

# **Intelligence Artificielle et Systèmes Multi-Agents**

**Badr Benmammour**  
**bbm@badr-benmammour.com**

# Plan

## ❑ La première partie : L'intelligence artificielle (IA)

- ❑ Définition de l'intelligence artificielle (IA)

- ❑ Domaines d'application de l'IA

  - ❑ La reconnaissance de formes

  - ❑ Le traitement automatique des langues

  - ❑ Les systèmes experts

  - ❑ L'apprentissage automatique

- ❑ L'intelligence artificielle distribuée (IAD)

# Plan

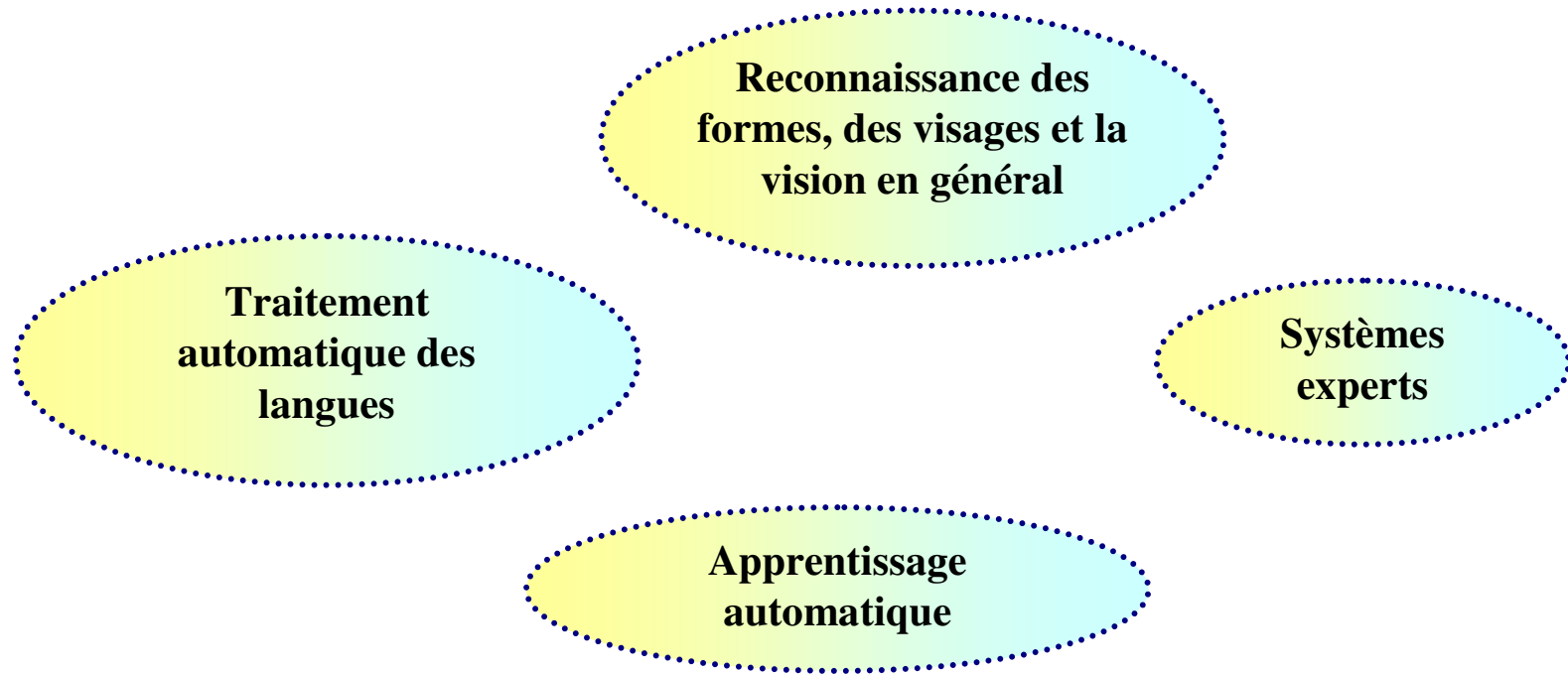
- ❑ **La deuxième partie : La technologie Agent**
  - ❑ Définition d'un agent
  - ❑ Les agents intelligents et les agents mobiles
  - ❑ Les caractéristiques multidimensionnelles d'un agent
  - ❑ Architecture concrète pour un agent
    - ❑ Les agents logiques
    - ❑ Les agents réactifs
    - ❑ Les agents BDI
  - ❑ Modèle type d'un agent
  - ❑ Les Systèmes Multi-Agents
  - ❑ Définition d'un SMA
  - ❑ Communication entre agents

