un malade par son nom ne peut se faire qu'en lisant séquentiellement tous les enregistrements le précédent, ce qui peut être très long s'il y a beaucoup d'enregistrements.

Accès direct : On peut donc positionner directement la tête de lecture sur la piste puis lire séquentiellement le secteur sans être obligé de lire tous les enregistrements des pistes précédentes. On parle alors d'organisation directe et d'accès direct.

## Fichiers et accès aux données

Index : Table de correspondance indiquant **en face de la valeur** du critère de recherche de chaque enregistrement (*par exemple, le nom*) le **numéro d'ordre** de cet enregistrement.

La clé d'index permet d'identifier de façon unique un enregistrement. La clé d'index peut être simple ou composée de plusieurs critères afin d'être plus discriminante. L'index peut être unique ou associé à d'autres index (on parle d'index primaire ou maître et d'index secondaires), afin de permettre un accès rapide sur d'autres clés (*par exemple l'adresse ou le diagnostic*).

Bases de données : regroupent de **grands** ensembles de données **interdépendantes** selon les critères suivants :

- Support informatique
- Absence de répétition inutile
- Partage et utilisation des données par des applications ou des utilisateurs distincts
- Évolution indépendante des données et des applications
- Protection et contrôle de l'accès aux données

L'organisation et la gestion de ces bases de données, complexes, sont assurées par un ensemble de programmes rassemblés sous le terme de **SGBD** (Système de Gestion de Base de Données, *Data Base Management System* ou *DBMS* en anglais).

L'enregistrement des données sous forme de fichiers simples ne permet pas de prendre en compte efficacement certaines relations entre les informations (*lien par exemple entre un patient et la liste de toutes ses venues à l'hôpital*).

## B) Gestion des données médicales

Le langage médical est caractérisé par un vocabulaire extrêmement riche et difficile à manipuler :

Il n'y a **pas de consensus** établi sur la définition des termes employés. Les **synonymes sont nombreux** tandis que le même terme peut avoir plusieurs significations selon l'auteur ou le contexte (**polysémie**). Les textes médicaux font un large usage **d'abréviations** et **d'acronymes**.

On a donc créé des outils permettant de standardiser le langage médical :

## Outils de standardisation

**Nomenclature :** Liste des éléments d'une collection de termes. Il n'y a **aucun agencement** particulier des termes ni de définition explicite, l'objectif étant l'**exhaustivité**.

**Thesaurus :** Collection organisée des termes d'un vocabulaire, représentés de façon normalisée par des descripteurs ou des mots clés. Chaque terme est **ordonné** avec une place réservée dont la référence (code) est alphabétique ou numérique. Les références doivent être distinctes pour chaque descripteur.

**Classification :** Consiste à partitionner l'ensemble des objets pour les distribuer en classes et sous-classes constituées d'éléments de plus en plus semblables, ici les termes de signification proche. Il s'agit d'un thesaurus doté d'une structure d'arbre et chaque élément ne peut appartenir qu'à une seule classe. La structure de la classification dépend de l'objectif poursuivi par son concepteur. Le thesaurus et la classification permettent de traduire un message dans un vocabulaire normalisé.

**Codage :** Traduction d'un message selon un code, généralement numérique ou alphanumérique, en vue de sa transmission ou de son traitement. Le codage doit être biunivoque pour éviter toute ambiguïté. Le contexte conditionne le codage.

**Transcodage :** passerelle entre deux classifications.

La multiplicité des classifications fait qu'elles se croisent souvent, c'est pourquoi le transcodage est nécessaire. La qualité de ces passerelles dépend du type et de la congruence des classifications ainsi reliées. *Par exemple le transcodage de CIM9 en SNOMED ne permet pas toujours une transcription explicite des concepts en raison de la différence de structuration des deux systèmes.*

Les transcodages exposent ainsi souvent à une **perte d'information** mais, dans certaines situations, ils sont impossibles.

## Caractéristiques des classifications

Le lien sémantique qui permet la catégorisation peut être un lien **d'affectation** (*type est-un, par exemple une rubéole est une maladie infectieuse*) ou un lien **de partition** (*type fait-partie-de, par exemple le genou fait partie du membre inférieur*).

