

IFT 615 – Intelligence artificielle

Agents intelligents

Hugo Larochelle

Département d'informatique

Université de Sherbrooke

[http ://www.dmi.usherb.ca/~larocheh/cours/ift615.html](http://www.dmi.usherb.ca/~larocheh/cours/ift615.html)

Sujets couverts

- Intelligence artificielle
- Agents intelligents
- Rationalité
- PEAS (*Performance measure, Environment, Actuators and Sensors*)
- Types d'environnements
- Types d'agents
- Exemple – Le monde des wumpus (Wumpus world)

Intelligence

- Avant de définir l'intelligence artificielle, il faut définir l'intelligence !
- Définition ?

Intelligence Artificielle (IA)

- **Définition :**

« Branche de l'informatique ayant pour objet l'étude du traitement des connaissances et du raisonnement humain, dans le but de les reproduire artificiellement pour ainsi permettre à un appareil [(agent)] d'exécuter des fonctions normalement associées à l'intelligence humaine. »

[Grand dictionnaire terminologique, 2006]

Deux branches de l'IA

- **Compréhension de l'intelligence**

- ◆ neurosciences computationnelles

- » développer des modèles mathématiques du fonctionnement du cerveau au niveau neuronal

- ◆ sciences cognitives, psychologie

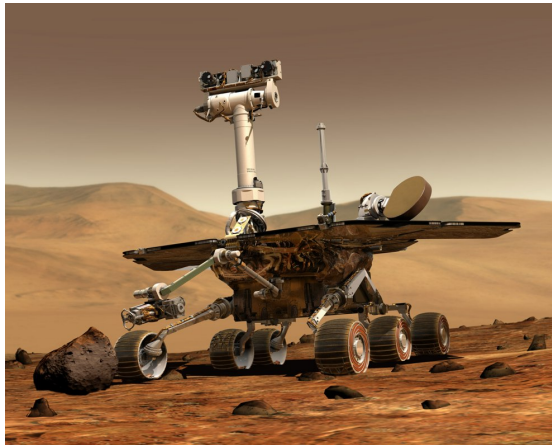
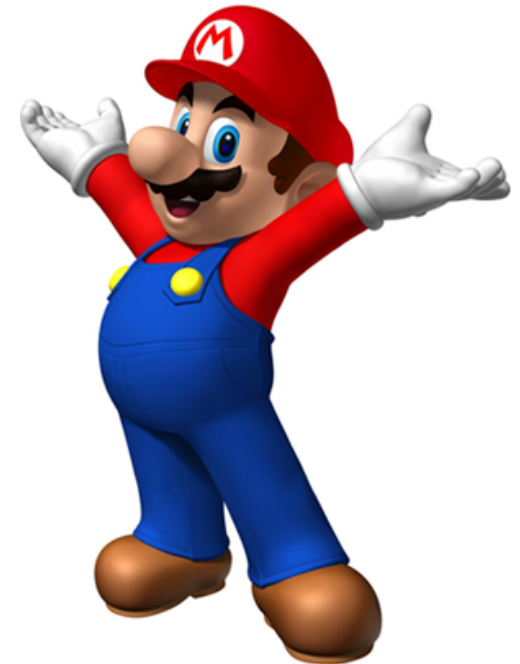
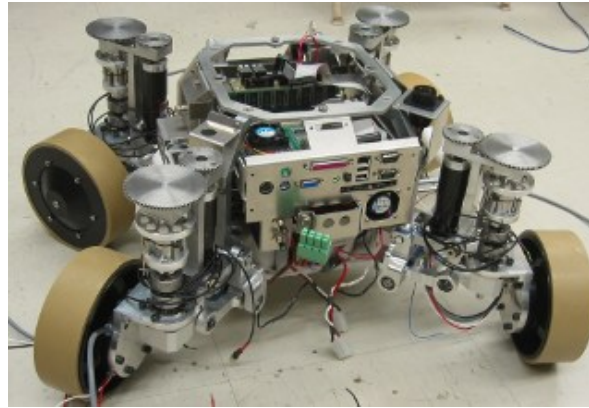
- » comprendre le raisonnement humain
 - » prédire la performance d'un humain à une tâche
 - ex. : l'architecture ACT-R pour évaluer le risque couru en parlant au téléphone lors de la conduite d'une voiture (modèle de *multitasking* chez l'humain)

- **Création d'agents intelligents**

- ◆ capacités fondamentales :