**La première partie :**  
**L'intelligence artificielle (IA)**

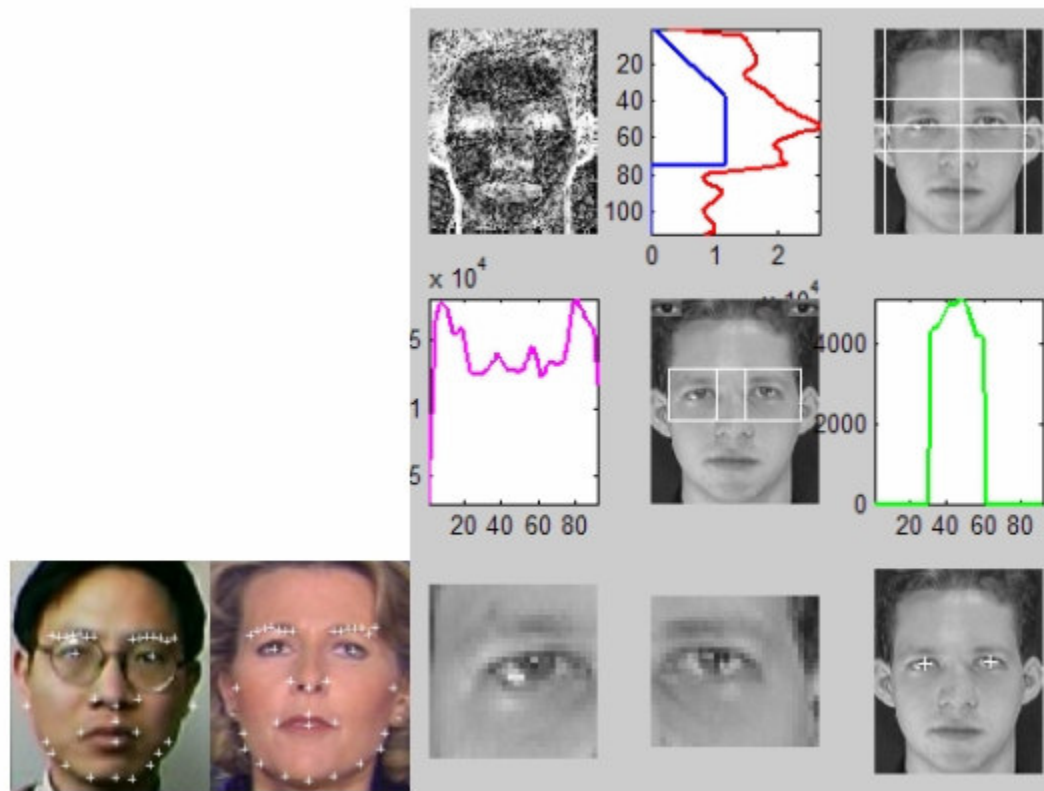
# Définition de l'intelligence artificielle (IA)

- ❑ L'IA Désigne la simulation des mécanismes de la pensée par un ordinateur
- ❑ La faculté de reproduire un raisonnement par des moyens informatiques
- ❑ Un ensemble de réalisations et de recherches qui essaient d'imiter artificiellement les performances humaines
  - ❑ L'émergence des systèmes "**adaptatifs**"

# Domaines d'application de l'IA



# La reconnaissance de formes



# La reconnaissance de formes RdF

- **La reconnaissance de formes** (ou parfois **reconnaissance de motifs**) est un ensemble de techniques et méthodes visant à identifier des *motifs* à partir de *données brutes* afin de prendre une décision dépendant de la catégorie attribuée à ce motif.