**Classification monoaxiale :** Répartit en plusieurs classes disjointes l'ensemble des objets et revient à **construire une hiérarchie de classes à partir d'une racine unique et commune**. Les classes d'un niveau doivent couvrir l'ensemble du domaine de ce niveau (**exhaustivité**) sans se recouvrir (**exclusivité**) afin qu'un objet trouve une place et une seule. C'est très difficile en pratique de répartir les objets du domaine selon un seul critère.

**Classification multiaxiale :** (= à **facettes**) est modulaire et combine des termes appartenant à des systèmes différents, eux-mêmes organisés de façon hiérarchique. *Ainsi, une sémantique de juxtaposition s'ajoute à la sémantique de catégorisation.*

Cependant, même la juxtaposition de termes ne suffit pas à exprimer la diversité des liens sémantiques existant entre les termes médicaux (*relation de causalité, d'association, d'évolution, etc...*). Ces liens sont créés par des **connecteurs** (*équivalents des groupes verbaux : est un, a, traite, est traité par, cause, est causé par, etc...*) dans certaines classifications ou dans les langages artificiels. Certains systèmes ajoutent des **modificateurs**, (*faisant fonction d'adjectifs*), venant préciser le degré de certitude, l'évolutivité ou l'intensité.

## Classifications

CIM (Classification Internationale des Maladies) : Créée par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) au 19ème siècle pour **coder les causes de décès** en épidémiologie.

Maintenant utilisée pour **l'évaluation des soins médicaux et l'indexation des dossiers**. C'est la 10e version actuellement (la 9e aux USA).

Il s'agit d'une classification **monoaxiale** avec 21 chapitres principaux (dont 17 concernant des maladies et 4 concernant les signes et résultats anormaux, les causes de traumatismes, d'empoisonnement ou de morbidité, l'état de santé et les facteurs de recours aux soins).

Les catégories de maladies sont définies en fonction d'un caractère commun qui peut être :

- L'étiologie (1 = Maladies infectieuses, lettres A et B)
- La topographie (9 = Maladies de l'appareil circulatoire, lettre I)
- La physiologie (15 = Grossesse et accouchement, lettre O)
- La pathologie (II = Tumeurs)

La classification de l'OMS sert en France :

- Au codage des causes de décès (codage des diagnostics inscrits sur le certificat de décès).
- Au regroupement des séjours hospitaliers en groupes homogènes de malades (programme de médicalisation du système d'information ou PMSI) dont le but est l'analyse médico-économique de l'activité hospitalière.

CCAM (Classification Commune des Actes Médicaux) : Classifications des actes diagnostiques ou thérapeutiques et des procédures.

Les classifications des actes et des procédures sont plus variables car elles répondent à différents objectifs. C'est **très bien codifié** (par exemple pour les biopsies).

Cette classification a été créée dans le **cadre du PMSI** afin de permettre le codage des actes effectués au cours d'un séjour hospitalier.

SNOMED : La réflexion actuelle consiste à savoir si cette classification va être utilisée en médecine générale (pour l'instant c'en est une autre). Elle combine une nomenclature de plus de 200.000 termes et une **classification multiaxiale** comportant 11 axes (dont topographie, morphologie, étiologie, altération fonctionnelle, nosologie, actes médicaux). C'est un **assemblage, un code composite**.

*Exemple de nomenclature SNOMED : Un diagnostic est traduit par plus d'un élément signifiant. Par exemple, la juxtaposition : "T2856 (lobe supérieur du poumon gauche) / M4100 (inflammation) / F0300 (fièvre) / E2012 (pneumocoque)" correspond à la phrase "Pneumonie fébrile à pneumocoque du lobe supérieur gauche »*

L'ajout de connecteurs concernant notamment les liens de causalité permet de décrire un fait complexe en plusieurs phrases.

La classification SNOMED est largement utilisée car **précise**, cependant ce modèle pose encore des problèmes : les termes des différents axes ne sont pas complètement indépendants entre eux, l'axe Maladie fait souvent double emploi, certains concepts peuvent apparaître dans plusieurs axes.

