



INTELLIGENCE ARTIFICIELLE
ARTIFICIAL INTELLIGENCE

الذكاء الاصطناعي

IA: La matière

- Coefficient : 3 Crédits : 6
- Cours et TD obligatoires
- Evaluation : Présence/5, Part./3, Interro./7, Exposé/5

- Liens:
 - Blog: <http://intelligencedz.blogspot.com>
 - E-mail: mistudents14@gmail.com
 - Cours: elearning.univ-km.dz



PLAN

- Chapitre 1 : Agents intelligents
- Chapitre 2 : Algorithmes de recherche et résolution des problèmes
 - A*, Recherche locale, MiniMax, Satisfaction des contraintes
- Chapitre 3 : Apprentissage automatique
 - KNN, Réseaux de neurones artificiels
- Chapitre 4 : Classification automatique
 - Méthodes statistiques (Bayésiennes), Méthodes stochastiques (HMM)
- Chapitre 5 : Traitement automatique des langues

CHAPITRE I

AGENTS INTELLIGENTS



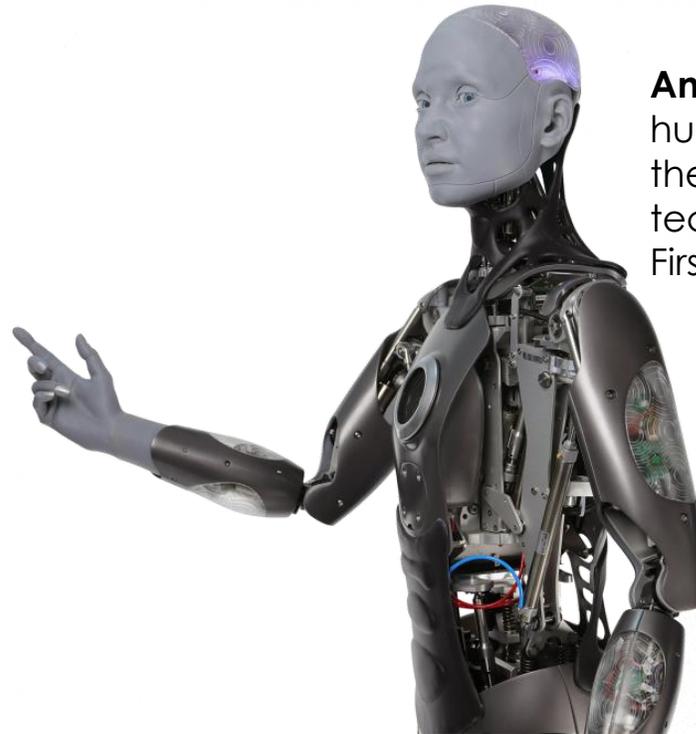
IA: Définition

Concevoir des systèmes capables de reproduire le comportement de l'homme (Activités de raisonnement et d'action)

- Deux approches :
 - Imitation: Penser et agir comme les humains
 - Rationalité: Penser et agir de manière correcte.
- Comprendre l'intelligence :
 - Neurosciences computationnelles: développer des modèles mathématiques du fonctionnement du cerveau au niveau neuronal
 - Science cognitive, psychologie: comprendre le raisonnement humain et prédire la performance d'un humain à une tâche

Définition d'un agent

Un agent intelligent (AI) est un programme informatique autonome qui **perçoit** son environnement et **agit** sur ce dernier dans un objectif précis. Il s'adosse aux technologies d'intelligence artificielle (IA), et prend diverses formes, du logiciel informatique à l'objet connecté autonome.



Ameca is the world's most advanced human shaped robot representing the forefront of human-robotics technology.