# Définition

- ❑ L'homme est le plus parfait des systèmes de RdF.
  
- ❑ Reconstitution sur «machine» des fonctions typiquement humaines:
  - ❑ Perception ;
  
  - ❑ Analyse et représentation ;
  
  - ❑ Interprétation.

# Analogies

Monde Réel



Perception

Données réelles en entrée

(scènes 2D, 3D, parole, ...)

⇒ système de saisie (capteur)

Objet à identifier



Analyse

Transformations appliquées à la forme pour faciliter son interprétation

⇒ extraction de caractéristiques

Représentation



Interprétation

Identification ou catégorisation d'un objet inconnu par rapport à un objet conservé en mémoire par apprentissage

⇒ classification

Classe d'appartenance



Action

Intelligence Artificielle

# Systeme de RdF

## □ Composantes d'un système de RdF :

- Mécanique (satellite, bras d'un robot, ...)
- Saisie (caméra, scanner, micro, ...)
- Electronique (carte mémoire, CPU, ...)
- ALGORITHMIQUE

# Processus de RdF

- ❑ Les informations issues du monde réel sont généralement :
  - ❑ trop volumineuses
  - ❑ peu pertinentes
- ❑ Le processus de RdF est un processus de réduction *progressive* et *sélective* de l'information

# Processus de RdF

## □ Etapes de traitement d'un processus de RdF:

+

### □ Prétraitements

binarisation, segmentation, élimination du bruit, normalisation, ...

### □ Extraction des informations pertinentes

parole: fréquence, ...

image: contours, ...

### □ Représentation de ces informations en vue de leur classification

vecteur, graphe,

### □ Classification de la forme

apprentissage/décision,

-

Quantité  
d'informations

# Le traitement automatique des langues



# Le traitement automatique des langues

- ❑ **Le Traitement automatique des langues** est une discipline à la frontière de :
  - ❑ La linguistique ;
  - ❑ L'informatique ;
  - ❑ L'intelligence artificielle.
- ❑ Concerne l'application de programmes et techniques informatiques à tous les aspects du langage humain.

# Applications

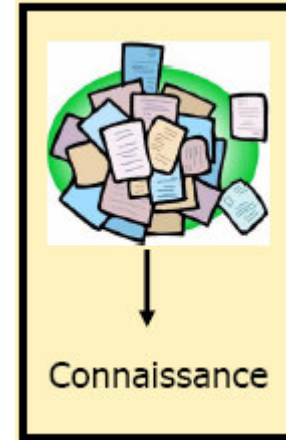
- ❑ La traduction automatique ;
- ❑ La correction orthographique ;
- ❑ La recherche d'information et la fouille de textes ;
- ❑ Le résumé automatique de texte ;
- ❑ La génération automatique de textes ;



# Fouille de Texte (Text Mining)

# Qu'est-ce que le Text Mining ?

- ❑ Le Text Mining est l'ensemble des :
  - ❑ Technologies et méthodes
  - ❑ ... destinées au traitement automatique
  - ❑ ... de données textuelles
  - ❑ ... disponibles sous forme informatique,
  - ❑ ... en assez grande quantité
  - ❑ ... en vue d'en dégager et structurer le contenu, les thèmes dans une perspective d'analyse rapide de **découverte d'informations cachées ou de prise automatique de décision**

