

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE  
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

**Mémoire de Fin d'Etudes  
de MASTER ACADEMIQUE**  
Domaine : Sciences et Technologies  
Filière : Génie électrique  
Spécialité : **Commande des systèmes**

*Présenté par*  
**Hamida HAMBAREK**

Thème  
**Application des systèmes multi  
agents dans la prescription médicale**

*Mémoire soutenu publiquement le 14/07/2015 devant le jury composé de :*

|               |            |     |       |
|---------------|------------|-----|-------|
| BOUDJEMAA F,  | Présidente | MAA | UMMTO |
| HADJEM O,     | Encadreur  | MAA | UMMTO |
| CHELLI T,     | Examineur  | MAA | UMMTO |
| BOUQENDOUR O, | Examineur  | MAB | UMMTO |

# Remerciements :

*Au terme de ce travail :*

*Je tien en premier lieu à remercier le bon Dieu pour le courage et la patience qu'il ma donné afin de mener a bien ce travail.*

*Je remercie vivement ma promotrice Mme HEDJEM OURIJA pour son aide, ses orientations, sa présence ainsi que ces précieux conseils.*

*Je remercie les membres du jury qui m'on fait l'honneur en jugeons ce travail.*

*Je remercie mes très chers parents, qui ont toujours été là pour moi, « Vous avez tout sacrifié pour vos enfants n'épargnant ni santé ni efforts. Vous m'avez donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. Je suis redevable d'une éducation dont je suis fière ».*

*Je remercie mes sœurs et mes deux frères pour leur soutien inconditionnel et leurs encouragements. Je remercie très spécialement mokrane, amar, mhenna et sabrina qui ont toujours été là pour moi.*

*Je remercie tous, ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.*

# *Dédicace :*

*A Ceux qui ont fait de moi la personne que je suis aujourd'hui :  
mes très chers parents, que dieu les récompense et les garde.*

*A ma mère qui m'a éclairée le chemin et qui m'a encouragé et  
soutenue tout au long de mes études.*

*A mes très chères sœurs « Nana » « Soussa » « Kimou » et  
« Bahouche »*

*A mes deux frères « Dada » et « Fateh »*

*A ma très chère nièce « semou » a qui je souhaite toute la réussite  
du monde .A toutes les autres « petits anges »*

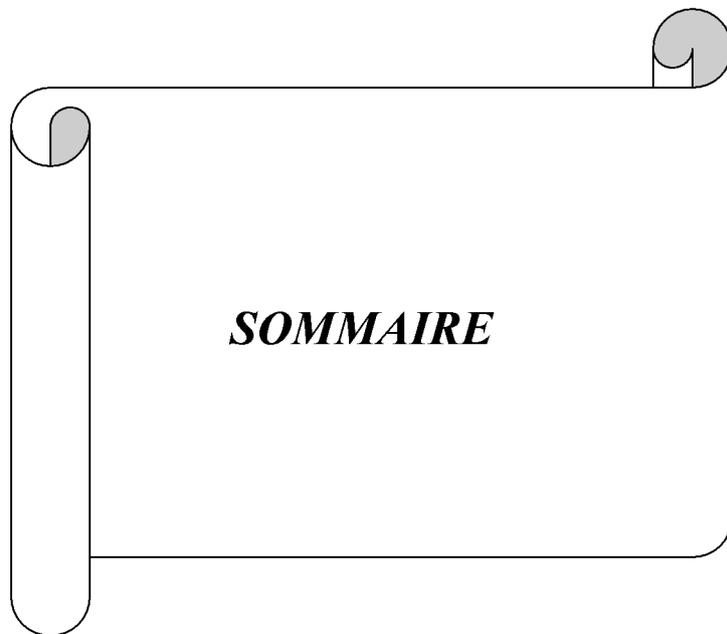
*A mes adorables neveux « Alexis » et « Math »*

*A mon beau frère « Lies »*

*A toutes mes amies surtout « Nassou » et « Karima »*

*A tous mes camarades avec qui j'ai passées des moments  
inoubliables, spécialement « Djafar ».*

*A tous ceux que je porte dans mon cœur.*



***SOMMAIRE***

*INTRODUCTION GENERALE*.....2

❖ *CHAPITRE I: AIDE A LA DECISION DANS LE  
DOMAINE MEDICALE*

*I. INTRODUCTION*.....4  
*II. AIDE A LA DECISION CLINIQUE*.....4  
*III. AIDE A LA PRESCRIPTION*.....5  
*IV. INTERACTION MEDECAMENTEUSE*.....6  
*V. COMBINAISON ENTRES MEDICAMENTS*.....7  
*VI. SYNERGIE*.....7  
*VII. CONCLUSION*.....9

❖ *CHAPITRE II : LES SYSTEMES MULTI AGENTS*

*I. INTRODUCTION*.....11  
*II. LES AGENTS*.....11  
*III. LES SYSTEMES MULTI AGENTS*.....13  
*IV. NIVEAUX D'ORGANISATION*.....14  
*V. AGENTS COGNITIFS ET REACTIFS*.....14  
*VI. COMMUNICATION ENTRE AGENT*.....18  
*VII. INTERACTION ENTRE AGENT*.....18  
*VIII. RESOLUTION DE CONFLITS*.....19  
*IX. LA NEGOCIATION*.....20  
*X. LA COORDINATION*.....20  
*XI. DOMAINES D'APPLICATION*.....20  
*XII. CONCLUSION*.....23

## ❖ CHAPITRE 3 : CONCEPTION ET TESTS

|       |                                                                                                 |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I.    | INTRODUCTION.....                                                                               | 25 |
| II.   | NETLOGO.....                                                                                    | 25 |
| III.  | MODILISATION DU PROBLEME.....                                                                   | 25 |
| IV.   | AGENTIFICATION.....                                                                             | 28 |
| V.    | ORGANIGRAME DE L' APLICATION .....                                                              | 29 |
| VI.   | LISTE RECAPITULATIVE DES DEFFERENTES INDICATION<br>DE MEDICAMENTS DE LA BASE DE<br>DONNEES..... | 29 |
| VII.  | LES MALADIES A TESTER.....                                                                      | 36 |
| 1.    | RHUME.....                                                                                      | 36 |
| 2.    | OTITE.....                                                                                      | 38 |
| 3.    | ASTHME.....                                                                                     | 40 |
| 4.    | ULCER.....                                                                                      | 43 |
| VIII. | EXEMPLES TRAITES AVEC LE SYSTEME<br>ET RESULTATS OBTENUS .....                                  | 44 |
| IX.   | CONCLUSION.....                                                                                 | 47 |
|       | CONCLUSION GENERALE.....                                                                        | 48 |
|       | BIBLIOGRAPHIE.....                                                                              | 49 |

## ***TABLES DES FIGURES :***

Figure 1 : Représentation imagée d'un agent en interaction avec son environnement et les autres agents.

Figure 2 : Model d'agent cognitif .

Figure 3 :Une colonie de fourmilles surmontes un obstacle.

Figure 4 :Les principales catégories d'applications des systèmes multi agents.

Figure 5 : Cas de respiration normale

Figure 6 : Les échanges gazeux

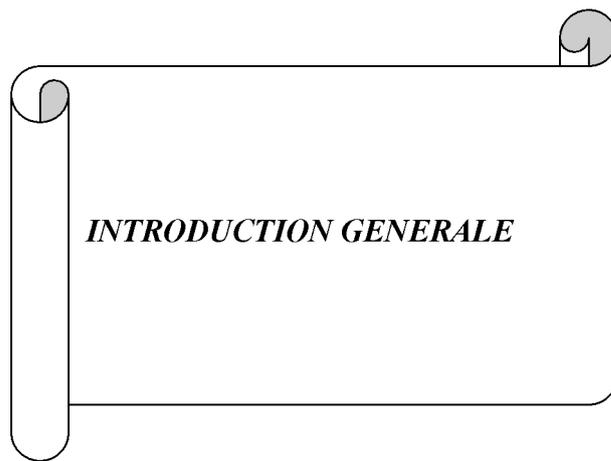
Figure 7 : Cas d'une crise d'asthme.

Figure 8 ;Résultat du rhume.

Figure 9 :Résultat de l'asthme.

Figure 10 :Résultat de l'otite.

Figure 11 : Résultat du l'ulcère.



## **INTRODUCTION GENERALE :**

Les systèmes modernes comme dans l'industrie, l'économie, le marketing et l'écologie reposent de plus en plus souvent, sur des systèmes informatiques, qui sont chargés d'aider les utilisateurs au traitement des problèmes et à la prise de décision. La complexité de systèmes informatiques devant être mis en place amène beaucoup de chercheurs à utiliser une modélisation reposant sur le paradigme multi-agents pour la réalisation de ces systèmes. Cette approche permet en effet de tenir compte de la complexité de ces systèmes en extrayant les entités d'actions qui doivent être présentés dans la modélisation du système.

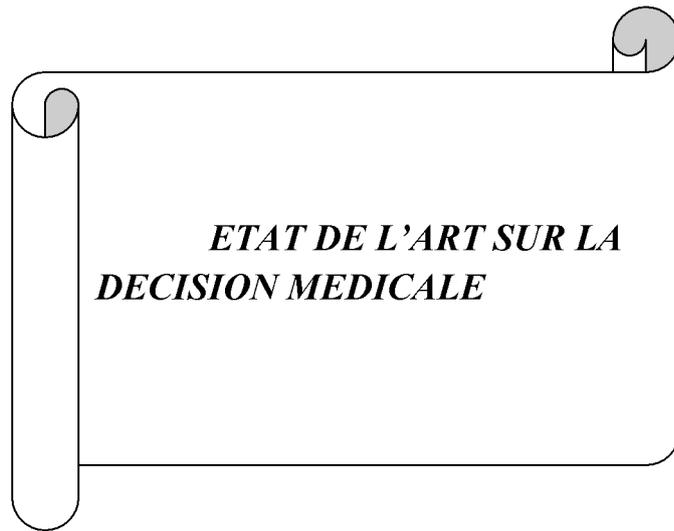
La lutte contre les maladies est loin d'être achevée, La médecine avance sur tous les fronts afin d'améliorer les soins des patients. De ce fait, il est indispensable que plusieurs disciplines continuent à apporter leur contribution et particulièrement l'Intelligence Artificielle. Pour permettre d'établir un diagnostic et une aide a la décision médical, robuste et fiable. Les systèmes multi agents (SMA) peuvent être un outil puissant d'aide distribué.

L'objectif de notre travail consiste à créer une nouvelle approche qui permettra de donner le traitement adéquat d'une maladie bien définit. Pour atteindre cet objectif, nous proposons une solution basée sur le concept des systèmes multi-agents.

Nous réalisons un couplage entre deux grands domaines la Médecine et l'Informatique pour L'aide à le prescription médicale et le paradigme agent respectivement.

L'optique de ce couplage est d'améliorer les performances et l'efficacité des systèmes de diagnostic et prescription médical.

La prescription médicale est un processus de classification. L'utilisation de techniques dite intelligentes pour la réalisation de cette classification devient de plus en plus importante. Même si la décision de l'expert est le facteur le plus important lors du diagnostic et la décision les systèmes de classification fournissent une aide substantielle, car ils réduisent les erreurs dues à la fatigue et le temps nécessaire pour la décision.



***ETAT DE L'ART SUR LA  
DECISION MEDICALE***

## **I. INTRODUCTION :**

Les systèmes d'aide à la décision médicale (SADM) sont des applications informatiques dont le but est de fournir aux cliniciens en temps et lieux utiles les informations décrivant la situation clinique d'un patient ainsi que les connaissances appropriées à cette situation, correctement filtrées et présentées afin d'améliorer la qualité des soins et la santé des patients .

Jusqu'au début des années 90, leur utilisation s'est limitée à quelques Institutions pionnières qui ont développé, régulièrement évalué et progressivement amélioré leurs propres systèmes d'information clinique comportant des fonctions de gestion de dossiers patients, de prescription des actes diagnostiques et des médicaments, et d'aide à la décision clinique.

## **II. AIDE A LA DECISION CLINIQUE :**

Les systèmes d'aide à la décision clinique ont pour objectif d'améliorer la qualité des soins, la sécurité et l'efficacité des soins au moyen de systèmes d'information cliniques comportant un dossier patient associé à des fonctions de prescription informatisées .

La décision médicale est un acte intellectuel qui consiste à faire un choix entre plusieurs possibilités. Les mécanismes de la décision en médecine générale sont complexes. La décision est le fruit de différentes composantes : composantes biomédicales (objectives), et composantes autres, plus subjectives (liées à la relation, la personnalité du médecin, celle du patient, l'environnement...). Ceci peut expliquer que des situations qui semblent similaires au point de vue biomédical puissent donner lieu à des décisions différentes.

La décision en médecine repose sur le trépied suivant :

- Les données actuelles de la science, déterminées à partir d'études scientifiques dotées d'un certain niveau de preuve, donnant lieu à des recommandations de grade variable.
- Les données de la relation médecin-patient, qui sont liées à la personnalité du médecin, à celle du patient, à l'interaction qui se noue entre elles dans le cabinet de consultation, et aux influences extérieures, conscientes ou non qui s'exercent sur ces 2 personnalités.
- Les contraintes du moment qui sont d'ordre financier, temporel, réglementaire et médico-judiciaire.

La décision médicale est donc un processus complexe avec intervention de facteurs objectifs et subjectifs, conscients et inconscients. Vouloir ne prendre ses décisions que sur des critères rationnels biomédicaux n'est ni possible ni souhaitable : cela conduirait à exercer une médecine sans prise en compte du patient, et sans partage du processus de décision avec lui .

A l'inverse, il semble honnête de ne pas se réfugier derrière l'argument de la prise en charge centrée sur le patient pour justifier des choix qui, en réalité, seraient influencés avant tout par une insuffisance de connaissances scientifiques, ou d'autres contraintes telles que la fatigue et le stress.

Tout médecin doit prendre une décision qui intégrerait à la fois les données scientifiques les mieux validées, les valeurs et préférences du patient, et l'expérience du praticien.

### **III. AIDE A LA PRESCRIPTION :**

Les systèmes d'aide à la prescription médicamenteuse ont pour objectif d'améliorer la sécurité des soins en réduisant les erreurs de prescription et les effets indésirables évitables, et de favoriser l'application des recommandations de pratique et de bon usage des médicaments.