First public demo: Jan. 2022

Définition d'un agent

- ❑ Un agent est n'importe quel entité qui perçoit son environnement par des **capteurs** (sensors) et agit sur cet environnement par des **actionneurs** (actuators)
- ❑ Un agent humain a :
 - Des yeux, des oreilles et d'autres senseurs
 - Des mains, des jambes et d'autres actionneurs
- ❑ Un agent robot a :
 - Des caméras, des capteurs infra rouges et d'autre capteurs
 - Des roues, des jambes, des bras articulés et d'autres actionneurs
- ❑ Un agent logiciel a :
 - Un clavier, un accès lecture à un disque dur et d'autres capteurs
 - Un écran, un accès écriture à un disque dur et d'autres actionneurs

Création d'un agent

- Créer un agent doté des capacités fondamentales:
 - Perception
 - Représentation des connaissances (modélisation)
 - Apprentissage
 - Raisonnement
 - Prise de décision

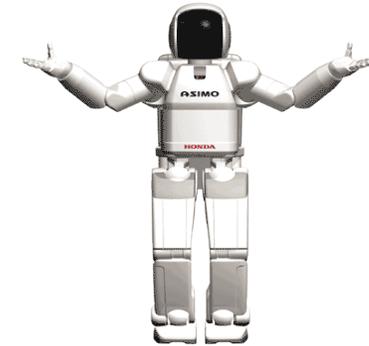
Exemples d'agents



Kiva system



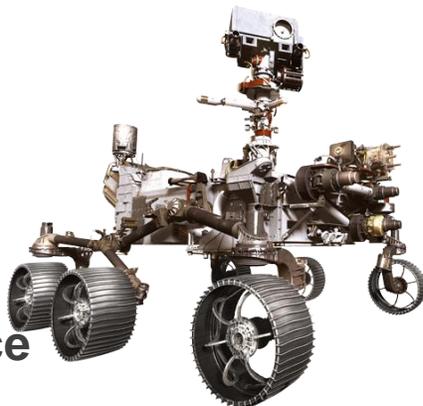
ANYmal



ASIMO



Decision Support System

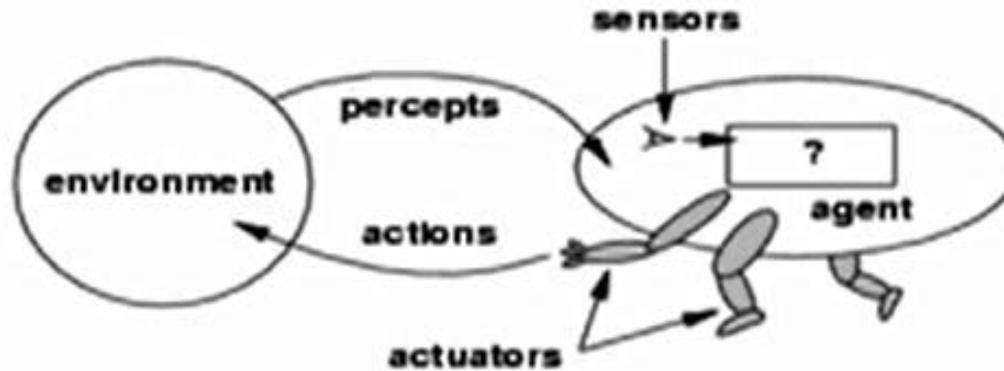


Perseverance



Ingenuity

Agent et environnement



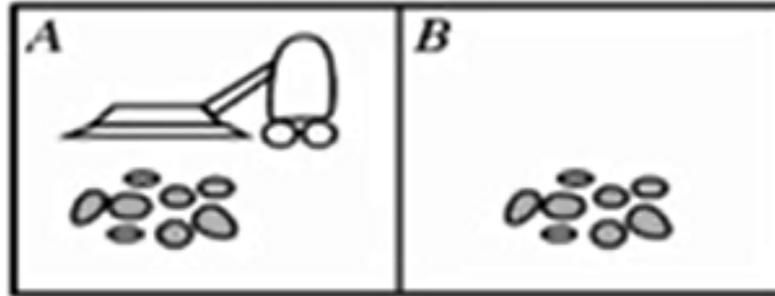
- Le **processus agent** f prend en entrée une séquence d'**observations** (percepts) et retourne une **action** :

$$f: P^* \rightarrow A$$

Code squelette d'un agent

```
function SKELETON-AGENT(percepts) {  
  
  Static: memory, the agent's memory of the world  
  
  memory ← UPDATE-MEMORY(memory,percept)  
  action ← CHOOSE-BEST-ACTION(memory)  
  memory ← UPDATE-MEMORY(memory,action)  
  
  return action  
}
```