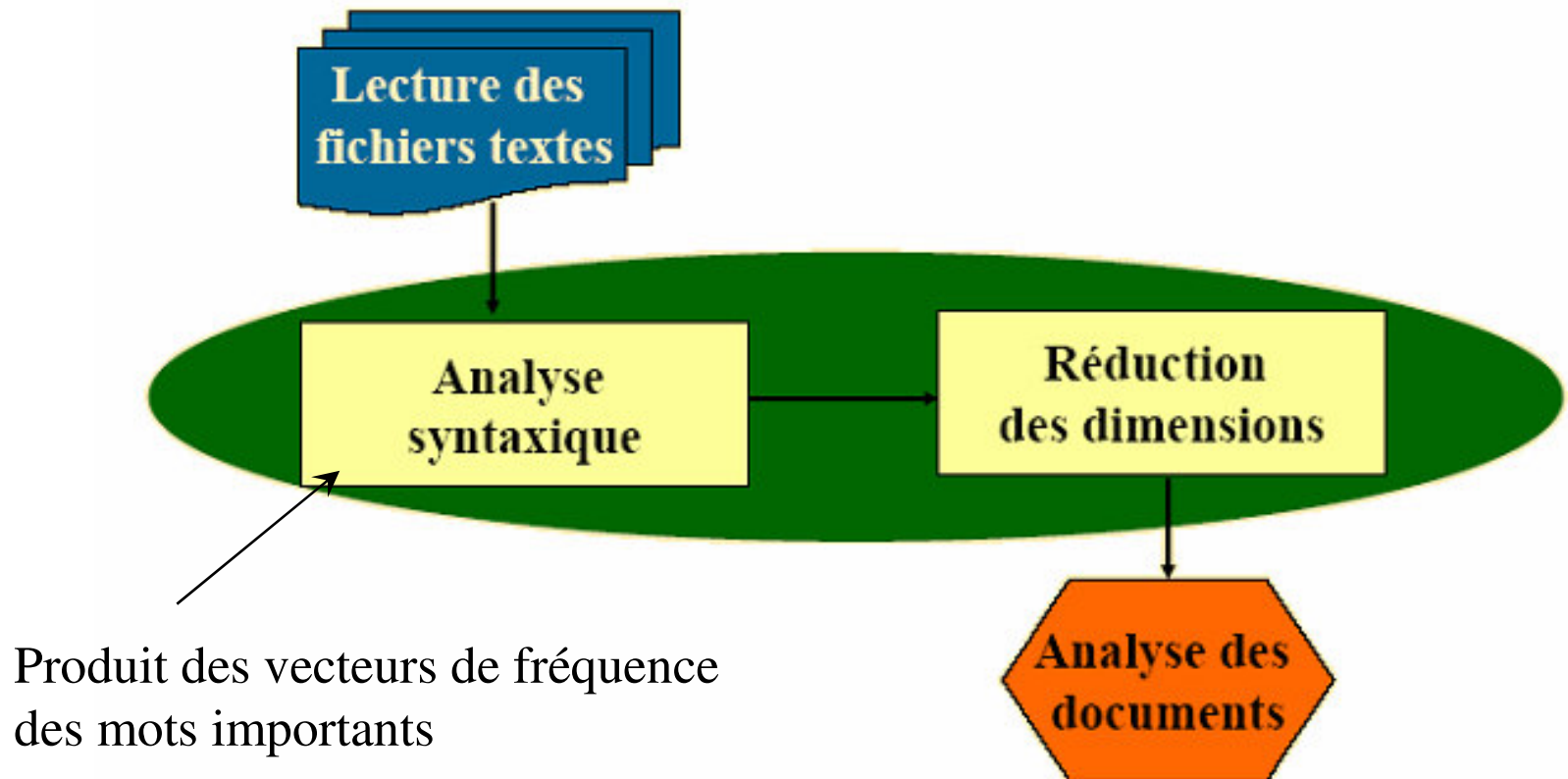


# Définition

- Text Mining

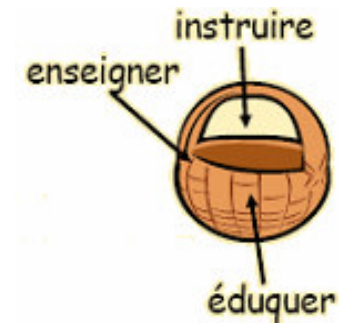
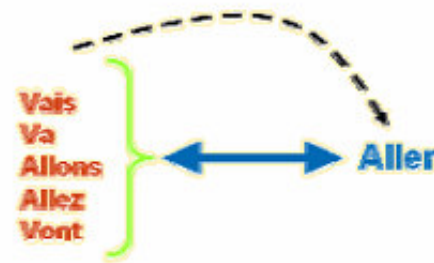
- Procédé consistant à synthétiser (classer, structurer, résumer, ...) les textes en analysant les relations et les règles entre unités textuelles (mots, groupes, phrases, documents)