La prescription médicale est un acte médical majeur qui consiste à prescrire un traitement sur un document « l'ordonnance ». Cette ordonnance consigne la prescription médicale qui peut être certes, des médicaments mais également des examens radiologiques, biologiques, des traitements physiques et des actes de kinésithérapie, ainsi que des cures thermales ou des règles d'hygiène et de diététique.

La notice pour un médicament d'ordonnance contient des informations sur l'effet escompté du médicament et comment cela fonctionne dans le corps. Il contient également des informations sur les effets secondaires, comment un patient doit prendre le médicament et les avertissements pour son utilisation, y compris les avertissements sur les allergies.

En règle générale, les médicaments en vente libre sont utilisés pour traiter des conditions qui ne nécessitent pas nécessairement un professionnel de soins de santé et ont été prouvés pour répondre aux normes de sécurité plus élevées pour l'automédication par les patients. Souvent, une plus faible résistance d'un médicament sera approuvé pour l'utilisation de gré à gré, alors que des résistances supérieures nécessitent une ordonnance à obtenir; comme l'ibuprofène, qui est largement disponibles comme un tueur de douleur , mais prescrit sur ordonnance dans des doses allant jusqu'à quatre fois la dose de gré à gré pour l'utilisation dans les cas de douleur sévère.

#### **IV. INTERACTION MEDICAMENTEUSE :**

Tous les médicaments ne font pas bon ménage entre eux. On parle d'interaction lorsque la prise d'une substance modifie l'effet d'un ou plusieurs autres principes actifs présents au même moment dans l'organisme.

La prise simultanée de plusieurs médicaments peut modifier leur efficacité et leur toxicité. En effet, l'un des médicaments peut s'opposer à l'action d'un autre ou modifier la façon dont ce dernier est absorbé et éliminé par le corps. Si un médicament empêche l'absorption ou l'action d'un autre, ce dernier pourra ne montrer aucune efficacité. A l'inverse, si son élimination est ralentie ou si son effet est amplifié, des signes de toxicité pourront apparaître. Pour ces raisons, il est important de signaler les médicaments que l'on prend à son médecin, son pharmacien ou son dentiste.

##### ***IV.1 LES DIFFERENTES FORMES D'INTERACTION MEDICAMENTEUSE***

Une interaction entre plusieurs médicaments peut prendre diverses formes. Si les effets thérapeutiques des médicaments s'ajoutent ou se multiplient entre eux, on parle de synergie ou de potentialisation : cette situation est potentiellement dangereuse.

Si les effets des médicaments sont au contraire atténués ou annulés, on parle d'antagonisme ou d'inhibition : ce type d'effet nuit le plus souvent à l'efficacité du traitement.

La prise simultanée de plusieurs médicaments peut faire apparaître certains effets indésirables et faire courir des risques au patient.

Dans tous les cas, les interactions mettent en jeu des phénomènes complexes, qui peuvent intervenir à tous les stades de l'assimilation du médicament par l'organisme : absorption par le tube digestif, passage dans la circulation sanguine, élimination par le foie ou les reins. La connaissance de ces interactions est encore imparfaite. Certaines d'entre elles sont bien identifiées, d'autres plus imprévisibles.

## **V. COMBINAISON ENTRES MEDICAMENTS :**

### ***V.1 DEFINITION :***

Une combinaison de médicaments est une combinaison à dose fixe qui comprend deux ou plusieurs ingrédients actifs pharmaceutiques combinés dans une forme de dosage unique, qui est fabriqué et distribué en doses fixes.

Initialement, l'associations de médicaments à doses fixes ont été développés pour cibler une seule maladie (comme le sida). Cependant, elles peuvent également cibler plusieurs maladies / affections.

### ***V.2 Avantage :***

Amélioration de la conformité des médicaments en réduisant le fardeau de pilule de patients.

### ***V.3 Inconvénient :***

Si un effet indésirable se produit pendant l'utilisation d'une combinaison de médicament, il peut être difficile d'identifier l'ingrédient actif responsable d'avoir causé la réaction.

On peut atténuer ce problème en commençant les médicaments individuellement et en surveillant les réactions, puis passer à la combinaison médicale si aucun problème n'est observé.

## **VI. SYNERGIE**

La synergie reflète communément un phénomène par lequel plusieurs acteurs, facteurs ou influences agissant ensemble et créent un effet plus grand que la somme des effets attendus s'ils avaient opéré indépendamment, ou créent un effet que chacun d'entre eux n'aurait pas pu obtenir en agissant isolément.

Dans le langage courant, le mot est plutôt connoté positivement, et il est utilisé pour désigner un résultat plus favorable lorsque plusieurs éléments d'un système ou d'une organisation agissent de concert. Plus pratiquement, il y a synergie positive quand le résultat d'une action ou d'un élément est supérieur à la somme des résultats des parties.

par exemple la synergie musculaire est une contraction coordonnée de différents muscles destinée à exécuter un mouvement précis.

### ***VI.1 SYNERGIE MEDICAMENTEUSE :***

C'est une interaction de deux ou plusieurs médicaments utilisés dans le traitement de la même pathologie, et dont l'effet thérapeutique est égal ou supérieur aux effets additionnés de chacun d'eux pris isolément.

On parle de synergie additive lorsque l'effet thérapeutique obtenu est égal à la somme des effets de chacun des médicaments pris isolément, et de synergie potentialisatrice lorsque cet effet thérapeutique lui est supérieur.

Le terme de potentialisation s'applique lorsque les médicaments ont des modes d'action différents et que l'effet thérapeutique de leur association est supérieur à la somme des effets particuliers de chacun d'eux, pris séparément.

### ***VI.2 UTILISATION THERAPEUTIQUE :***

Une synergie médicamenteuse est recherchée dans certains domaines médicaux.

Dans le traitement de l'hypertension artérielle, on associe dans certains cas les médicaments antihypertenseurs entre eux. Dans le traitement des maladies infectieuses, on recherche une synergie entre deux antibiotiques pour obtenir un effet bactéricide en cas d'infection grave. Dans le traitement des cancers, un malade peut recevoir plusieurs médicaments anticancéreux ensemble (polychimiothérapie) afin de diminuer les effets indésirables de chacun d'eux.

### ***VI.3 EFFETS INDESIRABLES :***

Il peut être dangereux d'associer plusieurs médicaments si l'on ne connaît pas les effets potentiels d'une telle association. Certaines interactions médicamenteuses se traduisent par une augmentation de la toxicité de l'un ou de plusieurs des médicaments pris simultanément. Par exemple, l'aspirine et les anti vitamines K (variétés d'anticoagulants) ont chacune un pouvoir hémorragique, qui augmente si un sujet les prend en même temps. De même, les

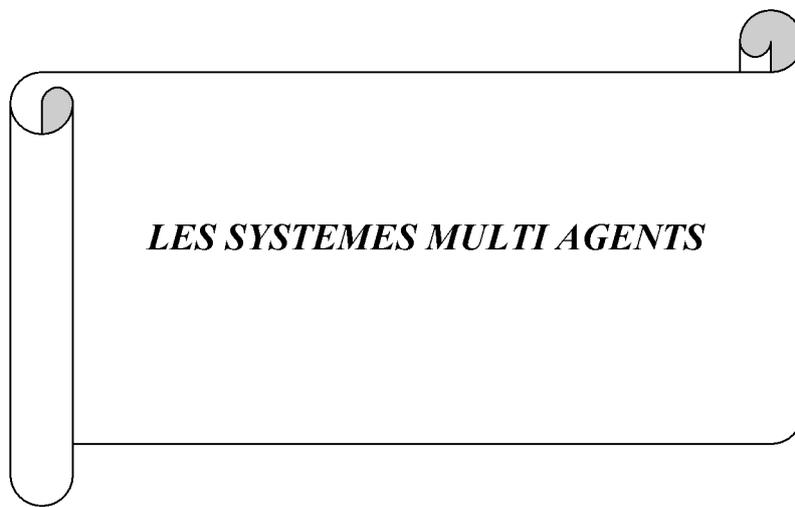
sulfamides hypoglycémiantes (variétés d'antidiabétiques) associés aux bêtabloquants (médicaments employés en cardiologie) peuvent provoquer des hypoglycémies sévères.

## ***VII. CONCLUSION:***

Dans ce premier chapitre, nous avons abordé le domaine de l'aide à la décision et ces différentes applications dans le domaine médicaux.

Les systèmes d'aide à la décision sont des logiciels qui facilitent la préparation d'informations pertinentes sur la base desquelles une décision peut être prise afin d'aider le décideur dans sa tâche en lui fournissant tous les éléments pertinents pour la prise de décision.

L'objectif est l'amélioration de la sécurité, de la qualité et de l'efficacité des soins et cela en se reposant sur des bases de connaissances constituées de recommandations de pratiques cliniques ou de bon usage des soins élaborées selon les principes de la médecine fondée sur les faits probants. Tout en essayant de couvrir tout ou une partie des activités cliniques (prévention, diagnostic, prescription médicamenteuse, prescription d'actes diagnostiques ou de suivi des soins, gestion de la prise en charge de maladies chroniques...).

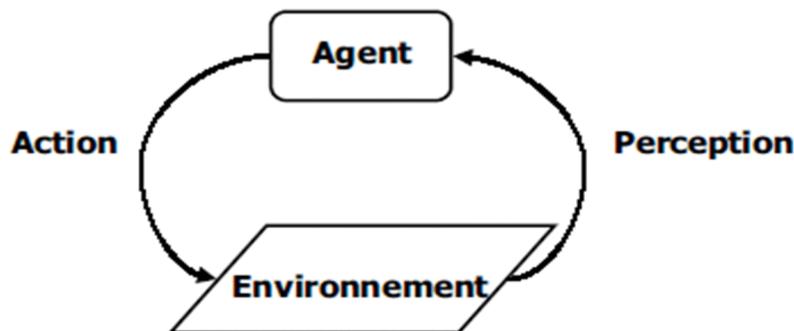


## I. INTRODUCTION :

Longtemps, l'informatique en général et l'intelligence artificielle (IA) en particulier ont considéré les programmes comme des entités individualisées capables de rivaliser avec l'être humain dans des domaines précis. Au départ simple machine à calculer, l'ordinateur s'est ainsi vu consacrer à des tâches qui relevaient de domaines de plus en plus complexes tels que la gestion d'une entreprise, la surveillance et le contrôle de processus industriels, l'aide au diagnostic médical ou la conception de nouvelles machines.

Cette compétition entre l'être humain et la machine s'est accompagnée d'une identification de la machine à l'humain, un programme représentant directement un "expert" capable de résoudre un problème par lui-même.

## II. LES AGENTS :

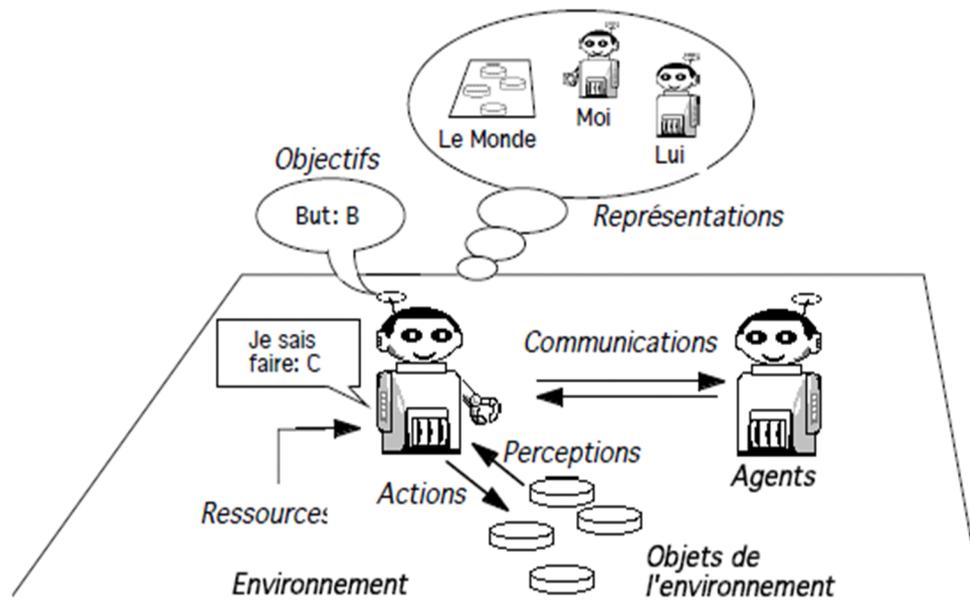


### II.1. DEFINITION :

Comme dans tous les domaines porteurs, le terme agent est utilisé de manière assez vague. Cependant on peut dégager une définition minimale commune qui est approximativement la suivante: On appelle agent une entité physique ou virtuelle:

- a. qui est capable d'agir dans un environnement,
- b. qui peut communiquer directement avec d'autres agents,
- c. qui est mue par un ensemble de tendances (sous la forme d'objectifs individuels ou d'une fonction de satisfaction, voire de survie, qu'elle cherche à optimiser),
- d. qui possède des ressources propres,
- e. qui est capable de percevoir (mais de manière limitée) son environnement,
- f. qui ne dispose que d'une représentation partielle de cet environnement,
- g. qui possède des compétences et offre des services,

h. dont le comportement tend à satisfaire ses objectifs, en tenant compte des ressources et des compétences dont elle dispose, et en fonction de sa perception, de ses représentations et des communications qu'elle reçoit.



**FIGURE 1** : Représentation imagée d'un agent en interaction avec son environnement et les autres agents.

Chacun des termes de cette définition est important.

Une entité physique est quelque chose qui agit dans le monde réel: un robot, un avion ou une voiture par exemple.

En revanche, un composant logiciel, un module informatique sont des entités virtuelles, car elles n'existent pas physiquement.

Les agents sont capables d'agir, et non pas seulement de raisonner comme dans les systèmes d'IA classique. L'action, qui est un concept fondamental pour les systèmes multi-agents, repose sur le fait que les agents accomplissent des actions qui vont modifier l'environnement des agents et donc leurs prises de décisions futures. Ils peuvent aussi communiquer entre eux, et c'est d'ailleurs là l'un des modes principaux d'interaction existant entre les agents.