- » perception
 - » représentation des connaissances (modélisation)
 - » apprentissage
 - » raisonnement
 - » prise de décisions

Exemples d'agents intelligents

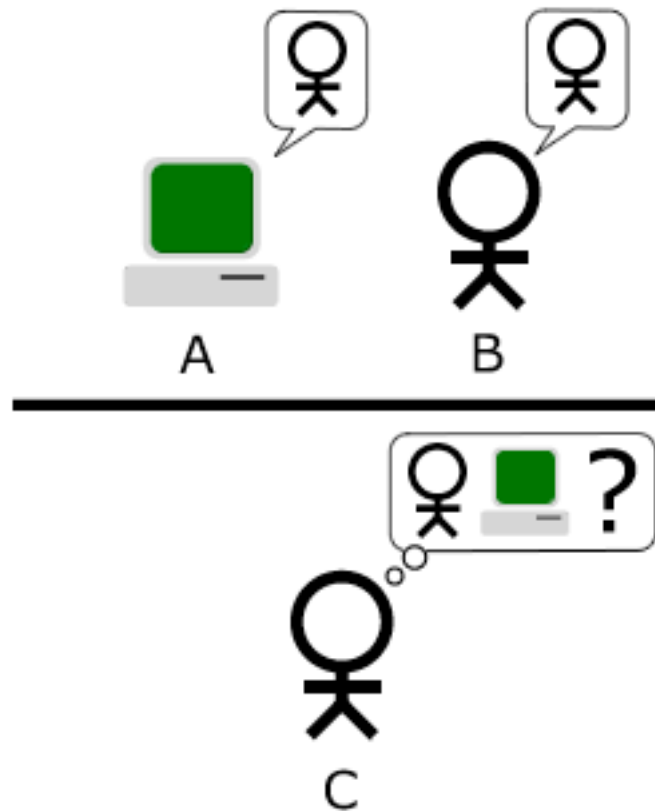


(1) Système d'aide à la décision; (2) Azimut-3; (3) Rover de la NASA;
(4) Radarsat-II de l'ASC; (5) Mario de Nintendo.

Pourquoi avoir une IA ?

- **Programmation d'actions vs décisions automatiques**
- **Programmation d'actions**
 - ◆ scripts
 - ◆ machine à états finis
- **Décisions automatiques**
 - ◆ les actions à exécuter ne sont **ni scriptées, ni programmées à l'avances**
 - ◆ **l'agent décide lui-même** de ses propres actions, à partir d'un certain calcul ou « raisonnement »
 - ◆ on donne à l'ordinateur la **capacité** de prendre des décisions intelligentes, dans toute situation possible

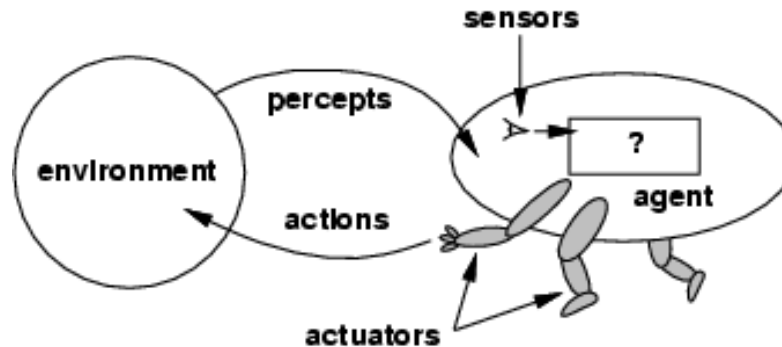
Test de Turing



Agents

- 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, une bouche et d'autres actionneurs
- Un agent robot a :
 - ◆ des caméras, des capteurs infra rouges et autres 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 autres capteurs
 - ◆ un écran, un accès écriture à un disque dur comme actionneurs

Agents et environnements



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

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

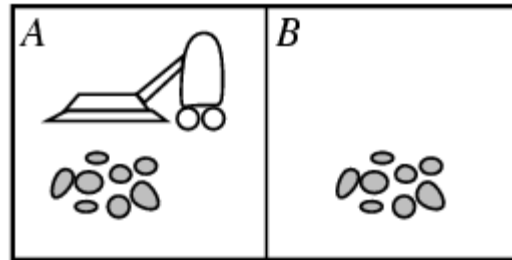
- En pratique le processus est un implémenté par un programme sur une architecture matérielle particulière