# Processus de Text Mining: Vue simplifiée



# Analyse et Préparation

- ❑ Corriger l'orthographe
- ❑ Eliminer les mots vides
- ❑ Découper les textes en unités
- ❑ Associer des termes à une catégorie grammaticale ou sémantique
- ❑ Réduire le nombre de termes à traiter



# Calculs de fréquence des termes

*Table de fréquences d'apparition des termes*

	Mot 1	Mot 2	Mot 3	Mot 4
Doc 1	1	2	0	3
Doc 2	5	1	1	5
Doc 3	2	0	0	2

# Réduction des dimensions

- ❑ Réduire les dimensions de la table de fréquences
  - ❑ En déterminant les termes les plus significatifs
  - ❑ En groupant les termes par affinité (profile)

# Domaines d'application

## ❑ Exploration du contenu des documents

- ❑ Questions ouvertes dans une enquête
- ❑ Commentaires et plaintes des clients
- ❑ Analyse des réclamations de garantie

## ❑ Affectation de documents à des thèmes prédéfinis

- ❑ Traitement des e-mails (redirection, filtrage)

## ❑ Recherche d'information

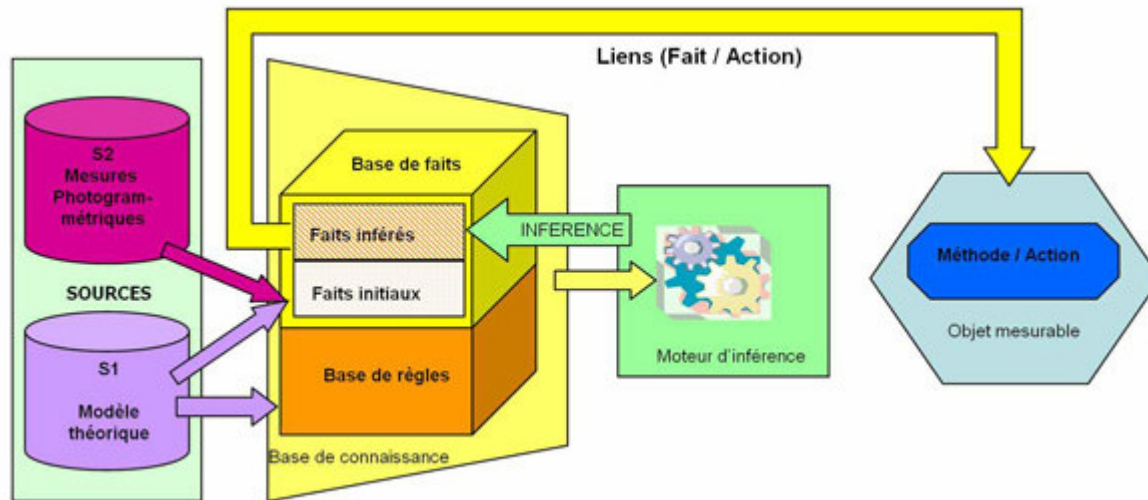
- ❑ Interrogation de textes par concepts, mots-clés, sujets, phrases visant à obtenir des résultats triés par ordre de pertinence, à la Google



# Étapes de la fouille de textes

- ❑ Sélection de textes
- ❑ Extraction des termes
  - ❑ Analyse grammaticale
  - ❑ Filtrage des termes extraits
- ❑ Transformation
  - ❑ Réduction des dimensions
- ❑ Classification
- ❑ Visualisation des résultats
- ❑ Interprétation des résultats

# Les systèmes experts



# Les systèmes experts

- Un système expert est un logiciel capable de répondre à des questions, en effectuant un raisonnement à partir de **faits et de règles** connus. Il peut servir notamment comme outil d'aide à la décision.