Les agents sont doués d'autonomie. Cela signifie qu'ils ne sont pas dirigés par des commandes venant de l'utilisateur (ou d'un autre agent), mais par un ensemble de tendances qui peuvent prendre la forme de buts individuels à satisfaire ou de fonctions de satisfaction ou de survie que l'agent cherche à optimiser. On pourrait dire ainsi que le moteur d'un agent, c'est lui-même. C'est lui qui est actif.

Il a la possibilité de répondre par l'affirmative ou le refus à des requêtes provenant des autres agents. Il dispose donc d'une certaine liberté de manœuvre, ce qui le différencie de tous les concepts semblables, qu'ils s'appellent "objets", "modules logiciels" ou "processus". Mais l'autonomie n'est pas seulement comportementale, elle porte aussi sur les ressources. Pour agir, l'agent a besoin d'un certain nombre de ressources: énergie, CPU, quantité de mémoire, accès à certaines sources d'informations. Ces ressources sont à la fois ce qui rend l'agent non seulement dépendant de son environnement, mais aussi, en étant capable de gérer ces ressources, ce qui lui donne une certaine indépendance vis-à-vis de lui. L'agent est ainsi à la fois un système ouvert (il a besoin d'éléments qui lui sont extérieurs pour survivre) et un système fermé.

Les agents n'ont qu'une représentation partielle de leur environnement, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas de vision globale de tout ce qui se passe. C'est d'ailleurs ce qui se passe dans les réalisations humaines d'envergure (la fabrication d'un Airbus par exemple) dans lesquelles personne ne connaît tous les détails de la réalisation, chaque spécialiste n'ayant qu'une vue partielle correspondant à son domaine de compétence.

L'agent est ainsi une sorte "d'organisme vivant" dont le comportement, qui se résume à communiquer, à agir, vise à la satisfaction de ses besoins et de ses objectifs à partir de tous les autres éléments (perceptions, représentations, actions, communications et ressources) dont il dispose.

### **III. LES SYSTEMES MULTI AGENTS (SMA) :**

#### ***III.1 DEFINITION :***

On appelle système multi-agent (ou SMA), un système composé des éléments suivants:

1. Un environnement E, c'est-à-dire un espace.
2. Un ensemble d'objets O. Ces objets sont situés, c'est-à-dire que, pour tout objet, il est possible, à un moment donné, d'associer une position dans E. Ces objets sont passifs, c'est-à-dire qu'ils peuvent être perçus, créés, détruits et modifiés par les agents.
3. Un ensemble A d'agents, lesquels représentent les entités actives du système.
4. Un ensemble de relations R qui unissent des agents entre eux.
5. Un ensemble d'opérations Op permettant aux agents de A de percevoir, produire, consommer, transformer et manipuler des objets.

### ***III.2 LES CARACTERISTIQUES D'UN SMA***

Les SMA se présentent comme des candidats sérieux pour la construction d'architectures ouvertes, distribuées, hétérogènes et souples, capables d'offrir une grande qualité de service dans un travail collectif, sans imposer une structure a priori.

• Un SMA peut-être :

- ouvert : les agents y entrent et en sortent librement (ex: un café)
- fermé : l'ensemble d'agents reste le même (ex: un match de football)
- homogène : tous les agents sont construits sur le même modèle (ex: une colonie de fourmis)
- hétérogène : des agents de modèles différents, de granularité différentes (ex: l'organisation d'une entreprise).

### **IV. NIVEAUX D'ORGANISATION :**

En reprenant la classification proposée par Gurvitch G. [2], maintenant traditionnelle en sociologie [3], on peut distinguer trois niveaux d'organisation dans les systèmes multi-agents:

1. Le niveau micro-social, où l'on s'intéresse essentiellement aux interactions entre agents et aux différentes formes de liaison qui existent entre deux ou un petit nombre d'agents.
2. Le niveau des groupes, où l'on s'intéresse aux structures intermédiaires qui interviennent dans la composition d'une organisation plus complète. A ce niveau, on étudie les différenciations des rôles et des activités des agents,
3. Le niveau des sociétés globales (ou populations) l'intérêt se porte surtout sur la dynamique d'un grand nombre d'agents, ainsi que sur la structure générale du système et son évolution. Les recherches se situant dans le cadre de la vie artificielle se situent assez souvent à ce niveau.

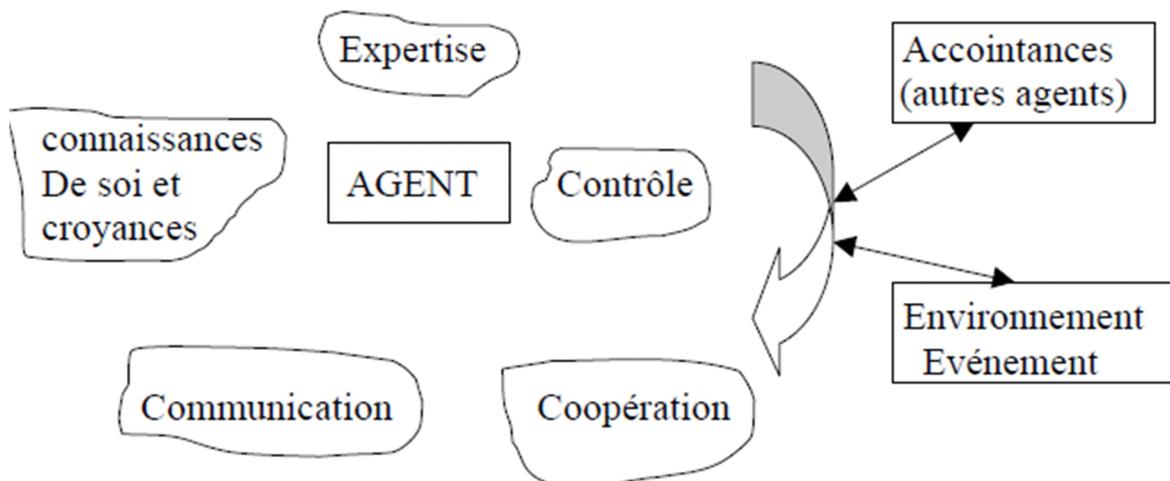
### **V. AGENTS COGNITIFS ET REACTIFS**

| Systemes d'agent cognitifs                  | Systemes d'agents réactifs      |
|---------------------------------------------|---------------------------------|
| Représentation explicite de l'environnement | Pas de représentation explicite |
| Peut tenir compte de son passé              | Pas de mémoire de son histoire  |
| Agents complexes                            | Fonctionnement stimulus/action  |
| Petit nombre d'agent                        | Grand nombre d'agents           |

Ces deux conceptions ont donné lieu à deux écoles de pensée.

La première, l'école "cognitive", est la plus représentée dans le domaine que l'on appelle intelligence artificielle distribuée (IAD) car elle trouve son origine dans la volonté de faire communiquer et coopérer des systèmes experts classiques. Dans ce cadre, un système multi-agent est composé d'un petit nombre d'agents "intelligents". Chaque agent dispose d'une base de connaissance comprenant l'ensemble des informations et des savoir-faire nécessaires à la réalisation de sa tâche et à la gestion des interactions avec les autres agents et avec son environnement. On dit aussi que les agents sont "intentionnels", c'est-à-dire qu'ils possèdent des buts et des plans explicites leur permettant d'accomplir leurs buts. Dans ce cadre, les problèmes de coopération ressemblent étonnamment à ceux de petits groupes d'individus, qui doivent coordonner leur activité et sont parfois amenés à négocier entre eux pour résoudre leurs conflits [8][9][10].

Les analogies sont alors sociales et nombre de chercheurs dans ce domaine s'appuient sur les travaux de sociologie et en particulier sur la sociologie des organisations et des petits groupes

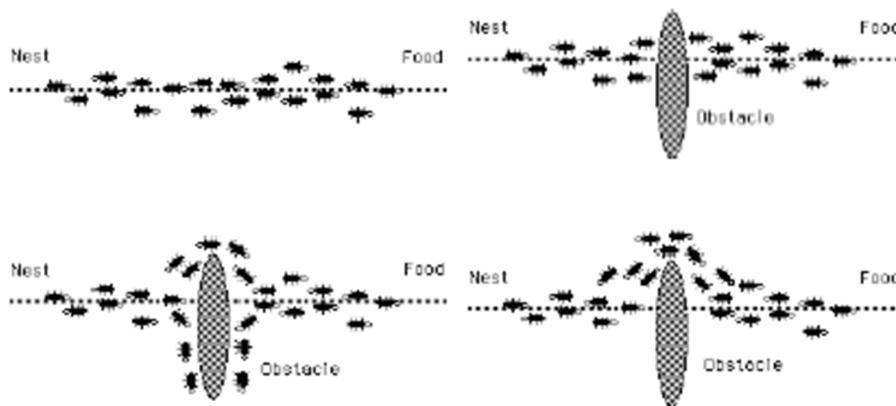


**FIGURE 2** :model d'agent cognitif

L'autre tendance, l'école "réactive", prétend au contraire qu'il n'est pas nécessaire que les agents soient intelligents individuellement pour que le système ait un comportement global intelligent [4] [5][6]. Des mécanismes de réaction aux événements, ne prenant en compte ni une explicitation des buts, ni des mécanismes de planification, peuvent alors résoudre des problèmes qualifiés de complexes. L'exemple le plus manifeste d'organisation émergente est celle de la fourmière [7]: alors que toutes les fourmis se situent sur un plan

d'égalité et qu'aucune d'entre elles ne possède de pouvoir d'autorité stricte sur les autres, les actions des fourmis se coordonnent de manière que la colonie survive et fasse donc face à des problèmes complexes tels que ceux posés par la recherche de nourriture, les soins à donner aux œufs et aux larves, la construction de nids, la reproduction.

De ce fait, les agents réactifs ne sont pas très puissants puisque Individuellement ils sont très faibles. Mais leur force vient de leur capacité à se mettre en groupe, c'est-à-dire de constituer des colonies capables de s'adapter à leur environnement. Ainsi, ce n'est pas au niveau de l'individu que les agents réactifs sont intéressants, mais au niveau de la population et des capacités d'adaptation et d'évolution qui émergent des interactions entre ses membres. Les agents réactifs n'ont pas ou peu d'individualité: ils se fondent dans la masse, mais de par leur nombre et la redondance qui en découle, ils peuvent faire face à des tâches complexes et ainsi rivaliser en termes de performances avec des agents plus sophistiqués mais moins nombreux.



**FIGURE 3** :une colonie de fourmilles surmontent un obstacle .

### ***Anticipations et réaction :***

Enfin, et c'est peut-être ce qui constitue la distinction essentielle, l'opposition cognitif/réactif recouvre une autre dualité: la capacité ou non d'anticiper sur les événements futurs et de s'y préparer. Les agents réactifs, par le fait même qu'ils n'ont pas de représentation de leur environnement et des autres agents, sont incapables de prévoir ce qui va se passer et donc d'anticiper en planifiant les actions à accomplir.

Au contraire, les agents cognitifs, par leur capacité de raisonner sur des représentations du monde, sont capables à la fois de mémoriser des situations, de les analyser, de prévoir des réactions possibles à leurs actions, d'en tirer des conduites pour les événements futurs et donc

de planifier leur propre comportement (toute planification suppose, en effet, que l'on soit capable de traiter des actions en dehors de leur exécution, à partir de description de l'environnement et de ces actions). Et c'est donc grâce à leurs capacités cognitives qui leur permettent de se construire un monde virtuel qu'ils peuvent manipuler que les agents cognitifs sont à même de produire des plans d'actions.

Cette capacité d'anticipation et de planification permet à certains agents d'optimiser leur comportement et de n'effectuer ainsi que les actions véritablement nécessaires.

Par exemple, supposons qu'un robot veuille franchir une porte et que celle-ci soit fermée à clef. S'il s'agit d'un agent cognitif, il pourra construire un plan "dans sa tête" tel que:

**Plan ouvrir Porte**

aller jusqu'à l'endroit où se trouve la clef

prendre la clef

aller jusqu'à la porte

ouvrir la porte avec la clef

En exécutant ce plan, l'agent cognitif ira directement au lieu où se trouve la clef pour la prendre, puis il se dirigera vers la porte pour l'ouvrir à l'aide de la clef.

Au contraire, un agent réactif, du fait qu'il ne dispose pas de représentation de l'univers dans lequel il évolue, ne peut pas effectuer ce type de raisonnement a priori. Il ne réagit que face à la situation. Pour résoudre ce problème, on pourra construire un agent réactif qui dispose du comportement suivant:

**R1:** si je suis devant la porte et que j'ai une clef,  
alors l'ouvrir

**R2:** si je suis devant la porte et sans clef,  
alors essayer de l'ouvrir

**R3:** si la porte ne s'ouvre pas  
et que je n'ai pas la clef,  
alors aller chercher la clef

**R4:** si je cherche une clef  
et qu'il y a une clef devant moi,  
alors prendre la clef et aller vers la porte

Ces quatre règles suffisent pour régler le comportement d'un robot réactif: si l'agent se trouve devant une porte fermée à clef, il essaiera de chercher la clef, puis il reviendra pour ouvrir la porte.

La différence entre les deux comportements est caractéristique. D'abord, dans le premier cas, le plan est construit, alors que dans le second les règles sont données par le concepteur de l'agent. Ensuite, la palme de l'efficacité, en termes de nombre d'actions effectuées, revient évidemment à l'agent cognitif qui optimise le nombre de ses déplacements puisqu'il peut prévoir la suite des actions à entreprendre, alors que l'agent réactif est contraint d'aller d'abord vers la porte avant de se rendre compte que la clef n'est pas là et qu'il faut aller la chercher. En revanche, l'agent réactif est plus souple. Si la porte est ouverte, il l'ouvre directement sans aller chercher la clef au préalable.

On peut aussi dire que l'agent réactif contient une connaissance compilée des actions à effectuer: il n'a pas besoin de construire une représentation mentale de son monde car il lui suffit de simplement réagir aux situations qui se présentent. Mais la simplicité de ses comportements témoigne plus de l'intelligence des concepteurs que de la sienne propre.