Ébauche d'un agent

```
function SKELETON-AGENT(percept) returns action
  static: memory, the agent's memory of the world

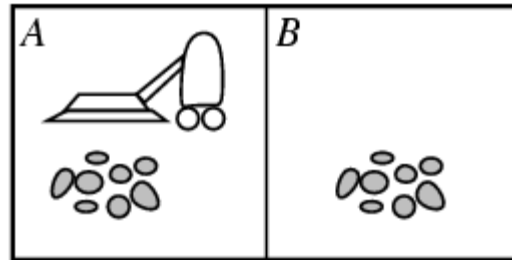
  memory ← UPDATE-MEMORY(memory, percept)
  action ← CHOOSE-BEST-ACTION(memory)
  memory ← UPDATE-MEMORY(memory, action)
  return action
```

Exemple : Aspirateur robotisé



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

Exemple : Aspirateur robotisé



• f :

$[A, Clean] \rightarrow Right$

$[A, Dirty] \rightarrow Suck$

...

$[A, Clean] [A, Clean] [A, Dirty] \rightarrow Suck$

$[A, Clean] [A, Clean] [A, Clean] \rightarrow Right$

...

Agents rationnels

- 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**

Agents rationnels

- **Rationalité ne veut pas dire « qui sait tout »**
(par exemple, connaît tous les effets de ses actions)!
- **Rationnel ne veut pas dire « parfait »**
 - ◆ la rationalité maximise la performance espérée
 - ◆ la perfection maximise la performance réelle/actuelle
 - ◆ mais souvent on ne peut pas connaître la performance réelle avant l'action
- Un agent peut effectuer des actions d'observation pour cueillir des informations nécessaires à sa tâche
- Un agent est **autonome** s'il est capable d'adapter son comportement en fonction de son expérience (capacité d'apprentissage et d'adaptation)

Modèle PEAS

- 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*)
- PEAS = *Performance, Environment, Actuators, 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, speedometer, GPS, odomètre, témoins du moteur, etc.

Modèle PEAS pour un diagnostic médical automatisé

- **Agent** : système de diagnostic médical
- **Mesure de performance** : santé des patients, minimisation des coûts, satisfaction des patients
- **Environnement** : patients, hôpital, personnel soignant
- **Actionneurs** : moniteur pour afficher des questions, les résultats de tests ou de diagnostic, le traitement, etc.
- **Senseurs** : clavier et souris pour saisir les symptômes, les réponses aux questions, etc.

Caractéristiques d'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 d'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

Caractéristiques d'environnement

- **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
- **Notes importantes :**
 - ◆ on considère comme stochastique les phénomènes qui ne peuvent pas être prédits parfaitement
 - ◆ on ne tient pas compte des actions des autres agents pour déterminer si déterministe ou pas

Caractéristiques d'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 d'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
- **Note importante :**
 - ◆ on ne tient pas compte des actions des autres agents pour déterminer si statique ou pas

Caractéristiques d'environnement

- **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
- Le jeu Pong est dans un environnement continu
 - ◆ la position de la balle est une paire (x,y) de nombres réels