Exemple : Aspirateur robotisé



- Observations (données sensorielles) : position et état des lieux
Par exemple : $[A,Clean]$, $[A,Dirty]$, $[B,Clean]$, $[B,Dirty]$
- Actions : *Left*, *Right*, *Suck*, *NoOp*
 - f :
 - $[A,Clean] \rightarrow Right$
 - $[A,Dirty] \rightarrow Suck$
 - ...
 - $[A,Clean] [A,Clean] [A,Dirty] \rightarrow Suck$
 - $[A,Clean] [A,Clean] [A,Clean] \rightarrow Right$
 - ...

Agent rationnel

- Un agent rationnel doit agir « correctement » en fonction de ce qu'il perçoit et de ses capacités d'action :
 - ◆ l'**action correcte** est celle permettant à l'agent de réussir le mieux
- **Mesure de performance** :
 - ◆ une fonction objective mesurant la qualité d'un comportement de l'agent
- Par exemple, une mesure de performance pour le robot aspirateur pourrait être :
 - ◆ la quantité de déchets aspirés
 - ◆ la propreté des lieux
 - ◆ la durée de la tâche
 - ◆ le bruit généré
- **Agent rationnel** : étant donné une séquence d'observations (données sensorielles) et des connaissances propres, un agent rationnel devrait **choisir une action qui maximise la mesure de performance**
- Un agent est **autonome** s'il est capable d'adapter son comportement en fonction de son expérience (capacité d'apprentissage et d'adaptation)

Conception d'agents : Modèle PEAS

PEAS = *Performance, Environment, Actuators, Sensors*

- PEAS : Un modèle de conceptions des agents par la spécification des composantes majeures suivantes :
 - ◆ mesure de performance (Performance)
 - ◆ éléments de l'environnement (Environnement)
 - ◆ les actions que l'agent peut effectuer (Actionneurs ou *Actuators*)
 - ◆ la séquence des observations ou percepts de l'agent (Capteurs ou *Sensors*)

Modèle PEAS pour un robot Taxi

- **Agent** : robot taxi
- **Mesure de performance** : sécurité, vitesse, respect du code routier, voyage confortable, maximisation des profits
- **Environnement** : route, trafic, piétons, clients
- **Actionneurs** : volant, changement de vitesse, accélérateur, frein, clignotants, klaxon
- **Senseurs** : caméras, sonar, compteur de vitesse, GPS, odomètre, témoins du moteur, etc.

Caractéristiques de l'environnement

- Différents problèmes auront des environnements avec des caractéristiques différentes
- **Caractéristiques que l'on distingue:**
 - ◆ **Complètement observables** (vs. partiellement observable)
 - ◆ **Déterministe** (vs. stochastique)
 - ◆ **Épisodique** (vs. séquentiel)
 - ◆ **Statique** (vs. dynamique)
 - ◆ **Discret** (vs. continu)
 - ◆ **Agent unique** (vs. multi-agent)

Caractéristiques de l'environnement

- **Complètement observables** (vs. partiellement observable) : grâce à ses capteurs, l'agent a accès à l'état complet de l'environnement à chaque instant

- Le jeu des échecs est complètement observable

- ◆ on voit la position de toutes les pièces

- Le jeu du poker est partiellement observable

- ◆ on ne connaît pas les cartes dans les mains de l'adversaire



- **Déterministe** (vs. stochastique) : l'état suivant de l'environnement est entièrement déterminé par l'état courant et l'action effectuée par le ou les agents