#### **VI. COMMUNICATION ENTRE AGENTS :**

Les agents ont besoin de communiquer pour pouvoir interagir et échanger de l'information. Ils peuvent interagir soit en accomplissant des actions linguistiques (en communiquant entre eux), soit en accomplissant des actions non-linguistiques, qui modifient leur environnement. En communiquant, les agents peuvent échanger des informations et coordonner leurs activités. Dans les SMA, deux stratégies principales ont été utilisées pour supporter la communication entre agents : les agents peuvent échanger des messages directement, ou ils peuvent accéder à une base de données partagée (appelée tableau noir ou "blackboard") dans laquelle les informations sont postées. Les communications sont à la base des interactions et de l'organisation sociale d'un SMA [11].

#### **VII. INTERACTION ENTRE AGENTS**

Un agent peut agir sur le monde qui l'environne, c'est à dire sur les autres agents présents dans son univers et sur l'environnement lui-même (réel ou simulé). Cette intervention peut prendre la forme d'une modification de l'état des autres agents qu'il côtoie, que ce soit au niveau de leurs connaissances (ex : envoi d'information) ou au niveau de leur activité (ex : demande d'engagement). C'est l'ensemble de ces actions réalisables par un agent que l'on appelle interaction.

Cette caractéristique est si importante Parce que comme l'affirme Ferber [1] : "un agent sans interaction avec d'autres agents n'est plus qu'un corps isolé, qu'un système de traitement d'information, dépourvu de caractéristiques adaptatives". Dans une telle

éventualité, le SMA présenterait les mêmes lacunes que les systèmes experts sans toutefois en avoir tous les avantages.

### **VIII. LA RESOLUTION DE CONFLIT**

Du fait de leur autonomie, c'est-à-dire de leur capacité à déterminer leur propre comportement, les agents sont amenés à se trouver dans des situations où leurs intérêts peuvent être contradictoires, ils sont alors en situation objective de conflits. Ces situations proviennent essentiellement d'un problème d'accès à des ressources limitées:

deux agents désirent au même moment quelque chose qui ne peut être partagé ou pour lequel toute répartition diminue ce que l'un des agents aurait pu obtenir si l'autre n'avait pas été présent. Par exemple, lorsque deux personnes désirent faire leurs photocopies sur la même machine au même moment, elles se trouvent en situation conflictuelle. Il en est de même de véhicules qui se croisent à un carrefour, d'avions qui risquent d'entrer en collision, de personnes qui veulent acquérir le même bien, de nations qui veulent occuper le même territoire, de professeurs qui veulent avoir le même cours au même moment dans la même salle de classe ou d'entreprises qui cherchent à obtenir de plus grandes parts de marchés. Dans tous ces cas, les ressources sont limitées et il sera nécessaire d'utiliser des techniques de résolution de conflit pour gérer cette opposition.

Les situations conflictuelles sont à la fois l'effet et la cause d'interactions. Elles naissent d'un manque de ressources et nécessitent des interactions supplémentaires pour sortir de ces conflits, qu'il s'agisse de techniques de négociation, d'arbitrage ou d'utilisation d'un règlement, voire de recours à la compétition et à la force.

Bien qu'il existe des situations pures, qui sont uniquement conflictuelles ou synergiques, la plupart des situations naturelles présentent à la fois des composantes conflictuelles et synergiques. Par exemple, dans une niche écologique, les individus de différentes espèces coopèrent, puisque leur survie dépend des cycles de nutrition qui font intervenir les autres espèces de la niche, mais ils sont aussi adversaires puisqu'il y a compétition entre les espèces voisines pour l'acquisition des ressources de l'écosystème. D'une manière générale, les systèmes complexes sont fondés sur une intégration des situations synergiques et conflictuelles, les premières assurant l'augmentation des performances et les secondes permettant la sélection des agents concernés.

Les indices conflictuels traduisent très simplement le nombre d'agents en situation de conflit.

## **IX. LA NEGOCIATION**

La négociation intervient lorsque des agents interagissent pour prendre des décisions communes, alors qu'ils poursuivent des buts différents.

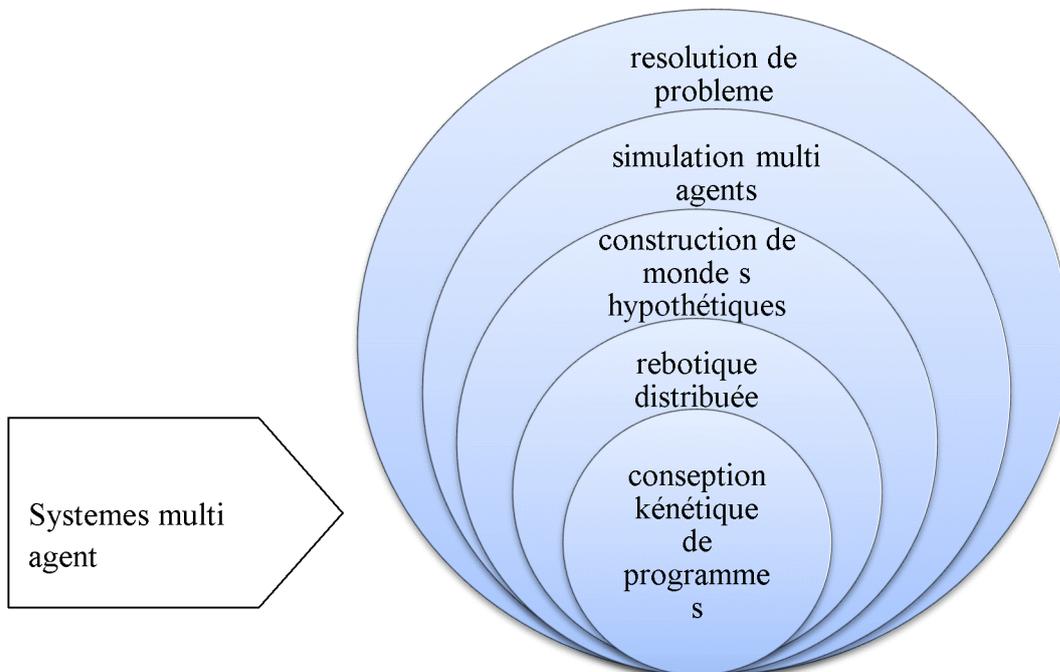
## **X. LA COORDINATION**

C'est l'ensemble des activités supplémentaires qu'il est nécessaire d'accomplir dans un environnement comprenant plusieurs agents et qu'un agent seul poursuivant les mêmes buts n'accomplirait pas.

- Processus par lequel les agents raisonnent sur leurs actions et celles des autres afin d'assurer la cohérence des actions communes.

## **XI. DOMAINES D'APPLICATION :**

Les domaines d'application des systèmes multi-agents sont particulièrement riches. Il existe cinq grandes catégories d'applications des systèmes multi-agents: la résolution de problèmes au sens large, la robotique distribuée, la simulation multi-agent, la construction de mondes hypothétiques et la conception génétique de programmes .



**Figure4** : les principales catégories d'applications des systèmes multi-agents.

### **1. La résolution de problèmes**

La résolution de problèmes au sens large concerne en fait toutes les situations dans lesquelles des agents logiciels accomplissent des tâches utiles aux êtres humains.

Cette catégorie s'oppose aux applications de robotique distribuée en ce sens que les agents sont purement informatiques et n'ont pas de structure physique réelle.

### **2. La simulation multi-agent**

La simulation est une branche très active de l'informatique qui consiste à analyser les propriétés de modèles théoriques du monde environnant. La physique, la chimie, la biologie, l'écologie, la géographie et les sciences sociales notamment font un grand usage des simulations pour essayer d'expliquer et de prévoir les phénomènes naturels.

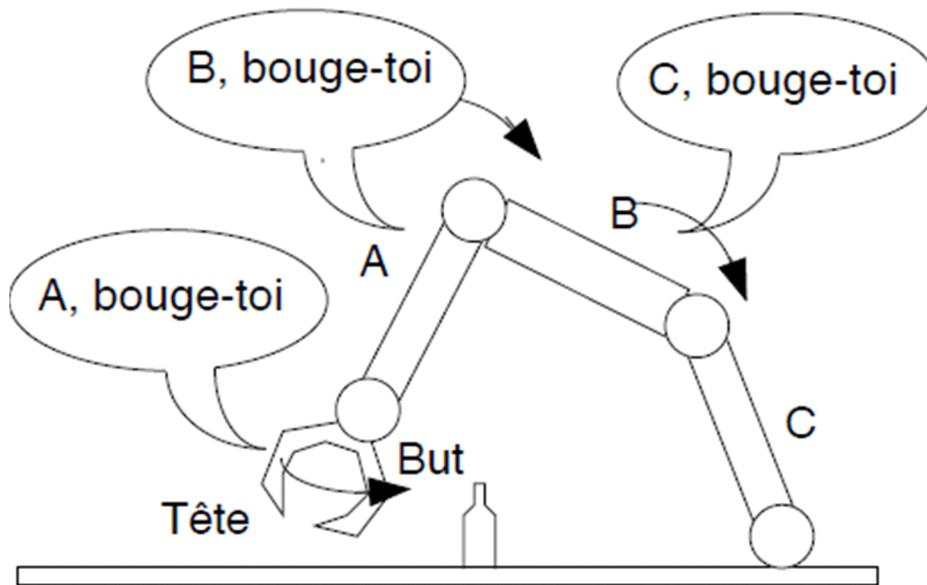
Pour cela, les chercheurs de ces différentes disciplines construisent des modèles de la réalité, puis testent leur validité en les faisant "tourner" sur des ordinateurs. Généralement, ces modèles sont donnés sous la forme de relations mathématiques entre des variables représentant des grandeurs physiques mesurables dans la réalité.

### **3. La construction du monde hypothétique :**

la construction de mondes synthétiques tient une large part dans les recherches portant sur les systèmes multi-agents parce qu'elle permet d'analyser certains mécanismes d'interaction de manière plus fine que ne pourrait le faire une véritable application. Par exemple, l'analyse de protocole de coopération ou la compréhension de l'influence du comportement sur la régulation d'une société sont souvent plus parlant sur des mondes "virtuels" que sur des applications immédiatement rentables.

### **4. La robotique distribuée :**

La robotique distribuée porte sur la réalisation non pas d'un seul robot, mais d'un ensemble de robots qui coopèrent pour accomplir une mission. la robotique distribuée utilise des agents concrets qui se déplacent dans un environnement réel. Le domaine de la robotique distribuée recouvre en fait deux types de robotique bien distincte, la robotique cellulaire et la robotique mobile:



**Figure 5:** Un bras manipulateur considéré comme un système multi-agents.

1. La robotique “cellulaire” s’intéresse à la constitution modulaire de robots. Dans ce cadre, un robot sera considéré comme un système multi-agent et chacun de ses composants sera regardé comme un agent. La réalisation d’un mouvement sera alors le résultat de la coordination d’un ensemble d’agents.
2. La robotique mobile fait intervenir au moins deux robots qui doivent coordonner leurs déplacements et coopérer à l’accomplissement de tâches telles que nettoyer le plancher, surveiller des bâtiments, intervenir pour secourir des personnes, réparer des canalisations ou explorer des espaces lointains ou dangereux.

### **5. La conception kenetique de programmes**

La kenetique a aussi pour ambition de prôner un nouveau mode de conception de systèmes informatiques, cherchant à dépasser les techniques informatiques actuelles pour réaliser des logiciels distribués fonctionnant avec une grande souplesse et une grande adaptabilité à leur environnement. L’objectif alors de la conception kenetique de logiciels est de donner naissance à des systèmes informatiques capables d’évoluer par interaction, adaptation et reproduction d’agents relativement autonomes et fonctionnant dans des univers physiquement distribués.

## ***XII. CONCLUSION:***

De la notion de système multi agent, se dégage immédiatement l'idée d'un système constitué de plusieurs agents, le concept d'agent reste donc le pivot de ce domaine. En effet, un agent est une entité réelle ou virtuelle évoluant dans un environnement capable de le percevoir et d'agir dessus, qui peut communiquer avec d'autres agents, qui exhibe un comportement autonome, lequel peut être vu comme la conséquence de ses interactions avec d'autres agents et des buts qu'il poursuit .

Ainsi, les SMA sont très adaptés pour modéliser les phénomènes dans lesquels les interactions entre diverses entités sont assez complexes pour être appréhendées par les outils de modélisation classiques. Ils sont, de plus en plus, utilisés dans les problèmes de gestion de l'environnement car ils permettent de représenter des entités autonomes, dotées de comportements, pouvant coopérer, négocier et communiquer avec les autres.

Après avoir défini les systèmes multi agents en vas voir une de ses applications dans le chapitre suivant.



## **I. INTRODUCTION :**

La méthode que nous nous proposons de développer est à la fois basée sur la connaissance puisque nous avons besoin de connaître la relation des médicaments avec la maladie, ainsi que leurs caractéristiques (indications, interaction, synergie, posologie...). Mais également sur la non connaissance puisque la décision est prise en appliquant un certain nombre de règles et de relations liées à la théorie des ensembles.

## **II. NETLOGO :**

Netlogo est un environnement de modélisation programmable permettant de simuler des phénomènes naturels et sociaux. Il a été créé par Uri Wilenski en 1999 et son développement est poursuivi de manière continue par le Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling.

Il convient tout particulièrement à la modélisation de systèmes complexes évoluant au cours du temps. Les « modélisateurs » peuvent donner des instructions à des centaines ou des milliers d'« agents » opérant indépendamment les uns des autres. Ce qui permet d'explorer les liens entre les comportements des individus à leur niveau et les schémas généraux (comportements de groupe ou de masse) qui émergent des interactions entre de nombreux individus.

Il couvre de nombreux domaines des sciences naturelles et sociales, y compris la biologie et la médecine, la physique et la chimie, les mathématiques et l'ingénierie informatique ainsi que l'économie et la psychologie sociale.

Il est accompagné d'une documentation complète et de nombreux tutoriaux, Il est également livré avec une Bibliothèque de modèles qui comprend une grande collection de simulations fonctionnelles pouvant être utilisées telles quelles ou modifiées selon les besoins de l'utilisateur.

## **III. MODELISATION DU PROBLEME :**

Soit un ensemble fini de concepts  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_m, \dots\}$ .