Caractéristiques d'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

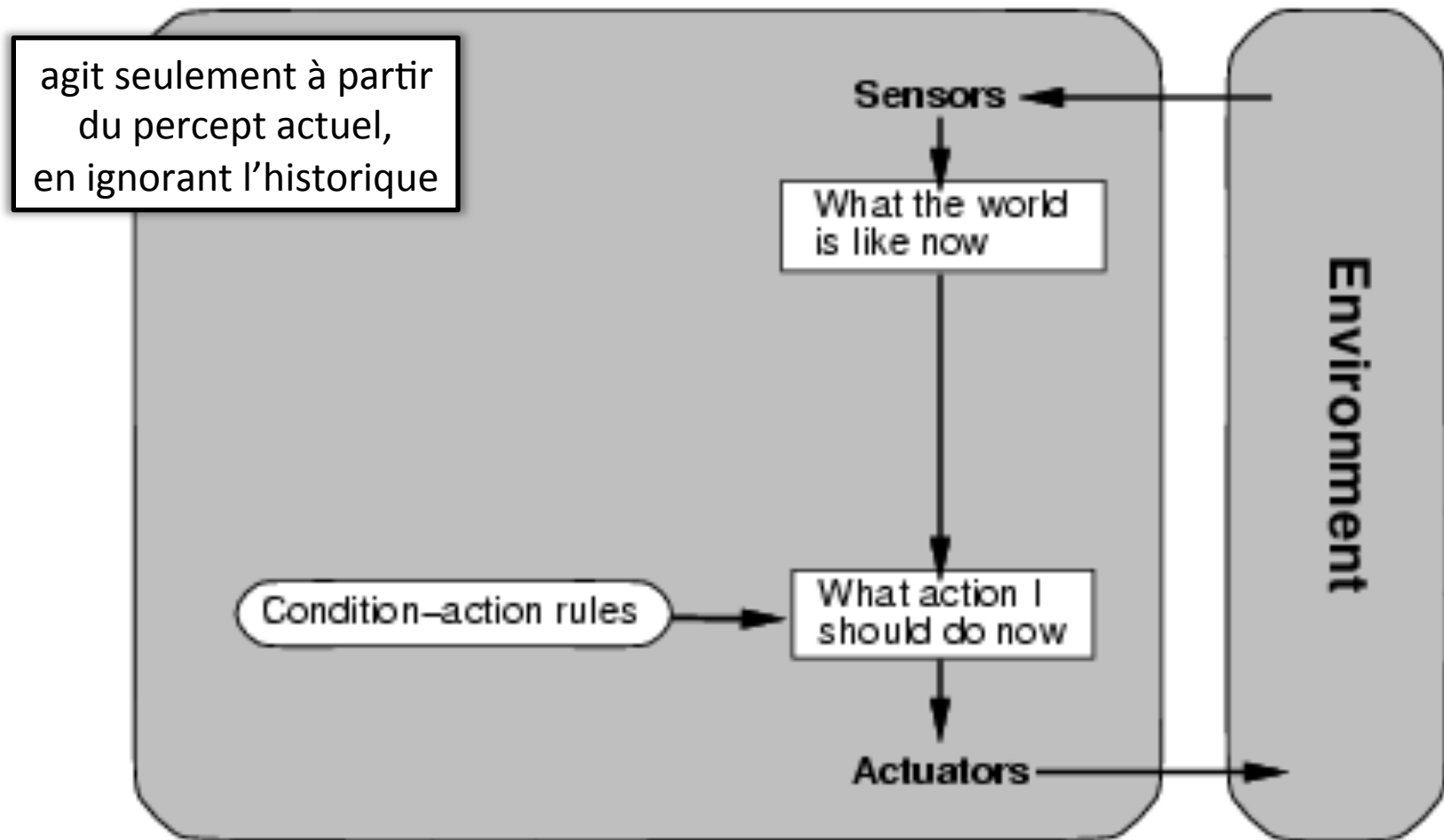
Caractéristiques d'environnement

- Parfois, plus d'une caractéristique est appropriée
- Jeu Pong
 - ◆ la position de la balle est plus simple à concevoir en nombres réels
 - ◆ par contre, sur un écran d'ordinateur, il y a un nombre fini de pixels...
- Déplacement d'un robot
 - ◆ si seul dans un environnement, ses déplacements sont théoriquement déterministes (la physique mécanique est déterministe)
 - ◆ par contre, puisqu'un robot ne contrôle pas parfaitement ses mouvements, on préfère normalement modéliser comme stochastique
- On identifie souvent les caractéristiques d'environnement en réfléchissant à **comment on programmerait/simulerait cet environnement**

Structure des agents

- Simple reflex agents
- Model-based reflex agents
- Goal-based agents
- Utility-based agents