- Le jeu des échecs est déterministe

- ◆ déplacer une pièce donne toujours le même résultat

- Le jeu du poker est stochastique

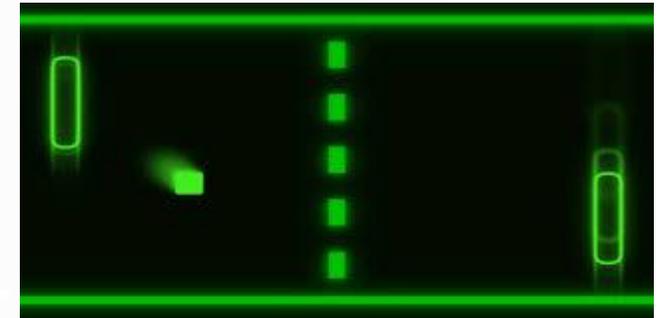
- ◆ la distribution des cartes est aléatoire

Caractéristiques de l'environnement

- **Épisodique** (vs. séquentiel) : les opérations/comportements de l'agent sont divisés en épisodes :
 - ◆ chaque épisode consiste à observer l'environnement et effectuer une seule action
 - ◆ cette action n'a pas d'influence sur l'environnement dans l'épisode suivant
- La reconnaissance de caractères est épisodique
 - ◆ la prédiction du système n'influence pas le prochain caractère à reconnaître
- Le jeu du poker est séquentiel
 - ◆ décider si je mise ou pas a un impact sur l'état suivant de la partie

Caractéristiques de l'environnement

- **Statique** (vs. dynamique) : l'environnement ne change pas lorsque le ou les agents n'agissent pas
 - ◆ Le jeu des échecs est statique
 - ◆ l'état du jeu ne change pas si personne joue
 - ◆ Le jeu Pong est dynamique
 - ◆ la balle bouge même si je ne fais rien
- **Discret** (vs. continu) : un nombre limité et clairement distincts de **données sensorielles et d'actions**
 - ◆ Le jeu des échecs est dans un environnement discret
 - ◆ toutes les actions et état du jeu peuvent être énumérées
 - ◆ La conduite automatique d'une voiture est dans un environnement continu
 - ◆ l'angle du volet est un nombre réel



Caractéristiques de l'environnement

- **Agent unique** (vs. multi-agent) : un agent opérant seul dans un environnement
- Résoudre un Sudoku est à agent unique
 - ◆ aucun adversaire
- Le jeu des échecs est multi-agent
 - ◆ il y a toujours un adversaire

Communication entre agents

Sys. Multi-agents

- Les agents intelligents communiquent entre eux pour coordonner, coopérer et négocier leurs activités et ils ont en général besoin de communiquer leurs intentions, buts, résultats et états :
 - *La syntaxe*, qui précise le mode de structuration des symboles;
 - *La pragmatique*, pour pouvoir interpréter les symboles;
 - *L'ontologie*, pour pouvoir utiliser les mêmes mots d'un vocabulaire commun.

Langages de Communication

- Il y a deux principaux langages de communication entre agents qui sont :
 - **KQML** (Knowledge Query and Manipulation Language)
 - **FIPA-ACL** (Foundation for Intelligent Physical Agents – Agent Communication Language)

Langages de Communication

Chaque message KQML ou FIPA-ACL comprend plusieurs éléments. Voici quelques-uns :

- **Performative** : Type de l'acte communicatif (passage d'information, réquisition d'information...).
- **Sender** : L'émetteur du message.
- **Receiver** : Le destinataire du message.
- **Content** : Le contenu du message (l'information transportée par la performative).

Langages de Communication

Exemple de message KQML :

(tell : receiver A : sender B : ontology e-book :