Soit un ensemble d'objets fini.

$$E = \{E_1, E_2, \dots, E_n\}$$

Chaque objet est constitué de deux éléments.

$$E_i = (x_i, v_i).$$

Où  $x_i$  désigne un individu, dans notre cas cela représente un médicament, et  $v_i$  désigne l'ensemble de ses attributs (indication, interaction, synergie).

$$V_i = \{In_i, I_i, S_i\}.$$

Où :

$In_i$  est l'ensemble de concepts pour les quels le médicament peut être prescrit, tel que :

$$In_i \subset C$$

$I_i$  est un ensemble de médicaments ne pouvant être utilisés avec le médicament  $x_i$ .

$S_i$  est un ensemble des médicaments qui optimisent les effets du médicament  $x_i$ .

Et soit une maladie  $Ma$  décrite par l'ensemble des concepts  $A$  représentant les causes et effet de la maladie tel que :

$$A \in C$$

Le but de notre travail est de trouver un ensemble de médicament pertinent pour le soin d'une maladie  $Ma$ , pour se faire nous allons classer les médicaments dans deux sous-ensembles, un sous ensemble  $M_1$  pour les médicaments pertinent, et un sous ensemble  $M_2$  pour les médicaments non pertinents.

Pour faire cette classification nous allons ordonner ces médicament selon un taux d'appartenance que nous allons calculer comme suit :

$$\mu_i = \frac{\text{card}(A \cap In_i)}{\text{card}(A)} = \frac{|A \cap In_i|}{|A|}$$

les médicaments dont le taux d'appartenance est nulle appartient au sous ensemble  $M_2$ ; les autres appartiennent au sous ensemble  $M_1$  avec un taux d'appartenance  $> 0$ .

Une fois cette séparation faite ; il s'agit d'extraire de l'ensemble  $M_1$ , un ensemble  $M$  répondant aux spécifications suivantes :

- ✓ Guérir la maladie  $Ma$ .
- ✓ Eviter toute les interactions entre les médicaments.
- ✓ Potentialiser les synergies entre les médicaments.

$M_1 = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  Ensemble d'objets fini représentant les médicaments pertinents.

$$x_i = (\mu_i, I_i, S_i)$$

$$M = \{x_i \in M, \forall x_j \in M, r_{1ij} = 0, r_{2ij} \geq 0\}$$

$r_{1ij}$  et  $r_{2ij}$  représentent les éléments des matrices  $R1$  et  $R2$  qui définissent des relations dans  $M_1$ .

Relations  $R1$  :

La relation  $m_i R1 m_j$  si et seulement si  $m_i$  ne doit pas coexister avec  $m_j$  c'est-à-dire si il appartient a l'ensemble de ses interactions.

La relation  $R1$  est symétrique.

- a)  $m_i R1 m_j \iff m_j R1 m_i$
- b)  $m_i R1 m_j \implies m_i \in I_j$
- c)  $m_i R1 m_j \implies r_{1ij} = 1$

Relation  $R2$  :

La relation  $m_i R2 m_j$  si et seulement si  $m_i$  est en synergie avec  $m_j$  c'est-à-dire si il appartient a l'ensemble de ses synergie.

La relation  $R2$  est symétrique.

- a)  $m_i R2 m_j \iff m_j R2 m_i$
- b)  $m_i R2 m_j \implies m_i \in S_j$
- c)  $m_i R2 m_j \implies r_{2ij} = 1$

$Na_j$  est l'ensemble de médicaments indiqués pour un effet ou une cause  $a_j$  de la maladie  $Ma$ .

$$a_j \in A.$$

pour  $j$  allant de 0 à  $|A| - 1$

$Na_j = \{x \mid a_j \in In_x\}$ .

$\cup Na_j = M$ .

A partir de ces sous ensembles, nous allons faire certaines opérations qui vont permettre de retrouver l'ensemble optimal couvrant tout les effets et causes de la maladie  $Ma$ .

### **Relations entre les sous ensembles $Na_j$ :**

$x \in Na_i$  et  $y \in Na_j$ .

$Na_i R1 Na_j \longrightarrow R1$

$x, y \longrightarrow r1xy$

si  $r1xy=1$  :

si  $\mu_x > \mu_y$  et  $|Na_j| > 1 \implies \mu_y = 0 \implies Na_j - \{y\}$

sinon  $\mu_x < \mu_y$  et  $|Na_i| > 1 \implies \mu_x = 0 \implies Na_i - \{x\}$

### **IV. AGENTIFICATION :**

L'agentification est le processus de décomposition du système en agents, nous nous proposons de faire l'agentification suivante :

- ✓ Agent CE « cause et effet ».
- ✓ Agent médicament .
- ✓ Relation interaction
- ✓ Relation prescription

#### 1. Agents CE :

C'est les agents qui représentent le comportement de la maladie ; c'est-à-dire les causes et effets de la maladie ; il a comme attribut le  $enom$  pour les effets et  $cnom$  pour les causes.

#### 2. Agents médicament

Ils constituent notre base de données, c'est les différents médicaments disponibles. Leurs attributs sont :

- Nom : c'est le nom du médicament. Exemple « Augmentin »
- Famille : exemple « Antibiotique ».

- Composants : c'est la composante active du médicament.

Exemple « amoxiciline »

- Lambda:  $\lambda = \mu_i = \frac{\text{card}(A \cap I_n)}{\text{card}(A)} = \frac{|A \cap I_n|}{|A|}$

- V :  $\text{card}(A \cap I_n)$

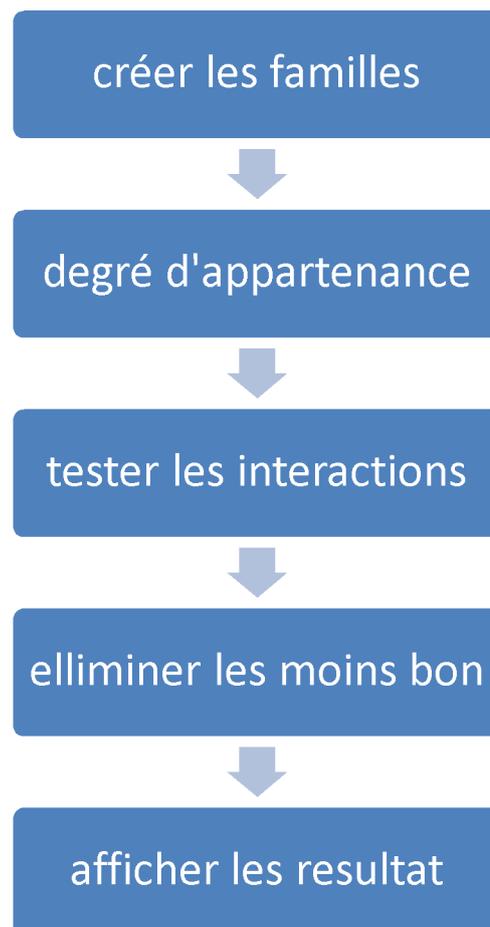
### 3. Relation prescription :

Relie chaque médicament à l'ensemble des causes et effets pour lesquels il est prescrit, c'est une relation unidirectionnelle.

### 4. Relation Interaction :

Relie chaque médicament à l'ensemble des médicaments avec lesquels il ne doit pas être utilisé, c'est une relation bidirectionnelle.

## V. ORGANIGRAME DE L'APPLICATION :



## VI. LISTE RECAPITULATIVE DES DEFFERENTES INDICATION DE MEDICAMENTS DE LA BASE DE DONNEES :

|                    |                                                 |                                           |                                               |
|--------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>INDICATIONS</b> | 1. "Fébrilité"                                  | 2. "Douleur"                              | 3. "Infarctus du myocarde"                    |
|                    | 4. "Rhumatismes inflammatoires"                 | 5. "Douleurs aiguë d'arthrose"            | 6. "Tendinites"                               |
|                    | 7. "Mal de gorge"                               | 8. "Aphtes"                               | 9. "Cruralgies"                               |
|                    | 10. "Affections douloureuses"                   | 11. "Fievre"                              | 12. "Constipation"                            |
|                    | 13. "Reflux gastro-oesophagien "                | 14. " Oesophagite"                        | 15. "Fragilité capillaire cutanée "           |
|                    | 16. "Métrorragie"                               | 17. "Sécrétion excessive de la muqueuse " | 18. "Infarctus du myocarde "                  |
|                    | 19. "Angor instable"                            | 20. "Fibrillation auriculaire "           | 21. "Pharmacodépendance majeure aux opiacés " |
|                    | 22. " Angine à streptocoque A bêta-hémolytique" | 23. " Suppuration bronchique aiguë "      | 24. "Pneumopathie bactérienne"                |
|                    | 25. "Oesophagite érosive "                      | 26. " Syndrome de Zollinger-Ellison"      | 27. "Ulcer gastrique"                         |
|                    | 28. "Toux sèche "                               | 29. "Rhinite "                            | 30. "Angor stable "                           |
|                    | 31. "Diabete type 2 "                           | 32. "Ulcère gastrique évolutif "          | 33. "Ulcère duodenal évolutif "               |
|                    | 34. "Lésions gastroduodénales"                  | 35. "Régurgitations acides"               | 36. "Pyrosis"                                 |
|                    | 37. "Eigurs de l'Estomac"                       | 38. "Ballonnements intestinaux"           | 39. "Diarrhée "                               |
|                    | 40. "Nausées"                                   | 41. "Voumissements"                       | 42. "Distention épigastrique"                 |

**INDICATIONS**

|                                                          |                                                                      |                                             |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 43. "Douleurs de l'intestin"                             | 44. "Douleurs de la vessie"                                          | 45. "Douleurs de l'utérus"                  |
| 46. "Dyspepsie"                                          | 47. "Digestion pénible"                                              | 48. "Flatulence"                            |
| 49. "courbatures"                                        | 50. "Constipation"                                                   | 51. "Auto-intoxication"                     |
| 52. "Maux d'Estomac"                                     | 53. "Paresse intestinale"                                            | 54. "Douleurs digestives avec ballonnement" |
| 55. "Infections Vaginales"                               | 56. Affections Rhumatizmales"                                        | 57. "Etats grippaux"                        |
| 58. "Trouble des règles"                                 | 59. "Endométriose"                                                   | 60. "Stérilité"                             |
| 61. "Plaies de bouche"                                   | 62. "Apthes"                                                         | 63. "Infections genetale"                   |
| 64. "Inflamation"                                        | 65. "Oedemes post-traumatique"                                       | 66. "Oedemes postopératoire"                |
| 67. "Abcés dentaires"                                    | 68. "Gingivites"                                                     | 69. "Stromatites"                           |
| 70. "Maxillites"                                         | 71. "Infections des voies urinaires Bacteriennes a germes sensibles" | 72. "Infections des voies airiennes"        |
| 73. " Infections de la peau et des structures cutanees " | 74. "Infestation par certain vers parasites du tube digestif "       | 75. "Candidoses digestives"                 |
| 76. "Ascaridiose"                                        | 77. " Oxyurose"                                                      | 78. " Ankylostomiase "                      |
| 79. "Infection a virus herpes simplex"                   | 80. "Infections aigues de l'herpes Zoster"                           | 81. "Prévient la formation d'une thrombose" |
| 82. "Traitement d'appoint des ostéoporoses"              | 83. "Rectocolite hémorragique"                                       | 84. "Maladie de crohn"                      |

**INDICATIONS**

|                                               |                                                             |                                                                |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 85. "Prevention d'une grossesse"              | 86. "Hyper tension arterielle "                             | 87. "Dénutrition "                                             |
| 88. "Irrégularité du cycle"                   | 89. " Trouble d'ovulation"                                  | 90. "Règles douloureuses"                                      |
| 91. "Saignements du a un fibrome"             | 92. "Favorise la grossesse"                                 | 93. "Hypertrophie prostatique bénigne "                        |
| 94. " Dermatoses allergiques"                 | 95. "Hyperuricémies"                                        | 96. "Goute tophacée"                                           |
| 97. "Lithiase urique"                         | 98. " Urticaire"                                            | 99. "Hyperuricurie"                                            |
| 100. " Vertiges"                              | 101. " Acouphéne"                                           | 102. " Troubles visuels d'origine cerculatoire "               |
| 103. " Fractures"                             | 104. "Artérite "                                            | 105. " Troubles neurologique mineurs"                          |
| 106. "Oedeme cardiaque "                      | 107. " Oedeme rénale"                                       | 108. " Oedeme hépatique"                                       |
| 109. "Coagulation du sang"                    | 110. "Augmente le flus sanguin dans le pénis"               | 111. "Asthme"                                                  |
| 112. "Angor d'effort"                         | 113. "Angor spontané"                                       | 114. "Revascularisation Coronaropathie"                        |
| 115. "Spondylarthrite ankylosante"            | 116. "Polyarthrite rhumatoide"                              | 117. "Inflammation"                                            |
| 118. " Douleurs et maladies bénignes du sein" | 119. "Déficit en fer en cas de grossesse et/ou allaitement" | 120. "Déficit en acide folique de grossesse et/ou allaitement" |
| 121. "Erythème secondaire"                    | 122. "Mycoses de la peau"                                   | 123. "Mycoses interdigitales"                                  |