Simple reflex agents

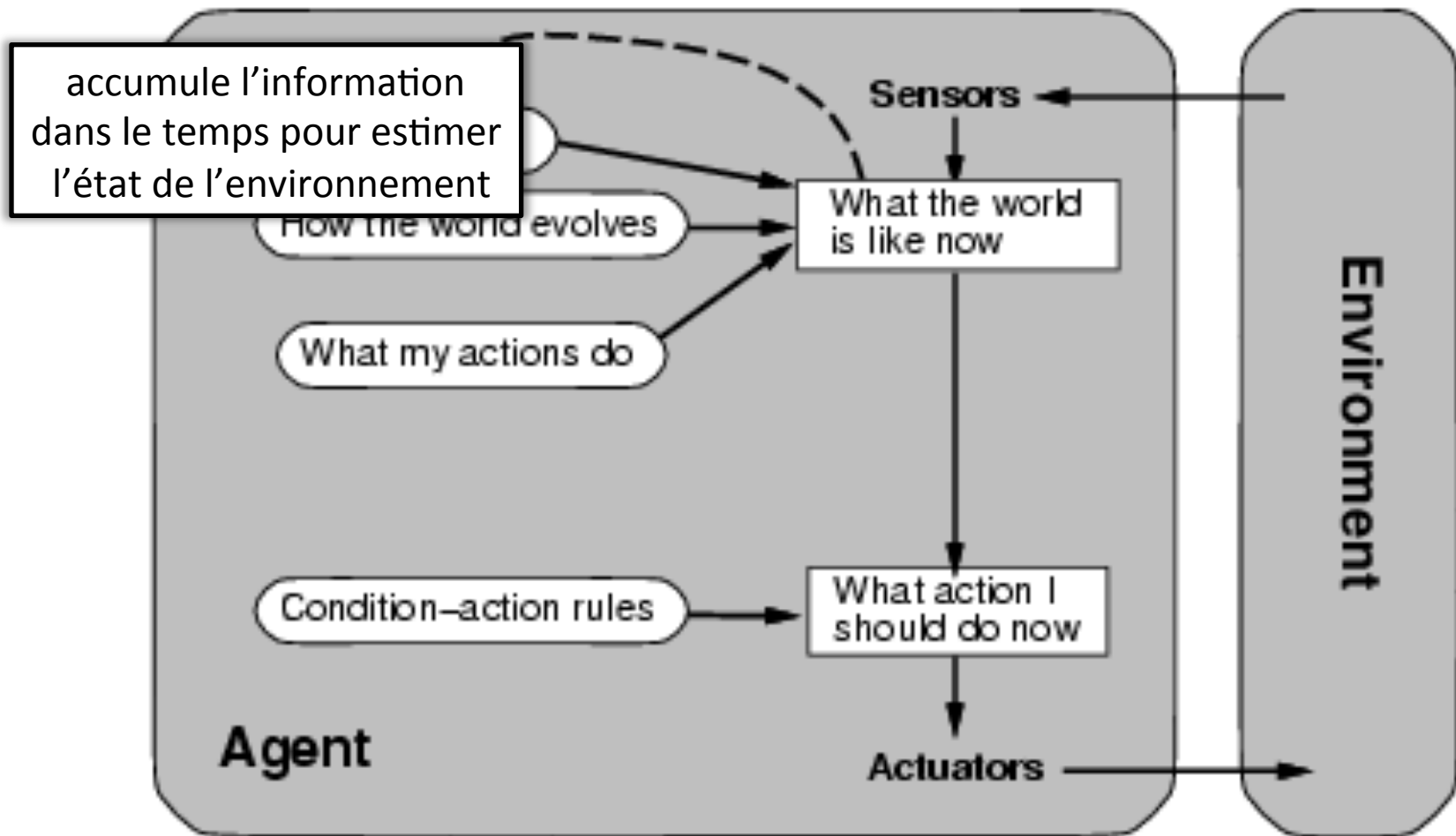


Simple reflex agents

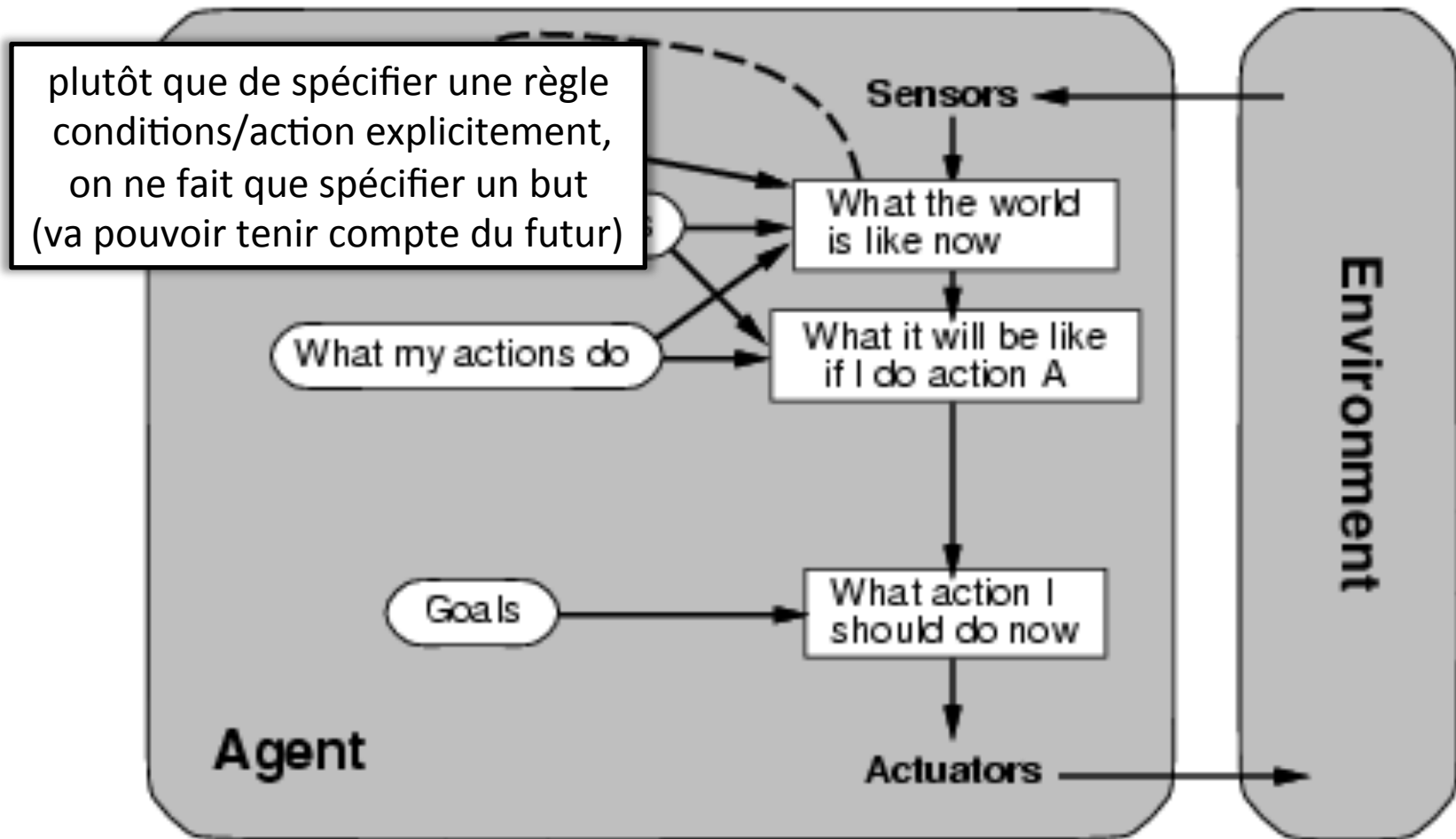
```
function SIMPLE-REFLEX-AGENT(percept) returns an action
  persistent: rules, a set of condition–action rules

  state ← INTERPRET-INPUT(percept)
  rule ← RULE-MATCH(state, rules)
  action ← rule.ACTION
  return action
```