# Les systèmes experts

- Un système expert se compose de 3 parties :
  - Une base de faits ;
  - Une base de règles ;
  - Un moteur d'inférence.

# Faits et règles

- ❑ Faits

- ❑ Ensemble de vérités connues

- ❑ Règles

- ❑ Partie condition : prémisses
  - ❑ Partie action : conclusion, calcul, affichage ...
  - ❑ Éventuellement : coefficient de confiance

SI *condition* ALORS *action* [*coefficient*]

# Les systèmes experts

- Pour l'essentiel, ils utilisent la règle d'inférence suivante :
- Si P est vrai (*fait* ou *prémisse*) et si on sait que P implique Q (*règle*) alors, Q est vrai (*nouveau fait* ou *conclusion*).

# Le moteur d'inférence

Le moteur d'inférence est capable d'utiliser faits et règles pour produire de nouveaux faits, jusqu'à parvenir à la réponse à la question experte posée.

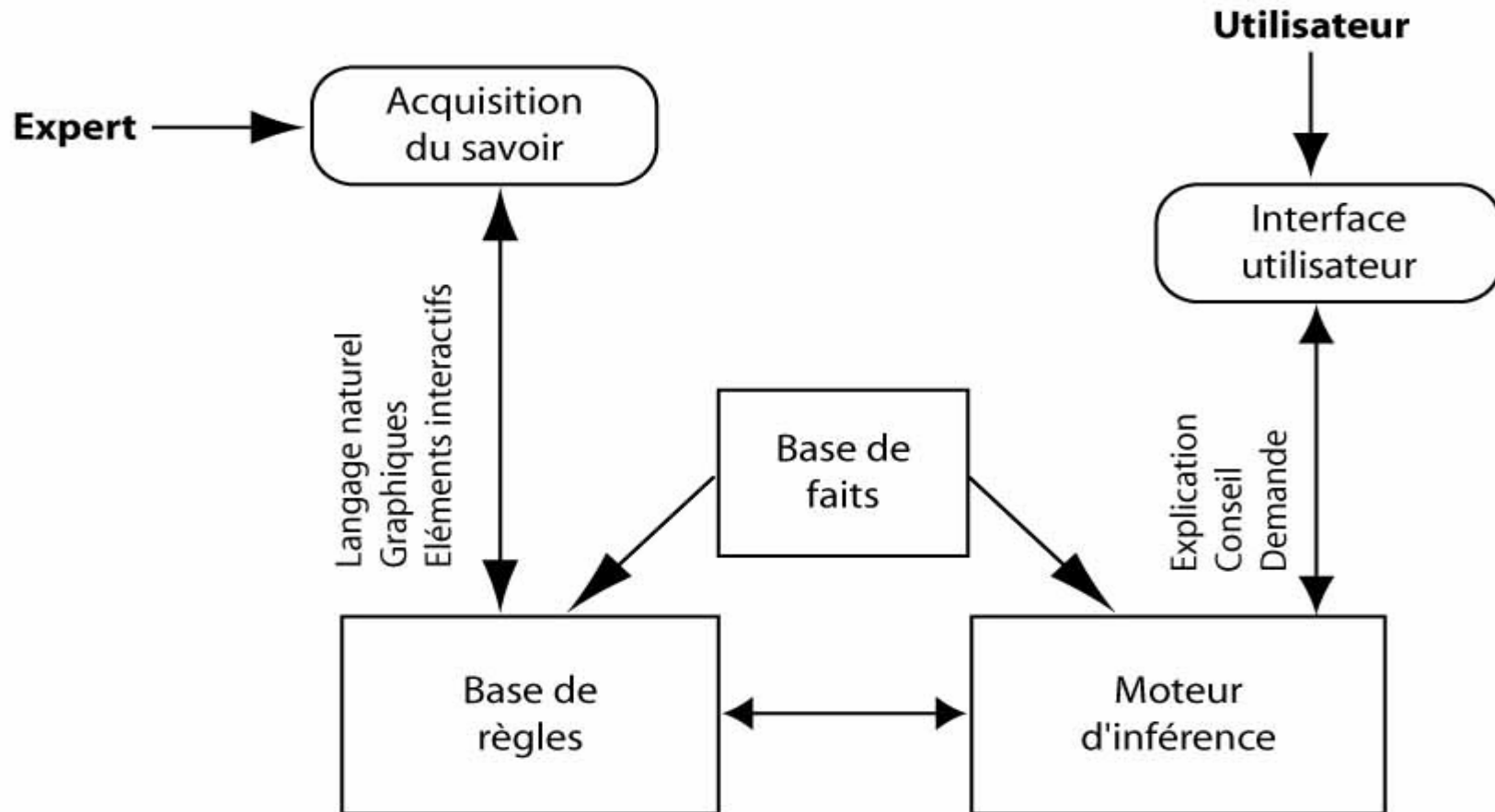
La plupart des systèmes experts existants reposent sur des mécanismes de logique formelle et utilisent le raisonnement déductif.