**MeSH (Medical Subject Headings) :** La MeSH sert à **indexer, cataloguer et retrouver des références de bibliographie** dans le domaine de la Santé.

Il a été conçu à la National Library of Medicine (NLM) aux Etats-Unis comme support de l'Index Medicus, répertoire des principales publications scientifiques, et est utilisé par les systèmes de recherche bibliographique Medlars et Medline.

C'est une classification pour repérer les articles et pour trouver toutes les définitions de tous les concepts médicaux. C'est une base **permanente et constamment remise à jour**.

MeSH est organisé en deux parties :

- Une **liste alphabétique** de termes (lexique)
- Une **structure multiaxiale**. Les 200.000 termes du lexique sont distribués selon 15 axes. Les termes équivalents sont rapportés à celui des 20.000 termes principaux (descripteurs) qui exprime le mieux le concept, termes auxquels sont associés un code alphanumérique.

Les **descripteurs** s'organisent selon une structure hiérarchique. Des **connecteurs** permettent des références explicites entre termes et expriment les relations de synonymie, de voisinage ou d'association tandis que des **qualificatifs** permettent de considérer les différentes facettes d'un concept.

Ce système indexe actuellement plusieurs centaines de milliers de références et est mis à jour régulièrement pour suivre l'évolution des connaissances.

### Langage naturel

Un système informatique peut-il comprendre le langage naturel ? Pour résoudre cette ambiguïté,

- On combine les approches, créant des systèmes de langage artificiel en étendant les systèmes de classifications existants.
- On demande au médecin de structurer son langage, d'explicitier son raisonnement et de mieux réfléchir à sa pratique.

### C) Gestion du dossier du patient

Ce dossier, constamment mis à jour, répond en effet à plusieurs besoins :

- Outil de **suiti du malade**, important dans le cas d'une affection chronique (*traçabilité et continuité des soins*)
- Outil de **synthèse** de la démarche de soins
- Outil **médico-légal** (*conservation minimale légale de 20 ans dans les établissements publics, portée à 70 ans pour les dossiers de pédiatrie*)
- Outil de **communication** entre les différents intervenants
- Outil de **recherche clinique**, d'étude épidémiologique ou d'évaluation des soins, s'il est standardisé dans le cadre d'un protocole
- Outil de **gestion hospitalière** (*analyse de l'activité, factures*)
- Outil **d'enseignement**

Le dossier du malade médical (au sens large) comprend en général :

- L'identification du malade et ses coordonnées administratives
- Le résultat de l'examen clinique initial et des examens successifs
- Les résultats d'examens paracliniques
- Le ou les éventuels comptes-rendus opératoires
- Les prescriptions d'ordre thérapeutique

- Le dossier de soins infirmiers comportant les données de surveillance et les consignes de transmission
- Le compte-rendu d'hospitalisation
- Les prescriptions établies à la sortie

**L'informatisation du dossier** par la mise sur ordinateur, la structuration et la standardisation qu'elle suppose devrait :

- ❖ améliorer le stockage, la disponibilité des informations
- ❖ améliorer la lisibilité et la communication des informations
- ❖ éviter les lacunes en systématisant le recueil
- ❖ permettre une saisie unique et un partage de l'information
- ❖ mettre en évidence l'évolutivité des informations
- ❖ rendre comparables les informations d'un patient à un autre
- ❖ intégrer des données d'origines diverses ou de nature hétérogène (signaux, images)
- ❖ faciliter l'emploi de systèmes d'aide à la décision
- ❖ aider au regroupement des données
- ❖ faciliter la formation
- ❖ améliorer la protection et la confidentialité des données

## D) Signaux physiologiques

**Opération de conversion analogique → digitale = Numérisation :** Un capteur produit un signal électrique analogique, qui doit être mis sous forme binaire pour être manipulable par un ordinateur. Cette opération procède en trois étapes :

1. Le signal est d'abord découpé en segments de durées égales, c'est l'échantillonnage
2. La hauteur de chaque segment est alors quantifiée (en prenant une valeur moyenne)
3. Cette valeur est ensuite codée sous forme numérique

Plus la longueur du mot binaire utilisé pour représenter la hauteur est grande, plus on peut définir de niveaux différents d'intensité du signal et donc plus la précision sera importante (*1 bit ne permet de coder que deux niveaux et correspond à un signal en tout ou rien, 2 bits autorisent 4 niveaux possibles alors qu'un octet (8 bits) correspond à 256 (2<sup>8</sup>) niveaux différents possibles*).