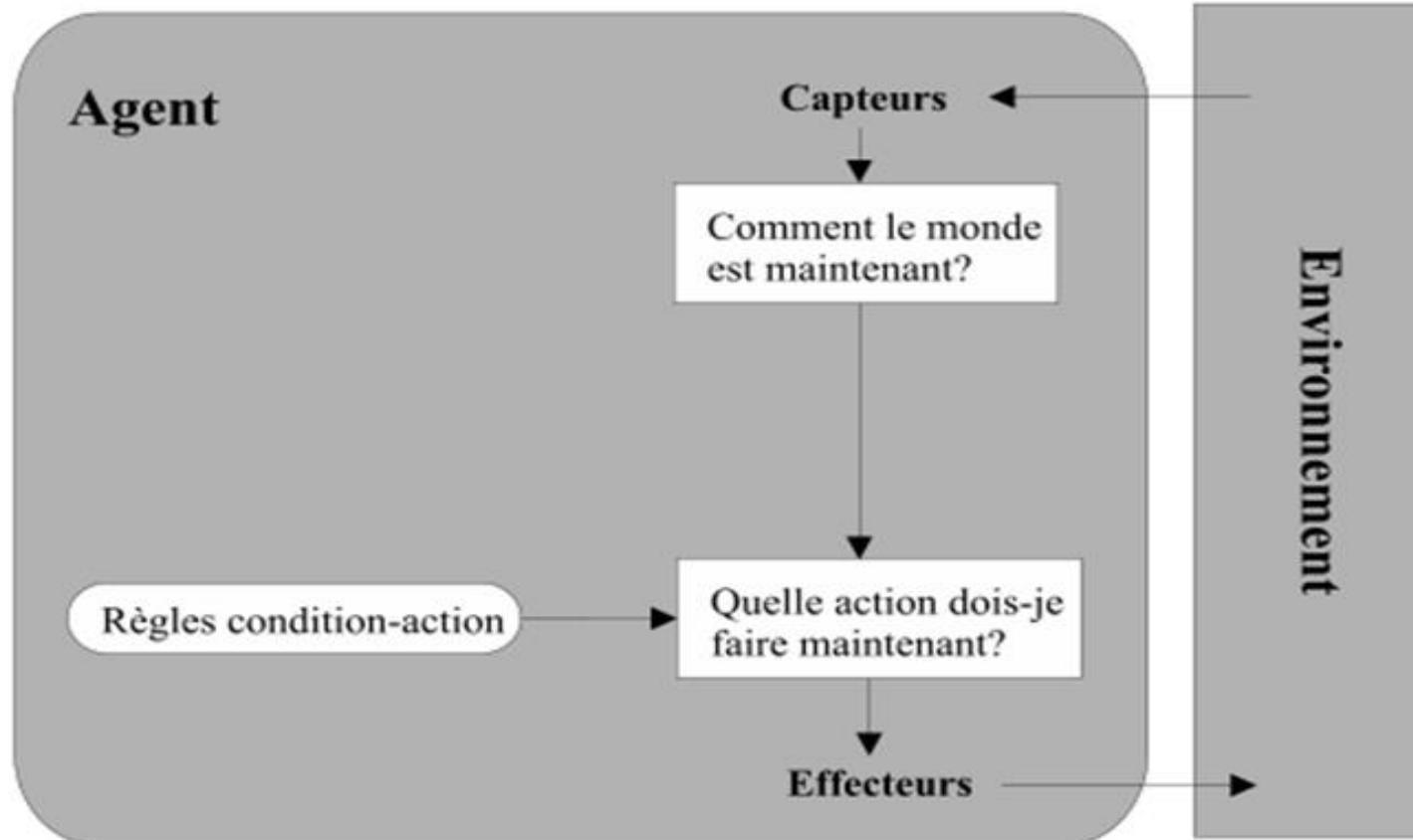
language PROLOG : content "price(ISBN 973-31-1096-5)")

Types d'agents

- Agents à reflexes simples (simple reflex agents)
- Agents à reflexes basés sur des modèles (model-based reflex agents)
- Agents basés sur des buts (goal-based agents)
- Agents basés sur l'utilité (utility-based agents)