# Pourquoi un SE ?

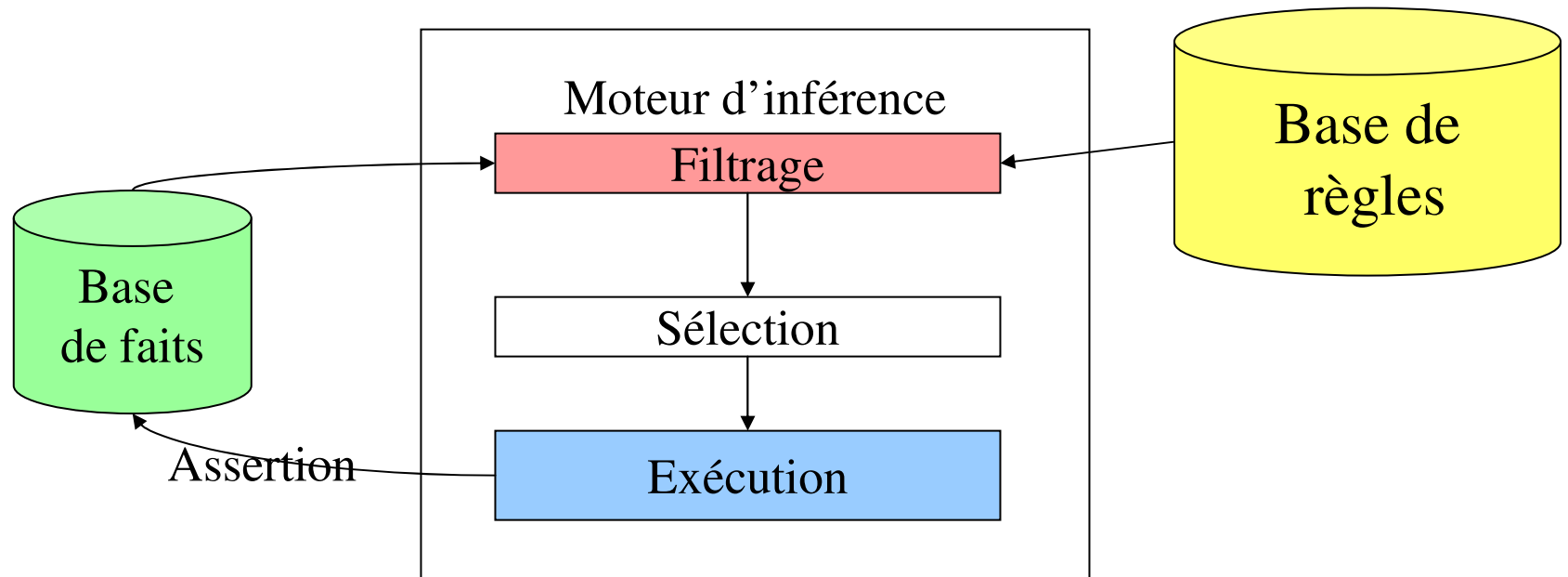
- ❑ Problèmes mal formalisés ou dont la formulation évolue
  - ❑ Médecine : nouveaux examens, nouvelles connaissances, nouvelles thérapies
  