**La séquence de traitement comporte quatre phases :**

- Acquisition du signal analogique par un capteur et numérisation par un convertisseur analogique-digital
- Pré traitement simple visant à l'amélioration de la qualité du signal (extraction du signal, amplification, filtration)
- Traitement analytique permettant l'extraction de paramètres, (par exemple les complexes QRS d'un ECG), le plus souvent par des méthodes mathématiques
- Interprétation des résultats

## E) Images

L'interprétation automatique des images, comme aide au diagnostic, est **complexe** et reste du domaine de la recherche.

Elle fait appel à de nombreuses techniques, notamment de reconnaissance des formes et d'intelligence artificielle, et combine des informations de natures diverses : le problème consiste à identifier les paramètres et les structures significatifs puis à les comparer à des structures connues ou à les confronter à des connaissances théoriques ou expérimentales.

Reconnaître les altérations par les images : **identification** (*RMN, propriété des éléments*) et **interprétation** (*comme dans les antibiogrammes*).

Applications :

- La chirurgie assistée par ordinateur associe aux phases d'acquisition et d'interprétation d'images, deux étapes de raisonnement et de commande robotique. La dernière étape peut prendre la forme d'une aide passive (détection d'écarts au geste prévu), semi-active (système de contraintes) voire active (autonomie du robot). *Exemple du robot : c'est une manipulation avec un dispositif sans tremblements avec une expertise dans le monde (délocalisation de l'opérateur : opération Lindbergh 2 où le robot et l'opérateur étaient sur deux continents différents) → télémedecine).*
- Centres de simulation : entraide de manière virtuelle.
- Casque virtuel : on peut voir un homme écorché de manière progressive pour apprendre l'anatomie

### III- Gestion des activités

#### Unités de soins

Les fonctions d'un système de gestion de l'unité de soins comprennent d'abord des fonctions de **prise en charge** et de **suivi individuel** des patients :

- identification médico-administrative
- rendez-vous et accueil des patients
- accès au dossier antérieur
- saisie des données de soins
- prescription de soins, saisie des actes
- saisie et mise à jour des résultats d'examen
- compte-rendu, résumé de sortie et synthèse

Il s'y greffe des fonctions intéressant l'unité dans son ensemble :

- fonctions de communication ;
- gestion du courrier et bureautique
- bilans d'activité
- gestion des ressources
- accès aux banques de données, enseignement et recherche.

#### Gestion documentaire

Le temps consacré à la documentation scientifique est forcément limité d'où l'intérêt d'un système informatisé qui permet de sélectionner les documents pertinents et de donner un aperçu du contenu des références retenues.

Au préalable, cependant, les références doivent être entrées dans la base après analyse et codage du document par un professionnel : analyste ou documentaliste, qui réalisera l'indexation du document, (*c'est-à-dire sa description résumée et standardisée*). Plusieurs travaux de recherche portent sur l'indexation semi-automatique par analyse directe du texte.

#### Systèmes disponibles dans le domaine de la Santé :

- ★ Le système de documentation **Medlars** (Medical Literature Analysis and Retrieval System), avec sa version à accès direct Medline (Medlars on line), est un des plus grands systèmes automatisés mondiaux (9 millions de références).
- ★ **Pubmed**
- ★ Le système **Cancernet** est d'origine européenne, il est spécialisé dans la cancérologie. Il utilise un thesaurus multilingue et l'indexation est réalisée par des chercheurs en cancérologie.
- ★ La base européenne **Embase** couvre les domaines de la pharmacologie, de la biologie et de la médecine ; elle est caractérisée par une intégration très rapide des références.