**INDICATIONS**

|                                                                 |                                                                                                   |                                                             |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 124.<br>"Dermatomyco-<br>ses<br>inflammatoires"                 | 125.<br>"Tendinites"                                                                              | 126.<br>"Entorses<br>bénignes"                              |
| 127.<br>"Affections<br>dermatologi-<br>ques"                    | 128.<br>"Brûlures"                                                                                | 129.<br>"Antiseptique<br>d'appoint des plaies<br>infectées" |
| 130.<br>"Ulcères<br>de la cornée "                              | 131.<br>"Kératites"                                                                               | 132.<br>"Blépharoconjuncti-<br>vite"                        |
| 133.<br>"Rhinite<br>allergique<br>perannuelle"                  | 134.<br>"Soulage<br>les symptômes liés<br>à la présence de<br>polypes dans les<br>fosses nasales" | 135.<br>"Brûlures<br>superficielles"                        |
| 136.<br>"Lésion<br>cutanée<br>superficielle<br>non suintante"   | 137.<br>"Gerçure du sein"                                                                         | 138.<br>"Engelures"                                         |
| 139.<br>"Crises<br>tonico-<br>clonique<br>généralisée"          | 140.<br>"Douleur<br>neuropathiques"                                                               | 141.<br>"Syndrome<br>de sevrage<br>alcoolique"              |
| 142.<br>"Épilepsie"                                             | 143.<br>"Polyurie et<br>Polydipsie d'origine<br>hormonale"                                        | 144.<br>"Prévention<br>ou régression des<br>récidives"      |
| 145.<br>"Anxiété<br>réactionnelle"                              | 146.<br>"Phobie"                                                                                  | 147.<br>"Hypocondrie"                                       |
| 148.<br>"Crises<br>d'angoisse"                                  | 149.<br>"Sevrage<br>alcoolique"                                                                   | 150.<br>"Constipation<br>occasionnelle"                     |
| 151.<br>"trouble<br>s'adaptations<br>avec humeurs<br>anxieuses" | 152.<br>"Delirium tremens"                                                                        | 153.<br>"Épisodes<br>dépressifs"                            |
| 154.<br>"Troubles<br>obsessionnels"                             | 155.<br>"Mycoses de la<br>cavité buccale"                                                         | 156.<br>"excès de<br>triglycérides"                         |

|                    |                                                          |                                                                  |                                              |
|--------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                    | compulsifs"                                              |                                                                  | 157. "Sciaticques"                           |
| <b>INDICATIONS</b> | 158. "cholesterol élevé"                                 | 159. "Pityriasis versicolor"                                     | 160. "Pression dans l'oeil"                  |
|                    | 161. "bursites"                                          | 162. "Troubles de comportement"                                  | 163. "Traitements radiothérapeutiques"       |
|                    | 164. " Agine "                                           | 165. "Coups de soleil"                                           | 166. "Déficit en acide de malnutrition"      |
|                    | 167. "carences en magnésium "                            | 168. "Manie aiguë"                                               | 169. "Pression oculaire"                     |
|                    | 170. " Baisse d'acuité"                                  | 171. "Diabète insipide central"                                  | 172. " Inflammation chronique de l'intestin" |
|                    | 173. "Artériopathie oblitérante des membres inférieurs " | 174. "Troubles anxieux"                                          | 175. " Hypotension Orthostatique"            |
|                    | 176. "Rhinite allergique "                               | 177. "Hystérie"                                                  | 178. "Ménopause"                             |
|                    | 179. "Sinusite aiguë"                                    | 180. "Préparation du colon et du rectum pour l'edoscopie"        | 181. " Rhinite apériodique"                  |
|                    | 182. "Ulcer duodenal"                                    | 183. "Crises d'angoisse aiguës répétées"                         | 184. " Arthropathie uratique "               |
|                    | 185. "Migraine"                                          | 186. "Urticaire chronique idiopathique "                         | 187. "Angine de poitrine"                    |
|                    | 188. " Oesophagite érosive"                              | 189. "Exacerbation de bronchopneumopathie chronique obstructive" | 190. "Ostéoporose "                          |

**INDICATIONS**

|                                         |                                                                 |                                                     |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 191. "Douleurs d'Estomac"               | 192. "Manifestation fonctionnelle intestinale avec météorisme " | 193. "Mycoses de la vulve et du vagin"              |
| 194. "Douleurs intestinal"              | 195. "Hypertension artérielle"                                  | 196. "Prevention des thrombose"                     |
| 197. "Régurgitations gastriques"        | 198. "Reflux gastro-oesophagien"                                | 199. "Infections à candida de la muqueuse vaginale" |
| 200. "Douleurs des maladies Digestives" | 201. "Brulures d'Estomac"                                       | 202. "Polyarthrit e rhumatoide"                     |
| 203. "Ballonnement"                     | 204. "Inconfort intestinal"                                     | 205. "Polyarthrit e rhumatoide"                     |
| 206. "Eczéma"                           | 207. "Douleurs des voies biliaires"                             | 208. "Rhinite saisonnière pollinique"               |
| 209. "Encéphalopathie hépatique"        | 210. "Lavage baryté"                                            | 211. " Goute récidivante"                           |
| 212. "Otite"                            | 213. "Météorisme"                                               | 214. "Conjonctiv ite"                               |
| 215. "Infections urinaires"             | 216. "Psoriasis"                                                | 217. "Ostéoporos e postménopausique"                |
| 218. "inflammation des tissus"          | 219. "Alergies Cutanées"                                        | 220. " Troubles circulatoires des extrémités"       |
| 221. "Dysménorrhée primaire"            | 222. "Douleurs génitales"                                       | 223. " Hypertension artérielle"                     |
| 224. "Parodontites"                     | 225. "Mastopathies bénignes"                                    | 226. "Alergie saisonnière"                          |
| 227. " Sinusites"                       | "Opression thoracique"                                          | 228. " Arthrose"                                    |
| 229. "Candidoses vaginales"             | 230. "Syndrome vertibral douloureux"                            | 231. "Rhumatis me inflammatoire"                    |

|                    |                                        |                                           |                                               |
|--------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>INDICATIONS</b> | 232.                                   | 233. "Parotidites"                        | 234. "Arthrite microcristalline"              |
|                    | 235. "Prevention de la coagulation"    | 236. " Otites moyenne"                    | 237. " Déficit en fer en cas de malnutrition" |
|                    | 238. "Carence calcique"                | 239. " Canidose cutannées"                | 240. " Mycose des angles"                     |
|                    | 241. " Céphalées d'origine vasculaire" | 242. "Infec tion de la membrane muqueuse" | 243. "Contusion"                              |
|                    | 244. " Toux"                           | 245. "Gene respiratoire"                  | 246. "Essoufflement"                          |

## VII. LES MALADIES A TESTER :

Avant de commencer les test il est impératifs de donner les définition ainsi que les causes ,symptômes et le traitement prescrits pour chaque maladie Et cela dans le but de connaitre un peu les maladies ;et pouvoir comparer nos résultats à une prescription typique.

### 1. RHUME :

#### I. DEFINITION :

Le rhume, aussi appelé *rhinite infectieuse*, est une infection virale du nez et de la gorge. Les médecins disent que c'est une affection qui évolue spontanément vers la guérison en suivant son cours normal. Il y a plus de 200 virus du rhume différents. Les plus courants sont les *rhinovirus*, qui sont responsables d'environ 40 % des rhumes touchant l'adulte. La fréquence du rhume est plus élevée entre l'automne et le début du printemps, alors que les gens ont tendance à rester à l'intérieur, ce qui facilite la propagation du virus.

#### II. CAUSES :

Le rhume est causé par un **virus**.

Le rhume banal est infectieux et peut être transmis d'une personne à une autre.

Le virus du rhume est aisément transmis par les fines gouttelettes émises lorsqu'une personne infectée éternue ou tousse. Le contact de main à main est une autre voie de transmission. Comme les virus du rhume peuvent continuer à vivre plusieurs heures sur les surfaces dures, ils peuvent envahir votre organisme si vous portez les mains à vos yeux, à votre nez ou à votre bouche après avoir ramassé un objet, tourné une poignée de porte ou saisi un téléphone qu'une personne enrhumée a récemment manipulés.

### **III. SYMPTOMES ET COMPLICATIONS :**

Les virus du rhume envahissent les muqueuses qui tapissent l'intérieur de la bouche, de la gorge et du nez. Les symptômes du rhume font leur apparition quand les muqueuses infectées deviennent enflées ou enflammées.

Ces symptômes évoluent dans un intervalle de 1 à 3 jours environ et le rhume peut durer 7 à 14 jours. Voici les manifestations classiques du rhume:

1. Mal de gorge.
2. Mal de tête
3. Nez bouché.
4. Fièvre .
5. Toux sèche.
6. fatigue.

### **IV. TRAITEMENTS SYMPTOMATIQUES :**

**1. VASOCONSTRICTEUR    DECONGESTIONNANT    ASSOCIE    A    UN  
ANTI-HISTAMINIQUE ET UN ANTIPYRETIQUE**

- HUMEX RHUME

**2. VASOCONSTRICTEUR    DECONGESTIONNANT    ASSOCIE    A    UN  
ANTIPYRETIQUE**

- DOLIRHUME comprimé

**3. VASOCONSTRICTEURS DECONGESTIONNANTS PAR VOIE NASALE**

- RHINO-SULFURYL

4. ***VASOCONSTRICTEURS DECONGESTIONNANTS PAR VOIE NASALE AVEC ANTISEPTIQUE***

- RHINOFLUIMUCIL

5. ***VASOCONSTRICTEURS DECONGESTIONNANTS PAR VOIE NASALE AVEC CORTICOÏDE***

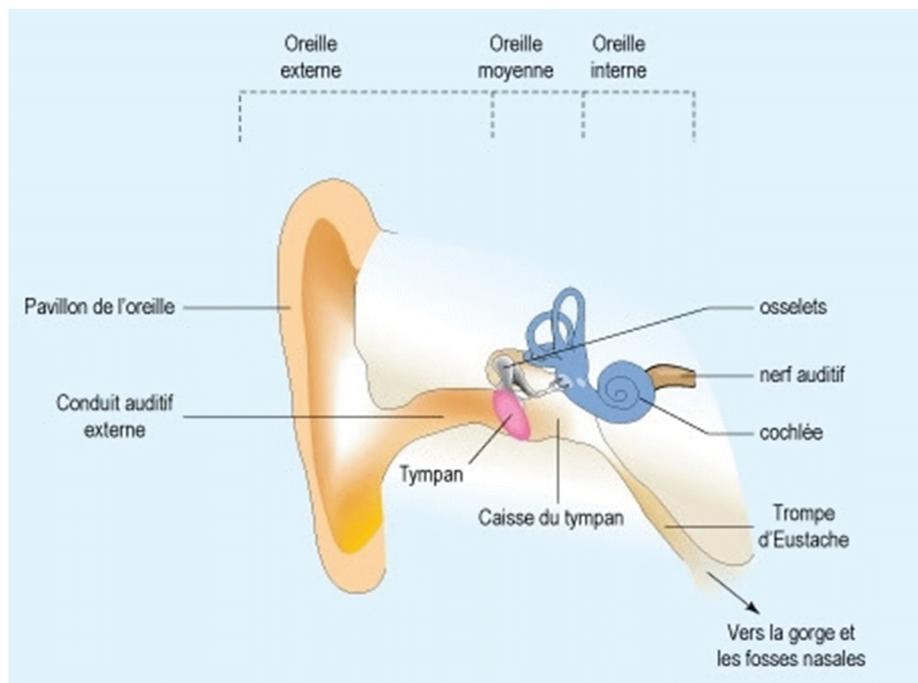
- DÉTURGYLONE

6. ***ANTI-HISTAMINIQUE ASSOCIÉE À UN ANTIPYRÉTIQUE***

- FERVEX

## **2. L'OTITE :**

### **Schéma de l'oreille**



### ***I. DEFINITION :***

Les otites sont des infections et inflammation de l'oreille. Elles sont très courantes, notamment chez les enfants de 6 mois à 3 ans, sont généralement sans gravité et ne sont pas contagieuses. La plupart des otites se manifestent en même temps qu'un rhume.

Il existe trois types d'otites selon la partie de l'oreille touchée : l'otite externe, moyenne et interne. L'otite moyenne est la plus répandue, surtout chez les plus jeunes. Une otite peut survenir seule ou avec une autre maladie, comme par exemple une angine.

## ***II. CAUSES***

Les **virus** ou les **bactéries** (microbes) sont responsables des otites. La trompe d'Eustache relie l'oreille moyenne à l'arrière de la gorge. Les microbes remontent rapidement de l'arrière de la gorge lorsque la trompe d'Eustache fonctionne mal, ce qui provoque une otite.

## ***III. Symptômes :***

- Fièvre .
- irritabilité.
- Difficulté à dormir.
- Se tirer les oreilles.
- Difficulté à entendre les faibles sons.
- Mal a l'oreille.
- Oreille bouchée (baisse d'audition).
- Bourdonnements.

## ***IV. LE TRAITEMENT DE L'OTITE AIGUË :***

- **Si l'enfant a moins de deux ans :**

Le recours aux antibiotiques est très fréquent.

- **Si l'enfant a plus de deux ans :**

➤ **antalgique**

- paracétamol,
- l'ibuprofène
- l'aspirine

➤ **L'antibiotique**

- amoxicilline.

- amoxicilline-acide clavulanique.
- **AINS : acide niflumique**
  - NIFLURIL
- **AINS : acide tiaprofénique**
  - SURGAM
- **Solutions auriculaires avec anesthésique local**
  - OTIPAX
  - PANOTILE
- **Solutions auriculaires avec antibactérien**
  - OTOFA
- **Solutions auriculaires avec antibactérien et corticoïde**
  - POLYDEXA
- **Solutions auriculaires avec antibiotiques**
  - CILOXAN solution auriculaire

### **3. L'ASTHME :**

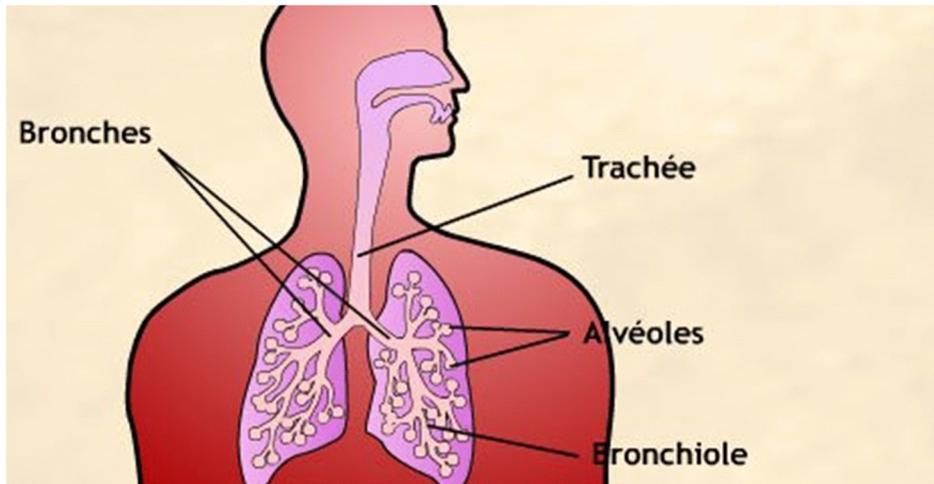
#### ***I. DEFINITION :***

L'asthme est une pathologie inflammatoire chronique des bronches associant plusieurs processus dont une hyperréactivité des bronches, une inflammation locale et un épaissement des parois bronchiques accompagnés d'une formation de mucus et une broncho constriction, c'est à dire une diminution du diamètre des bronches.