Types d'agents

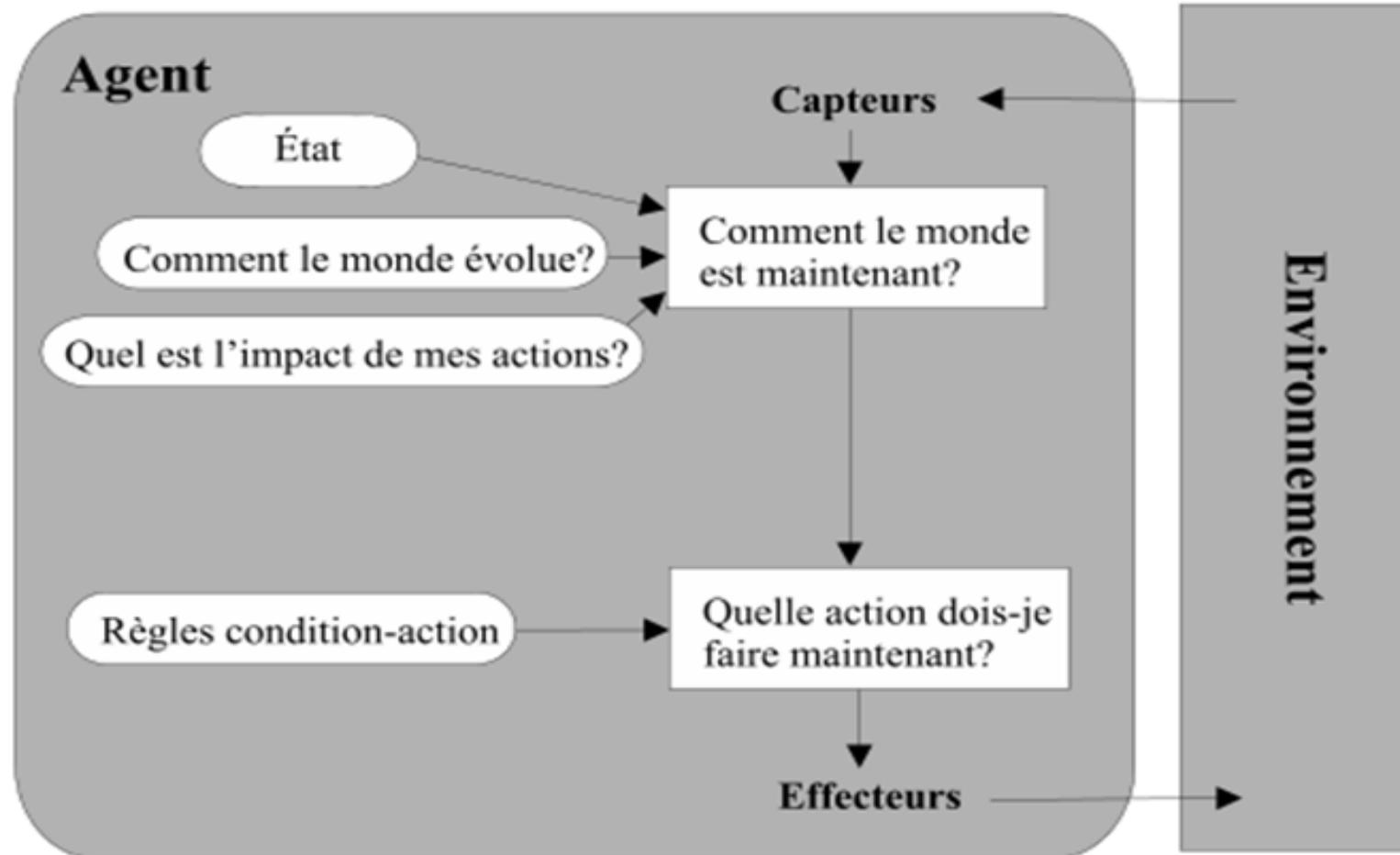
Agents à reflexes simples



Agit seulement à partir du percept actuel en ignorant l'historique

Types d'agents

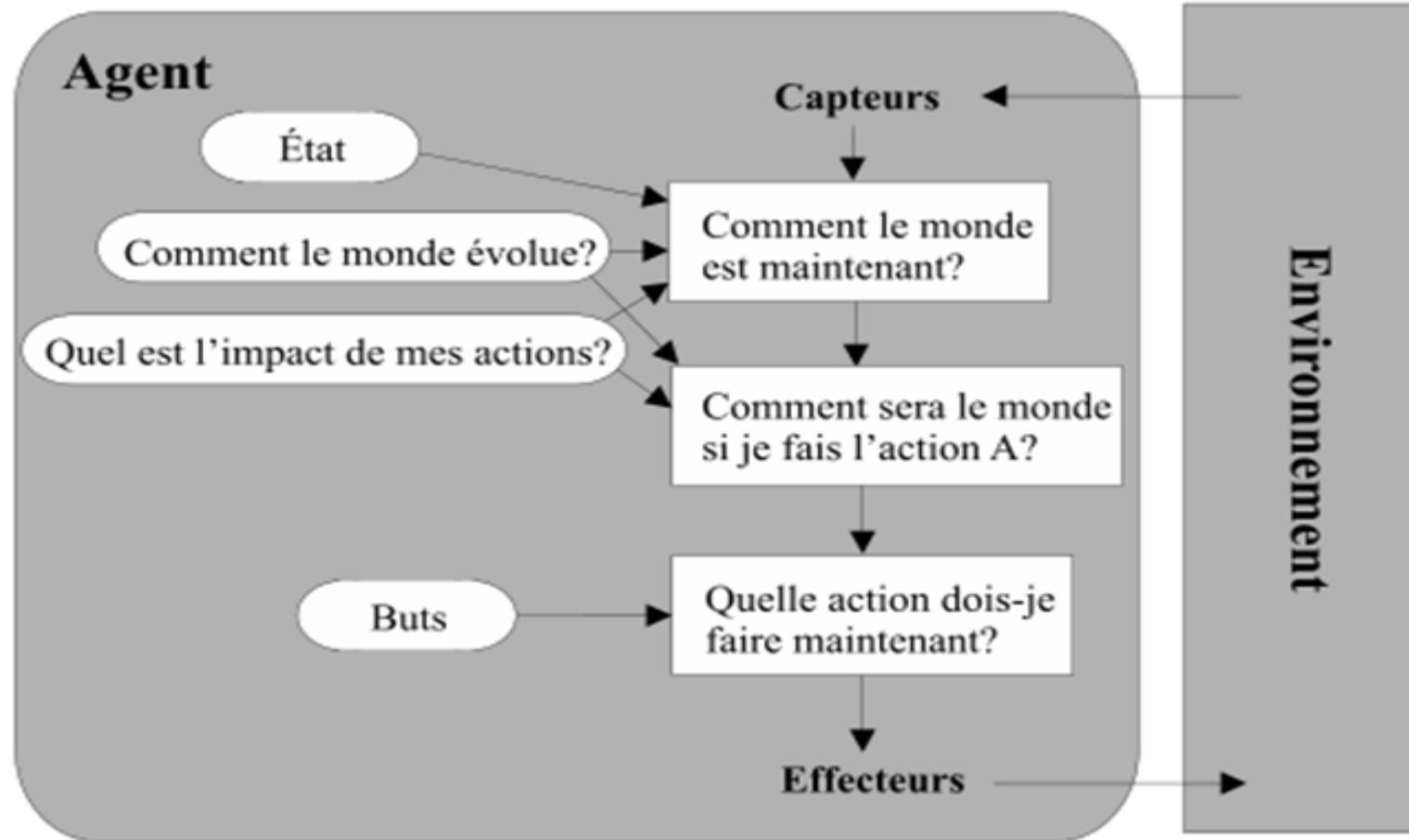
Agents à reflexes basés sur des modèles



Accumule l'information dans le temps pour estimer l'état de l'environnement

Types d'agents