- ★ Le système **Pascal**, français, est géré par le CNRS. il couvre l'ensemble du domaine scientifique (périodiques, congrès et thèses) et compte 9 millions de références
- ★ En santé publique, la **BDSP** (Banque de données en Santé Publique) regroupe plus de 100000 références documentaires sur la santé et les systèmes de soins.
- ★ La **HAS** met en ligne également l'ensemble des recommandations de pratiques et conférences de consensus

## IV- Aide à la décision

Une décision suppose la confrontation et l'application d'un modèle de connaissance à un cas du monde réel dans le but d'effectuer un choix. Trois types d'informations entrent en jeu :

- **les faits** observés
- les connaissances théoriques, **le savoir**
- l'expérience acquise au cours de l'exercice d'une activité ; c'est à dire **le savoir-faire**.

La difficulté de la prise de décision vient de la **situation d'incertitude**, qui tient à plusieurs raisons :

- **l'incertitude sur les connaissances** : certaines connaissances sont d'ordre statistique (*fréquence des maladies ou des signes*) et sont associées par nature à un risque d'erreur, mais d'autres connaissances sont incomplètes, par défaut d'exploration ou par insuffisance de conceptualisation (*physiopathologie*)

- **l'incertitude sur les faits** : la description de l'état présent n'est jamais parfaite, soit par manque de moyens ou de temps (*urgence*), soit par défaut de mesure ou mauvaise interprétation d'un symptôme, d'un signe ou d'un résultat
- **l'incertitude du langage** : le flou et l'ambiguïté des notions manipulées perturbent le traitement et la transmission de l'information.

D'autre part, la décision, bien que portant sur un objet précis dans le cadre d'un domaine scientifique déterminé, ne peut s'abstraire de l'environnement (psychologique, social, culturel, économique) de l'objet d'étude ou de l'observateur.

Si l'aide au diagnostic médical est le premier sujet évoqué, les systèmes informatiques d'aide à la décision ont comme objectif général de modéliser un système réel ou son comportement afin de prédire son état présent ou à venir. *Ce système peut donc être un individu, malade ou non, mais aussi un organe isolé, une population d'individus, ou une organisation (hôpital).*

On décrit plusieurs modes de fonctionnement :

Mode passif : Le **plus fréquent**, il suppose l'intervention explicite de l'utilisateur pour décrire le problème (*par exemple, l'état du patient*) et interroger le système. On distingue deux types de comportement :

- **le système consultant** fournit en retour une conclusion ou un conseil (*par exemple un diagnostic ou un traitement*).
- **le système critique** demande que lui soit décrite la stratégie envisagée par le décideur humain, ce qui lui permet de la commenter ou de la critiquer en indiquant les failles du raisonnement.



Mode semi-actif : Système dont le **déclenchement** automatique répond à une **intervention humaine**. L'objectif est de jouer le rôle de garde-fou en rappelant en temps réel des informations ou des règles indiscutables : *système de rappel automatique qui permet d'éviter des prescriptions inutiles, contre-indiquées ou exposant à des interactions, système d'alarme qui alerte sur un changement d'état du patient.*

Mode actif : Système à déclenchement automatique et autonome. Il **agit sans intervention du décideur** selon une boucle de rétrocontrôle pour actionner un système de traitement ou de surveillance.

### Modèles mathématiques

Modèle déterministe : décrit l'évolution de concentrations ou de quantités continues à l'aide de **fonctions** mathématiques et de **systèmes d'équations différentielles**.

Modèle stochastique : s'intéresse au comportement d'objets individualisés (personnes ou molécules) qu'on ne peut connaître avec certitude mais qui obéissent à des **lois de probabilités** connues.

Quel que soit le formalisme mathématique sous-jacent, les résultats que fournit le modèle en sortie, en réponse aux données d'entrée, doivent être validés, c'est-à-dire comparés à ceux observés dans la réalité pour les mêmes valeurs des paramètres d'entrée.

### Applications

Les modèles mathématiques peuvent servir à la décision médicale ou de santé publique, en mode passif ou en mode actif (contrôle automatique). Leurs applications sont donc nombreuses et variées :

- **modèle pharmacocinétique** : il permet de représenter et de quantifier les différentes phases du métabolisme des médicaments (absorption, diffusion, transformation en métabolites actifs ou non, élimination). Il est utilisé pour adapter au mieux la posologie.
- **modèle épidémiologique** : il a pour objectif la représentation de l'évolution dans une population d'une maladie, souvent contagieuse, dans le temps ou dans l'espace. Lorsqu'un tel modèle a été validé, il permet d'une part d'avoir une idée des facteurs de risque ou de protection possibles et de leur importance relative, mais surtout il fournit une estimation de l'efficacité potentielle des diverses mesures sanitaires envisageables.