A l'occasion d'une crise d'asthme, les bronches se contractent, puis développent un œdème diminuant leur diamètre. les bronches s'obstruent et empêchent l'air de circuler.

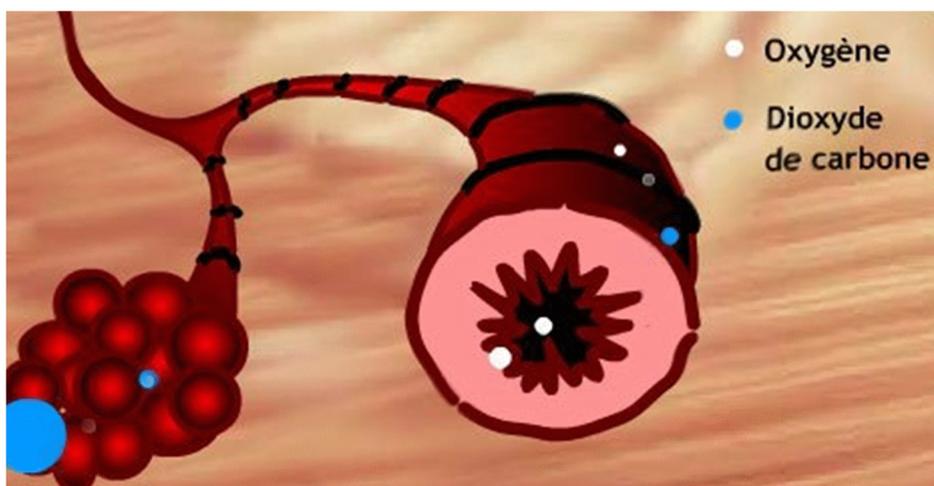
Chez une personne en bonne santé, l'inspiration et l'expiration ne demandent aucun effort particulier. Pour l'asthmatique en crise, ces mouvements sont extrêmement difficiles. La gêne s'accompagne généralement d'un sifflement lors de l'expiration, qui atteste du rétrécissement des bronches.

- Respiration normale



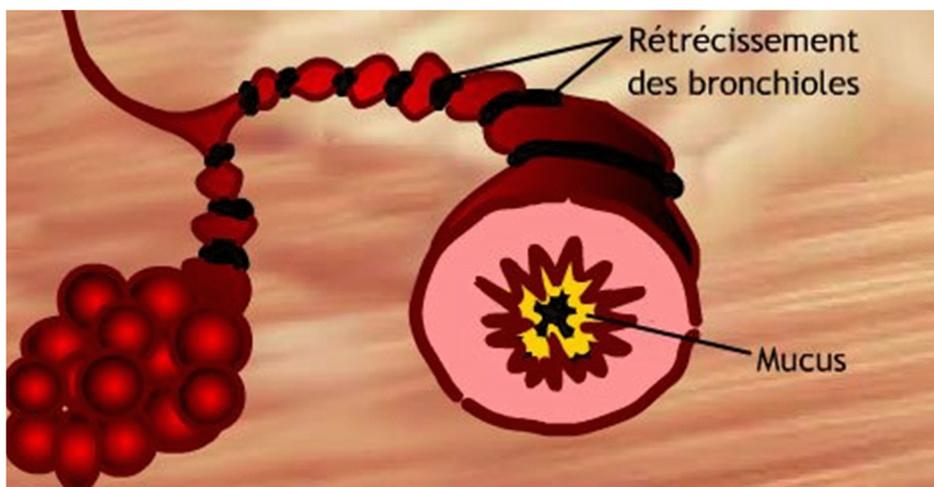
**Figure 5** :cas de respiration normale

- Pendant la respiration, l'air entre par le nez ou la bouche passe par la trachée. Elle se divise deux voies aériennes plus petites, appelées des bronches, qui se divisent en des voies aériennes plus petites encore, les bronchioles. Ces dernières sont chargées de transporter l'air à l'unité fonctionnelle des poumons : l'alvéole.
- Echanges gazeux



**Figure 6** :les échanges gazeux

- L'oxygène apporté par l'inspiration arrive jusqu'aux minuscules chambres alvéolaires contenues dans les poumons. A ce niveau, l'oxygène traverse la membrane alvéolaire et est transféré vers les globules rouges contenus dans les capillaires. Dans l'autre sens, les déchets gazeux (dioxyde de carbone) passent des globules rouges à l'air des alvéoles, qui sera éliminé par l'expiration.
- Crise d'asthme



**Figure 7** : cas d'une crise d'asthme.

- Chez le sujet asmathique, lorsque les bronchioles sont exposées à une substance irritante, elles réagissent en se contractant, ce qui va réduire le passage de l'air. De plus, les bronchioles irrités sont l'objet d'une inflammation de sa paroi interne et le mucus sécrété va donc boucher les bronches de l'intérieur. Ces deux phénomènes (rétrécissement de bronchiole et excès de mucus) causent les symptômes de l'asthme.

## ***II. LES SYMPTOMES :***

La maladie se manifeste par :

- Toux.
- Sifflements dans la poitrine.
- Gene respiratoire.

- Oppression thoracique.
- Essoufflement.

### III. ***TRAITEMENTS DE L'ASTHME***

#### **Les anticholinergiques inhales**

- Atrovent
- Tersigat

#### **Les bronchodilatateurs beta2 stimulants**

- Seretide
- Symbicort
- Ventoline

#### **Les antileucotrienes**

- Singulair

#### **Les antihistaminiques**

- Ketotifene

#### **Les corticoïdes**

- Flixotide
- Pulmicort

#### **Les anticorps monoclonaux**

- Xolair

## 4. **L'ULCERE :**

### ***I. DEFINITION :***

L'estomac utilise des sucs gastriques pour dégrader la nourriture que nous avalons. Pour le protéger de ces substances très puissantes, il est recouvert d'une muqueuse très épaisse. Mais lorsque la régénération de cette paroi est perturbée, son irrigation insuffisante ou la corrosivité ambiante trop importante, une lésion peut apparaître. Ce "trou dans l'estomac" de quelques millimètres carrés est l'ulcère partiel ou total.

Deux types d'ulcère sont à distinguer en fonction de leur localisation :

L'ulcère duodénal et l'ulcère gastrique

## II. *CAUSES :*

Longtemps, on a attribué l'origine de l'ulcère à des facteurs psychosomatiques. Mais aujourd'hui, on sait que 99 % des ulcères sont dus à une bactérie, *Helicobacter pylori*. Cette découverte a permis de révolutionner le traitement de l'ulcère, qui se focalise désormais sur l'élimination de cette bactérie. Cependant, l'ulcère peut trouver son origine dans la prise régulière d'aspirine ou d'anti-inflammatoires non stéroïdiens. Ces médicaments sont dits gastro-toxiques et atténuent les mécanismes de défense naturelle de la muqueuse gastrique. Si la prise de ces médicaments peut momentanément atténuer la douleur, elle contribue à accélérer le processus de l'ulcère.

## III. *SYMPTOMES :*

- douleurs de l'abdomen.
- brûlures
- ballonnement
- nausées
- vomissements
- Reflux gastro-oesophagien

## IV. *TRAITEMENT :*

- Des anti sécrétoires pour bloquer la production d'acide chlorhydrique et cicatriser les lésions muqueuses : " un inhibiteur de pompe à protons" en général sera donné quatre à six semaines ;
- Des antibiotiques pour éradiquer *Helicobacter pylori* : deux antibiotiques (en règle l' amoxicilline et la clarithromycine) seront prescrits pendant une semaine.

## IV. *EXEMPLE TRAITES AVEC LE SYSTEME ET RESULTATS OBTENUS :*

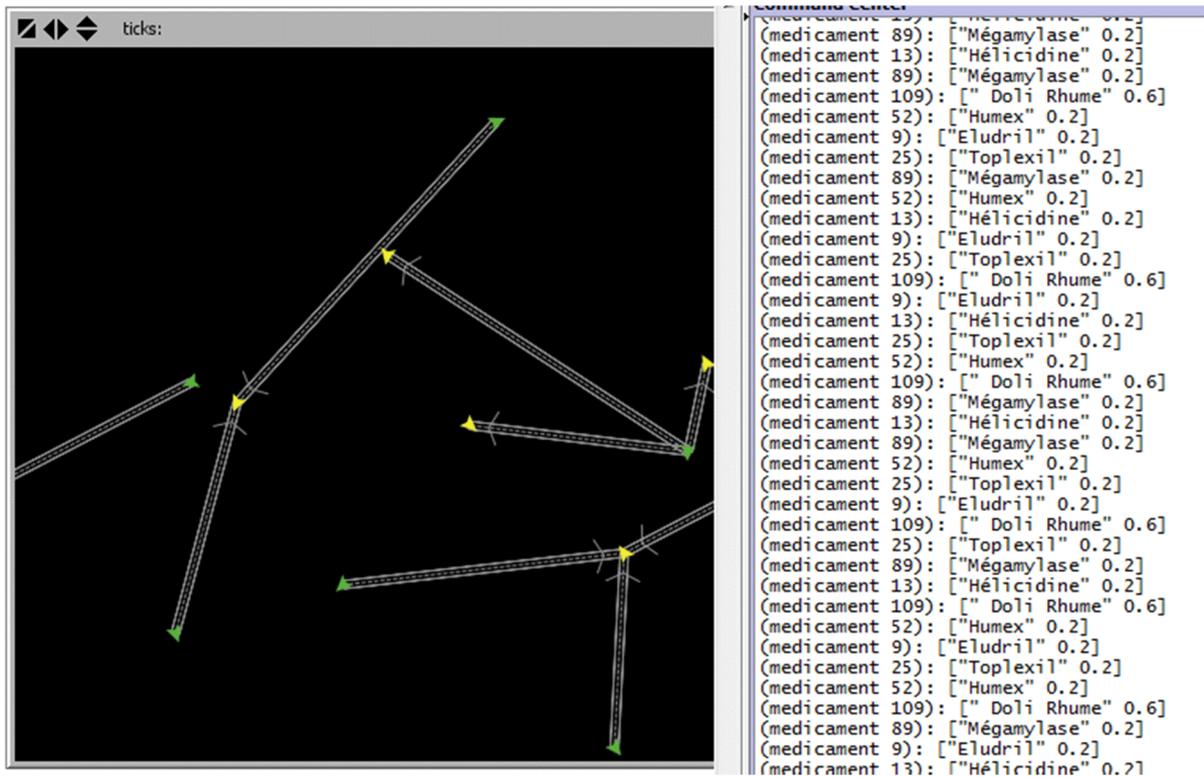
### **Légende :**

**Jaune** : les effets de la maladie.

**Vert** ;le médicament qui traite les effets.

**Rouge** : la cause de la maladie

## 1. LE RHUME :



**Figure 8** :résultat du rhume.

on remarque que le programme a proposer 8 médicament déferent pour traiter le rhume dont «Doli rhume » « Humex » « Eludril » « Hélicidine » « Advilmed » « Megamélase » et « Toplexil ».

## 2. L'ASTHME :

Le médicament posposé est la « ventoline ».

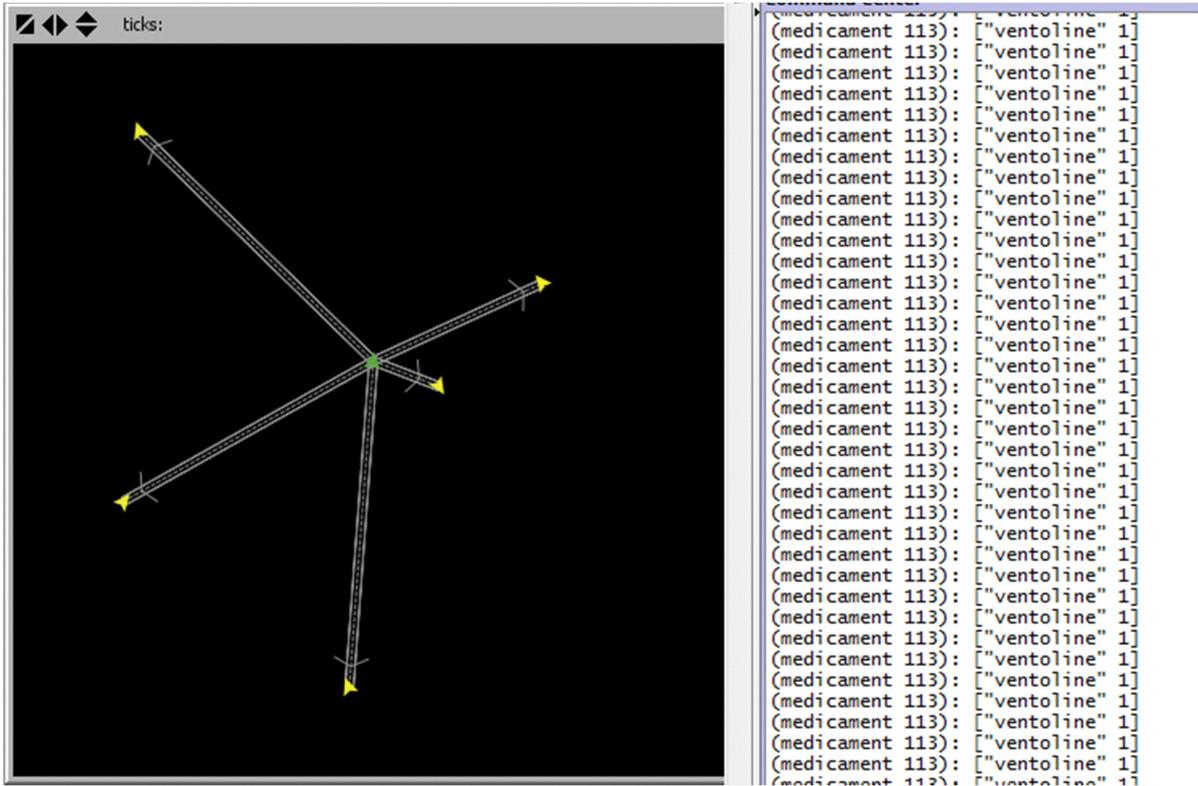


Figure 9 :résultat de l'asthme.