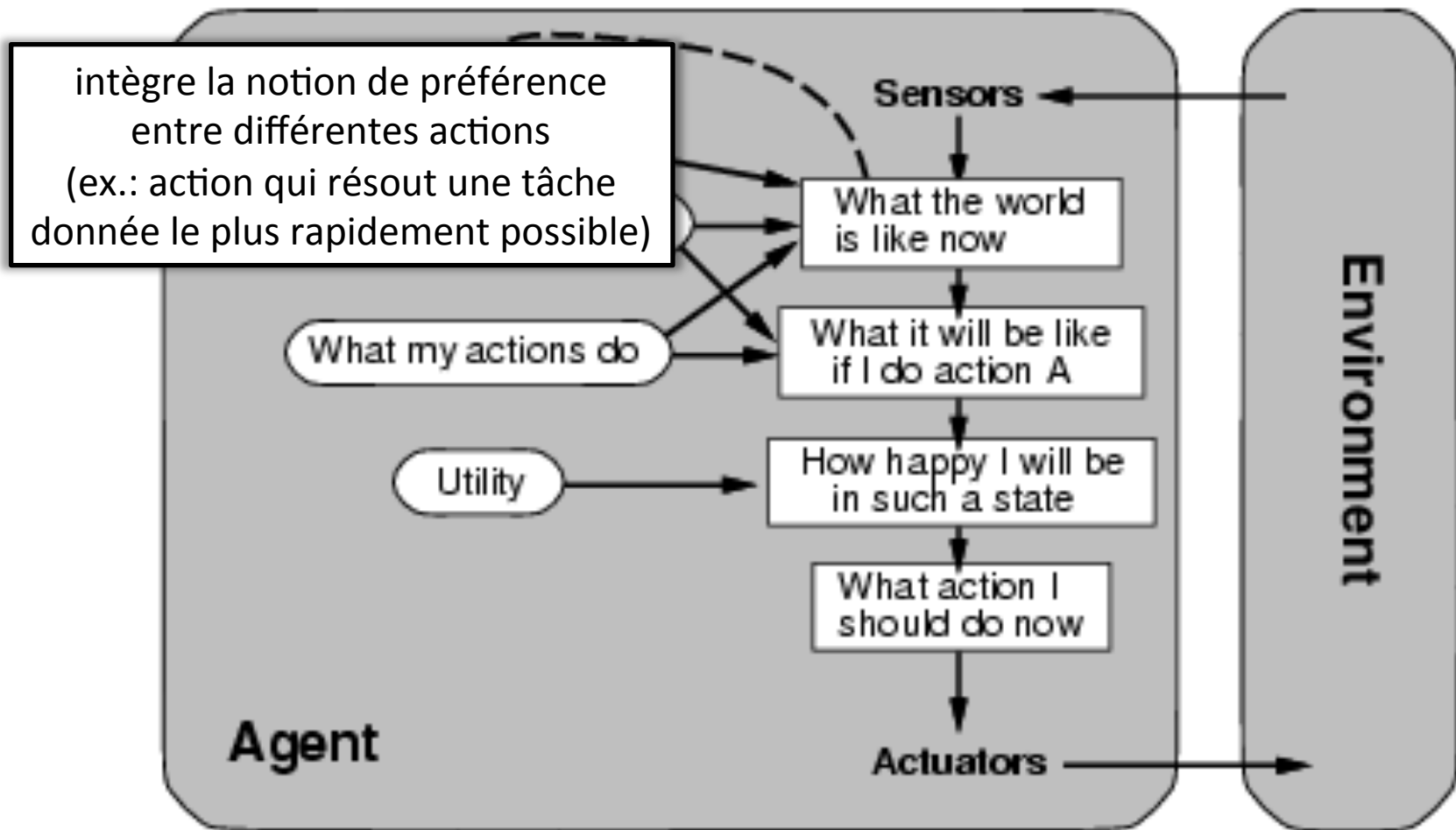
Model-based reflex agents



Goal-based agents



Utility-based agents

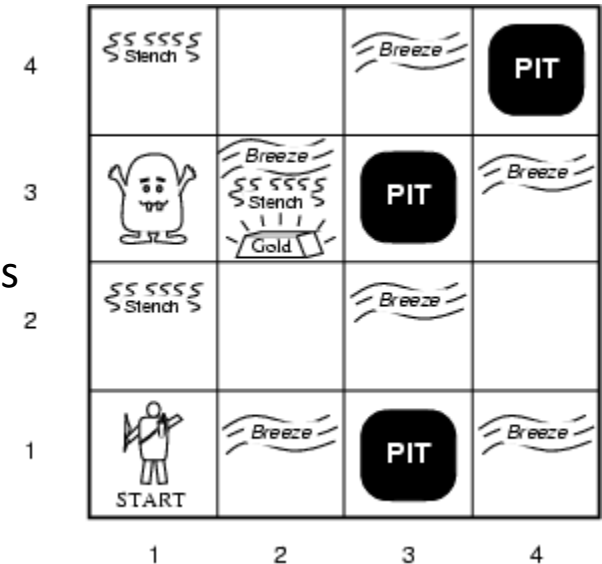


Apprentissage dans un agent

- Les 4 types d'agents précédents varient dans la façon d'une prendre leur décision
- À partir de quelles connaissances prendre ces décisions ?
 - ◆ solution : **apprendre ces connaissances**
- On va voir plusieurs façon de faire l'apprentissage, et ce pour différents types d'agent

Exemple : le monde des wumpus (Section 7.2)

- Mesure de performance
 - ◆ or +1000, mort -1000
 - ◆ -1 par pas, -10 pour une flèche
- Environnement
 - ◆ puanteur dans les chambres adjacentes au wumpus
 - ◆ brise dans les chambres adjacentes à une fosse
 - ◆ scintillement si l'or est dans la chambre
 - ◆ le wumpus meurt si on lui tire une flèche de face
 - ◆ on a une seule flèche
 - ◆ on peut ramasser l'or dans la même chambre
 - ◆ on sort de la grotte en grimpant à la case [1,1]
- Capteurs: *Stench* (puanteur), *Breeze* (brise), *Glitter* (scintillement), Bump (choc), *Scream* (cri).
- Actionneurs : *Left turn*, *Right turn*, *Forward*, *Grab*, *Climb*, *Shoot*