- ❑ Pas d'algorithme connu (ou algorithme trop complexe)
  - ❑ Reconnaissance de l'écriture
  - ❑ Jeu d'échecs
  - ❑ Affectation des ressources, ordonnancement



# Les systèmes experts



# Architecture



# Mode de raisonnements

- ❑ Il existe de nombreux types de moteurs, capables de traiter différentes formes de règles logiques pour déduire de nouveaux faits à partir de la base de connaissance.
- ❑ On distingue souvent trois catégories, basées sur la manière dont les problèmes sont résolus :
  - ❑ Les moteurs - dit à « *chaînage avant* » - qui partent des faits et règles de la base de connaissance, et tentent de s'approcher des faits recherchés par le problème.
  - ❑ Les moteurs - dits à « *chaînage arrière* » - qui partent des faits recherchés par le problème, et tentent par l'intermédiaire des règles, de « remonter » à des faits connus,
  - ❑ Les moteurs - dits à « *chaînage mixte* » - qui utilisent une combinaison de ces deux approches *chaînage avant* et *chaînage arrière*.

# Chaînage avant

Raisonnement guidé par les données :

- Détecter les règles dont les prémisses sont vérifiées (filtrage)
- Sélectionner la règle à appliquer
- Appliquer la règle
- Recommencer jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de règle applicable

# Chaînage arrière

- ❑ But initial placé au sommet d'une pile
- ❑ Détection des règles qui concluent à ce but
- ❑ Résolution de conflits
- ❑ Application de la règles, i.e, les éléments des prémisses deviennent de nouveau sous- buts à atteindre.
- ❑ Arrêt : pile vide ou aucune règle applicable

# Exercice

## ❑ Exercice 1

❑ Soit la base de règles suivantes :

❑ R1 :  $(\neg A \rightarrow B) \rightarrow P$

❑ R2 :  $(P \text{ et } Q) \rightarrow F$

❑ R3 :  $(C \rightarrow A) \rightarrow Q$

❑ R4 :  $F \rightarrow (D \rightarrow K)$

❑ R5 :  $K \rightarrow (M \text{ et } L)$

❑ La base initiale de faits est : (A, D).

❑ Prouvez le fait M par chaînage avant.

# Exercice

## ❑ Exercice 2

❑ Un expert a construit la base de règles suivantes :

❑ R1 : A et B  $\rightarrow$  C

❑ R2 : D  $\rightarrow$  A

❑ R3 : E  $\rightarrow$  F

❑ R4 : G  $\rightarrow$  H

❑ R5 : I  $\rightarrow$  F

❑ R6 : H et F et J  $\rightarrow$  B

❑ R7 : H et K  $\rightarrow$  J

❑ R8 : G et F  $\rightarrow$  K

❑ La base initiale de faits est : (D, G, I).

❑ Prouvez le fait C par chaînage avant et chaînage arrière.

# Exercice

## □ Exercice 3

□ Soit la base de règles suivantes :

□ R1:  $(A \text{ et } E) \rightarrow G$

□ R2:  $(E \rightarrow K) \rightarrow D$

□ R3:  $(A \text{ et } B) \rightarrow (C \text{ et } D)$

□ R4:  $(B \rightarrow A) \rightarrow ((K \text{ et } \neg F) \text{ ou } G)$

□ R5:  $(A \text{ et } G) \rightarrow B$

□ R6:  $(K \rightarrow E) \rightarrow C$

□ R7:  $(F \text{ et } E) \rightarrow B$

□ La base initiale de faits est :  $(A, F)$ .

□ Prouvez le fait C par chaînage avant.