3. L'OTITE :

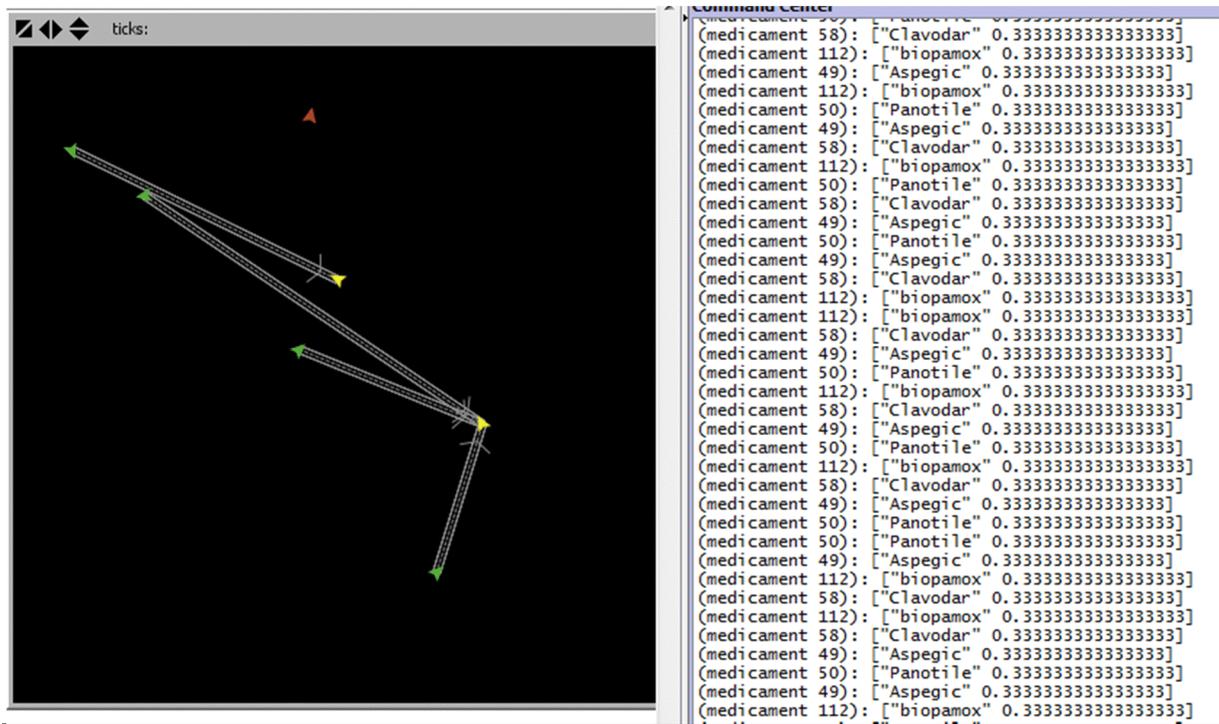


Figure 10 : résultat de l'otite.

Ici le médicament proposé est « panotile » « Clavodar » « biopamox » « Aspegic » et dolithume ».

#### 4. L'ULCERE :

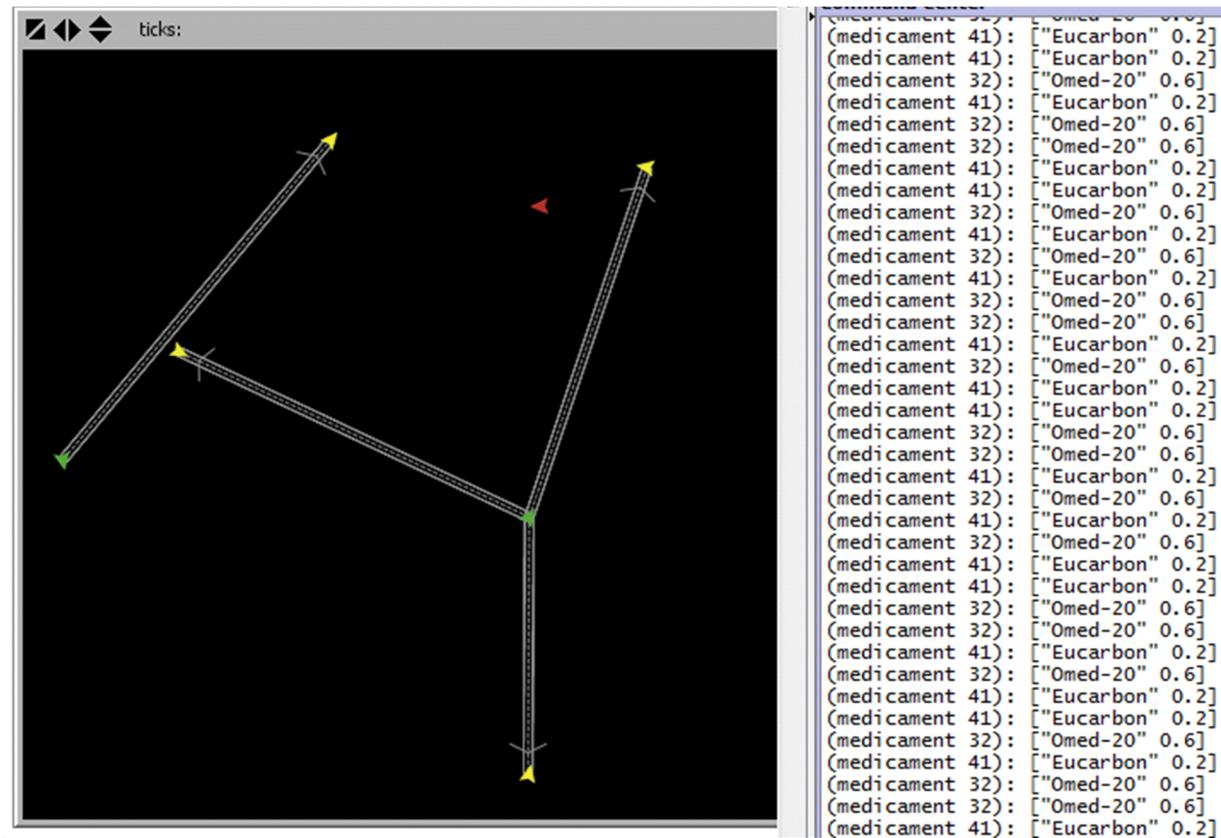


Figure 11 : résultat de l'ulcère.

Ici le traitement proposé est « Omed -20 » et « Eucarbon ». mais il n'a pas proposé un antibiotique.

#### V. CONCLUSION :

Dans ce chapitre nous avons testé la fiabilité de notre application. Cette application exploite la technologie multi-agent, pour l'aide à la prescription.

Les résultats fournis pour notre application sont assez satisfaisants, vu que les tests ont été faits sur des maladies bien définies. Dans certains cas les résultats sont inexacts, et cela est dû au fait que le modèle n'a pas été implémenté en globalité, effectivement la synergie n'a pas été prise en ligne de compte.

### CONCLUSION GENERALE :

Le travail présenté dans ce mémoire tourne autour des systèmes à base d'agents. L'objectif était de donner une vue générale sur ce paradigme en introduisant quelques concepts et notions théoriques relatives.

Nous avons aussi abordé le domaine de l'aide à la décision et ces différentes applications dans le domaine médicales.

Nous avons pu acquérir une expérience pratique en développant une petite application. Cette application se compose d'un ensemble d'agents qui collaborent pour donner un traitement adéquat à une maladie bien définie.

Les résultats ont été assez satisfaisants mais nous espérons que ce travail sera amélioré, comme perspective à ce travail nous pouvons d'ores et déjà proposer ce qui suit:

- \* prendre en considération les synergies entre médicaments
- \* donner une priorité aux soins des causes plutôt qu'aux effets de la maladie
- \* donner un bonus à chaque solution validée par l'expert et un malus à celles rejetées ce qui permettra d'assurer une auto-adaptation du système.

## BIBLIOGRAPHIE :

[1] :Ferber J. (1995a) "Basis of Cooperation in Multi-Agent Systems." In Proc. of the 95 European Conference on Cognitive Science, Saint-Malo, INRIA.

Ferber J. (1995b) "Reactive Distributed Artificial Intelligence: Principles and Applications."

In Foundations of Distributed Artificial Intelligence, N. Jennings (Ed.), Wiley.

[2] :Gurvitch G. (1963) La vocation actuelle de la sociologie. PUF.

[3] :Rocher G. (1968) Introduction à la sociologie générale. T1: l'action sociale. Le Seuil.

[4]: Deneubourg J.-L., Goss S., Sendova-Franks A., Detrain C. et Chretien L. (1991)

"The Dynamics of Collective Sorting Robot-like Ants and Ant-like Robots." In From Animals to Animats, Paris, J.-A. Meyer et S. W. Wilson (Ed.), p. 356-363, MIT Press.

[5] : Steels L. (1989) "Cooperation between Distributed Agents through Self-Organization." In Decentralized A.I., Y. Demazeau et J.-P. Muller (Ed.), Elsevier/North-Holland.

[6] : Ferber J. et Drogoul A. (1992) "Using Reactive Multi-Agent Systems in Simulation and Problem Solving." In Distributed Artificial Intelligence: Theory and Practice, L. Gasser et N. Avouris (Ed.), Kluwer Academic Publishers.

[7] : Corbara B., Drogoul A., Fresneau D. et Lalande S. (1993) "Simulating the Sociogenesis Process in Ant Colonies with MANTA." In Towards a Practice of Autonomous Systems II, P. Bourgin et F. Varela (Ed.), MIT Press.

[8] :Bond A. et Gasser L. (1988) Readings in Distributed Artificial Intelligence. Morgan Kaufman.

[9] : Chaib-Draa B., Moulin M., Mandiau R. et Millot P. (1992) "Trends in Distributed Artificial Intelligence". Artificial Intelligence Review. 6, p. 35-66.

[10] : Demazeau Y. et Muller J.-P. (Ed.) (1991) Decentralized AI 2. Elsevier North-Holland.

[11] : Chaib-draa, 1999.

## Webliographie :

[12] :[http://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/synergie\\_m%C3%A9dicamenteuse/16417#zbAxBEZBzoAuuDBc.99](http://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/synergie_m%C3%A9dicamenteuse/16417#zbAxBEZBzoAuuDBc.99)

- [13] : <http://www.lip6.fr/recherche/team.php?id=380>
- [14] : [www.univ-tlemcen.dz/~benmammar/IA3.pd](http://www.univ-tlemcen.dz/~benmammar/IA3.pd)
- [15] : [\*\*www.lirmm.fr/~ferber/publications/LesSMA\\_Ferber.pdf\*\*](http://www.lirmm.fr/~ferber/publications/LesSMA_Ferber.pdf)
- [16] : <http://www.lsis.org/epinasseb/Supports/SMAI-2008/SMA-BE1-2012-4p.pdf>
- [17] : <http://www.lamsade.dauphine.fr/~saunier/sma/SMA-2013-intro.pdf>
- [18] : <http://www.univ-montp3.fr/miap/~jq/IntCollective6.pdf>
- [19] : [http://liris.cnrs.fr/amille/enseignements/Master\\_PRO/TIA/SMA/Support\\_CoursIAD-SMA.pdf](http://liris.cnrs.fr/amille/enseignements/Master_PRO/TIA/SMA/Support_CoursIAD-SMA.pdf)
- [20] : <http://www.enib.fr/~tisseau/pdf/hdr/pcHdr.pdf>
- [21] [http://www.doctissimo.fr/html/sante/mag\\_2004/sem01/mag0123/sa\\_7389\\_rhume\\_mouchoirs.htm](http://www.doctissimo.fr/html/sante/mag_2004/sem01/mag0123/sa_7389_rhume_mouchoirs.htm)
- [22] : <http://www.ameli-sante.fr/otite-moyenne-aigue-de-lenfant/definition-otite-moyenne-aigue.html>
- [23] : <http://www.rtl.be/gojimag/article/comment-soigner-et-soulager-une-otite--346950.htm>
- [24] : <http://www.eurekasante.fr/maladies/chez-les-enfants/otite-aigue-enfant.html?pb=traitements>
- [25] : <http://www.pharmanco.com/maladies-saison-automne/soigner-une-otite/>
- [26] : [http://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc=epilepsie\\_pm](http://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc=epilepsie_pm)
- [27] : <http://www.associationquebecoiseepilepsie.com/quest-ce-que-lepilepsie/>
- [28] : <http://sante-medecine.commentcamarche.net/contents/728-epilepsie-symptomes>
- [29] : <http://www.eurekasante.fr/maladies/systeme-nerveux/epilepsie.html?pb=medicaments>
- [30] : <http://www.doctissimo.fr/classe-PA-ANTI-EPILEPTIQUES.htm>
- [31] : [http://sante.canoe.ca/condition\\_info\\_details.asp?disease\\_id=54](http://sante.canoe.ca/condition_info_details.asp?disease_id=54)

[32] : [http://sante.canoe.ca/channel\\_condition\\_info\\_details.asp?disease\\_id=243&channel\\_id=145&relation\\_id=17361](http://sante.canoe.ca/channel_condition_info_details.asp?disease_id=243&channel_id=145&relation_id=17361)

[33] : <http://www.emse.fr/~boissier/enseignement/sma01/pdf/introduction.pdf>

[34] : <http://www.loria.fr/~chevrier/Enseign/MSMA2012/ch5Socio.pdf>

[35] : [http://www.esmoutier.ch/docs\\_eleves/NetLogo\\_ESM/docs/](http://www.esmoutier.ch/docs_eleves/NetLogo_ESM/docs/)

[36]: [http://www.doctissimo.fr/html/dossiers/mal\\_au\\_ventre/sa\\_4348\\_ulcere\\_gastro\\_duodenal.htm](http://www.doctissimo.fr/html/dossiers/mal_au_ventre/sa_4348_ulcere_gastro_duodenal.htm)

[37] ; [http://sante.canoe.ca/condition\\_info\\_details.asp?disease\\_id=104](http://sante.canoe.ca/condition_info_details.asp?disease_id=104)

[38] : [http://www.doctissimo.fr/html/dossiers/mal\\_au\\_ventre/sa\\_7349\\_ulcere\\_10questions.htm](http://www.doctissimo.fr/html/dossiers/mal_au_ventre/sa_7349_ulcere_10questions.htm)

[39] : [http://hepatoweb.com/ulcere\\_traitements.php](http://hepatoweb.com/ulcere_traitements.php)