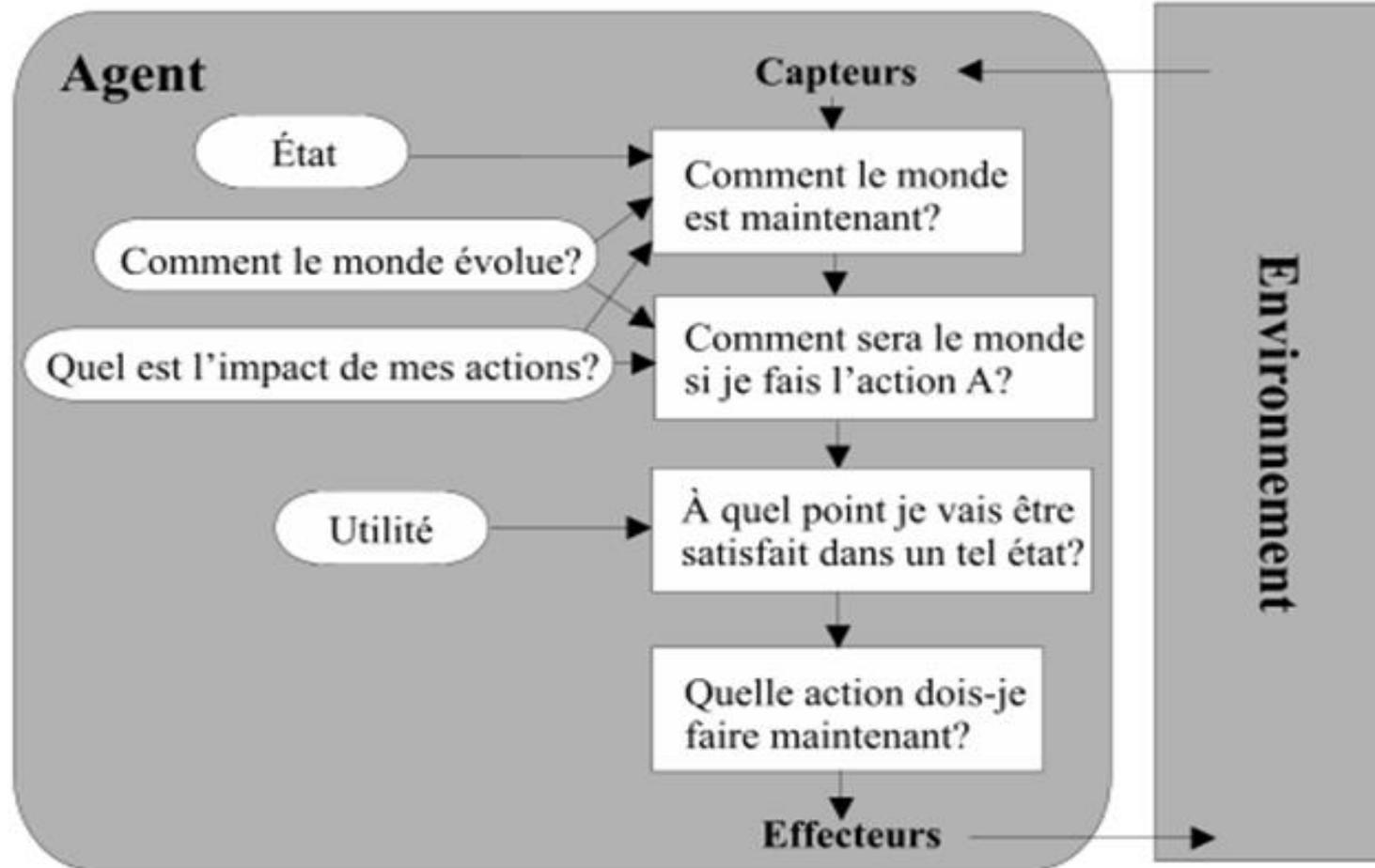
Agents basés sur des buts



Spécifier un but plutôt que spécifier une règle (tenir compte du futur)

Types d'agents

Agents basé sur l'utilité



Intégrer la notion de préférence entre actions
(exp. Choisir l'action qui résout une tâche donnée le plus rapidement possible)

Apprentissage d'un agent

- Les 4 types d'agents précédents varient dans la façon de prendre leur décision
- À partir de quelles connaissances prendre ces décisions ?
 - ◆ solution : **apprendre ces connaissances**

- Il existe plusieurs façons pour faire l'apprentissage et ce pour chaque type d'agent
 - L'apprentissage supervisé
 - L'apprentissage non-supervisé
 - L'apprentissage par renforcement