### A) Modèle Neuromimétique

Les méthodes neuromimétiques ou connexionnistes sont inspirées des structures neuronales et du fonctionnement cérébral d'où le nom fréquent de réseau de neurones formels. **Le réseau neuronal** est un programme qui met en jeu des nœuds ou neurones formels reliés entre eux par des arcs, équivalents des axones et des dendrites. Chaque neurone réalise la sommation des stimuli des neurones afférents, chaque connexion étant affectée d'une pondération.

Les systèmes neuronaux sont bien adaptés aux **problèmes de classification diagnostique** à condition que l'on dispose d'une base de cas suffisante en nombre et en variété pour le processus d'apprentissage. Dans cette situation, la couche d'entrée correspond aux signes et la couche de sortie aux diagnostics.

L'usage d'un réseau de neurones permet de ne pas spécifier un modèle mathématique théorique, mais en contrepartie le réseau est un **modèle empirique**.

## B) Modèles Statistiques

Les méthodes statistiques concernent essentiellement **les méthodes de régression ou de classification multidimensionnelles** qui permettent d'expliquer la valeur d'une réponse ou l'appartenance à un groupe en fonction des valeurs de plusieurs variables dites explicatives

Il s'agit notamment de l'analyse discriminante, de la régression logistique dans le cas d'une réponse qualitative (groupe), de la régression multiple dans le cas d'une réponse quantitative, ou du modèle de Cox dans le cas d'une variable de réponse censurée (analyse de survie).

## C) Modèle Booléen

L'algèbre de Boole ou algèbre binaire concerne les variables ne pouvant prendre que deux états : vrai/faux ou présent/absent. L'utilisation de l'algèbre de Boole vise à reproduire le raisonnement médical et à **formaliser la connaissance au moyen d'arguments binaires, en Oui ou Non**, et d'opérateurs logiques : « non », « et » (*Syndrome néphrotique = protéinurie et hypoprotéinémie*), « ou » (*Eruption rougeole = exanthème ou Koplick*), « implique » (*Signe de Babinski => syndrome pyramidal*).

Il est alors possible en principe de décrire les maladies par la présence ou l'absence de signes, et les règles de raisonnement clinique par des implications.

Cependant, l'utilisation du formalisme booléen pose des problèmes. Il implique une **rigidification de la pensée** et l'élimination des diverses formes d'incertitude, fréquentes en médecine.

## D) Modèles Probabilistes

Les méthodes probabilistes, reposant sur **l'application du théorème de Bayes**, permettent de calculer la probabilité d'une maladie connaissant les signes du malade.

## E) Modèles Symboliques

**Les systèmes experts** sont des logiciels de résolution de problèmes. Ils permettent de représenter sous forme explicite et déclarative les connaissances et le comportement d'un expert humain, afin qu'il puisse être reproduit par un programme.

Deux types de notions doivent donc être formalisées : un ensemble de connaissances théoriques ou expérimentales et **le raisonnement** qui permet de les utiliser. Les premières seront gérées dans une base de connaissances tandis que le second sera réalisé sous la forme d'un programme interpréteur de connaissances : **le moteur d'inférences**.

### Les systèmes experts :

- ★ **Mycin** est le premier système expert en médecine, il est encore le plus cité bien qu'il n'ait jamais été utilisé en routine. Initialement conçu pour le diagnostic et trouver le meilleur traitement des méningites infectieuses, il a donné lieu à toute une série de développements théoriques : isolement du moteur d'inférences sous la forme d'un moteur essentiel qui a été appliqué à d'autres bases de connaissances comme Oncocin en chimiothérapie ou développement d'un système à vocation pédagogique dénommé Guidon.

- ★ **Internist** est un des systèmes à vocation large : la médecine interne, avec 600 maladies et 4500 signes ; chaque maladie est décrite par des signes dotés d'un coefficient de sensibilité et de spécificité ; les performances de ce système ont été évaluées sur des cas cliniques du New England Journal of Medicine ; cependant il est **inutilisable en pratique** en raison notamment du temps de consultation ; une version simplifiée et à vocation didactique, QMR, est maintenant disponible sur micro-ordinateur.
- ★ **Sphynx** reste le système expert français (Marseille) le plus connu ; il utilise un **formalisme mixte**, objets structurés pour les concepts médicaux et règles de production pour le raisonnement ; il a été appliqué dans le domaine du diagnostic des ictères et de la thérapeutique du diabète, où il a été évalué auprès de médecins généralistes.
- ★ **Le système Help** est l'exemple d'un système d'aide à la décision intégré à un SIH ; il fonctionne en mode **semi-actif**, la mise à jour des données du dossier du patient utilisées en routine déclenchant les modules d'aide à la décision ce qui permet la réalisation d'alarmes intelligentes dans le cadre de la prescription thérapeutique (contre-indications, interactions), notamment d'antibiotiques (détection d'infections nosocomiales, de résistances), ou de produits sanguins.

## V- Internet médical

### Catalogage des ressources

**Le Catalogue et index des sites médicaux francophones (CISMeF)**, est un portail dédié au domaine médical permettant de fournir à l'utilisateur un résultat aussi pertinent que possible selon ses besoins, ses attentes et son contexte d'utilisation.

L'indexation et la recherche **monoterminologiques** sont fondées sur le thésaurus MeSH.

L'intégration de nouvelles terminologies médicales pour l'indexation des ressources du catalogue a pour but de minimiser les faux-négatifs lors de la recherche d'information et de contextualiser les besoins des utilisateurs.

**Le Portail d'information sur les médicaments (PIM)** permet une recherche plus ciblée avec de nombreux accès selon l'utilisateur.

L'application de l'univers **multiterminologique** devrait être applicable sur les dossiers électroniques des patients (DEP). Dans ce cas, l'objectif serait de mieux suivre les patients par une meilleure recherche d'information et bien cerner l'information requise lors des consultations et hospitalisations.

### Qualité de l'information

La loi de **2004** créant la Haute autorité de santé (HAS) l'a chargée d'établir une procédure de certification des sites dédiés à la santé.

La procédure établie par la HAS repose sur la **certification HONcode**, contenant huit principes qui portent sur la qualité du site et/ou la présentation de l'information sur le site.

Ce dispositif a permis l'amélioration et la certification d'un grand nombre de sites Internet en France.

### Formation à distance

**e-learning** : l'utilisation des nouvelles technologies multimédias et de l'Internet pour améliorer la qualité de l'apprentissage en facilitant l'accès à des ressources et à des services, ainsi que les échanges et la collaboration à distance.

### Échanges entre patients

Internet est un lieu de débats et d'échanges entre patients avec d'intenses discussions permettant une appropriation collective de l'information médicale et la constitution d'une forme d'expertise. 4 profils d'intervenants dont la répartition contribue à définir la tonalité d'une liste : l'informateur, l'agitateur, l'hyperactif, et le leader charismatique.

6 grands thèmes : « phatique » (civilité), « personnel/interpersonnel », « collectif », « médecine », « patient/usager », et « information ».

*Saaah quel plaisir d'avoir une demie page pour les dédis !*

*Tout d'abord, dédi au meilleur tuteur de chimie G cette année (il y en a qu'un), je nomme Alexis Boussidan.*

*Dédi à toute la team biostat, je vous aime.*

*Dédi bien sûr à mes fillots, je veux du 100% de réussite !*

*Dédi à Caninos et Victorganique*

*Dédi à l'UE8*

*Dédi à la chimie.*

*Dédi à tout le tutorat en général, si vous voulez faire parti du tutorat l'année prochaine n'hésitez surtout pas, c'est trop trop bien !*

*Dédi à (vas y cale toi là) qui va croire en soi et réussir son année et pouvoir vivre sa meilleure vie l'année pro !*

*Dédi aux masques 🤧*

*Voilà une belle photo de la meilleure team qui vous souhaite bon courage ❤️*