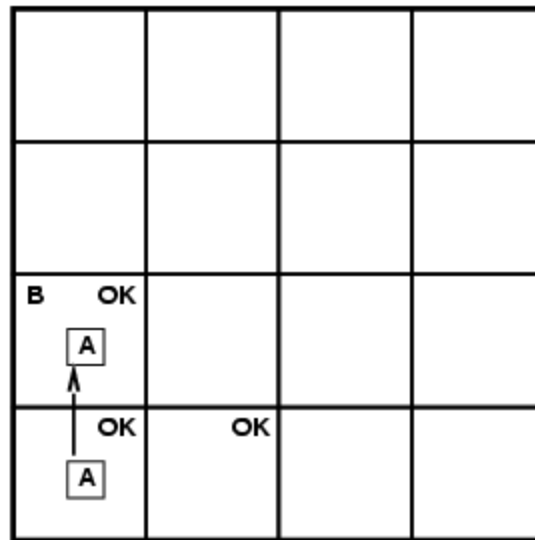
Caractéristiques du monde des wumpus

- Complètement observable? Non – seulement perception locale.
- Déterministe? Oui – l'effet de chaque action est prévisible.
- Épisodique? Non – séquentiel au niveau des actions.
- Statique? Oui – le wumpus et les fosses ne bougent pas.
- Discret? Oui.
- Agent unique? Oui – La seule action du wumpus est de nous « bouffer » si on atteint sa chambre.

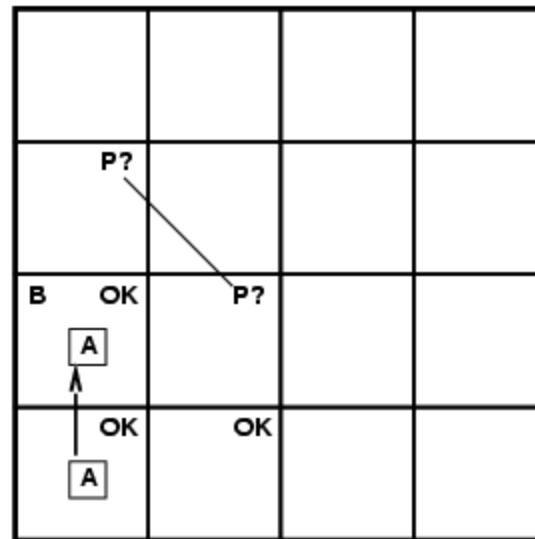
Exploration du monde des wumpus

OK			
OK A	OK		

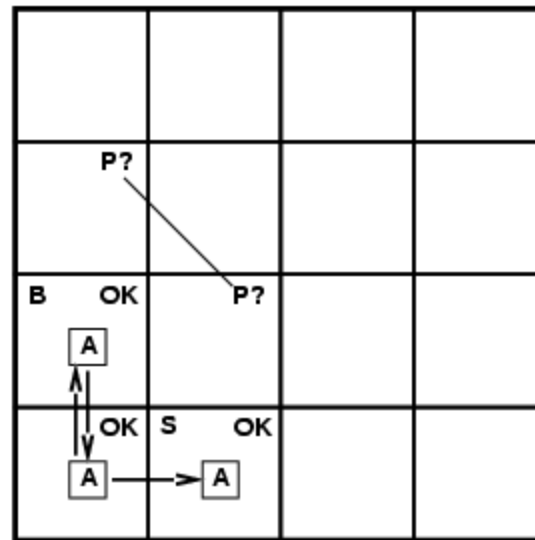
Exploration du monde des wumpus



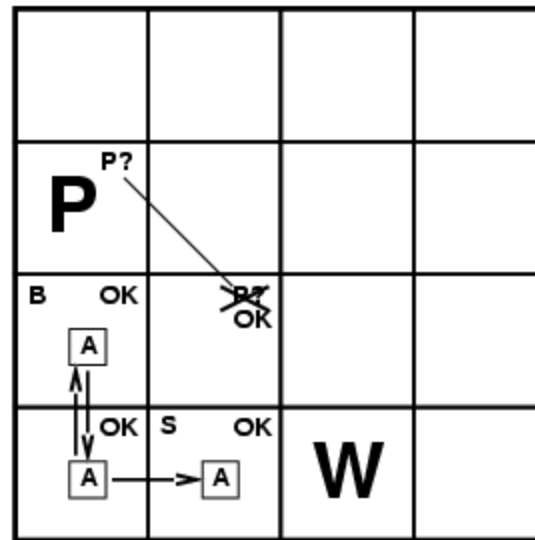
Exploration du monde des wumpus



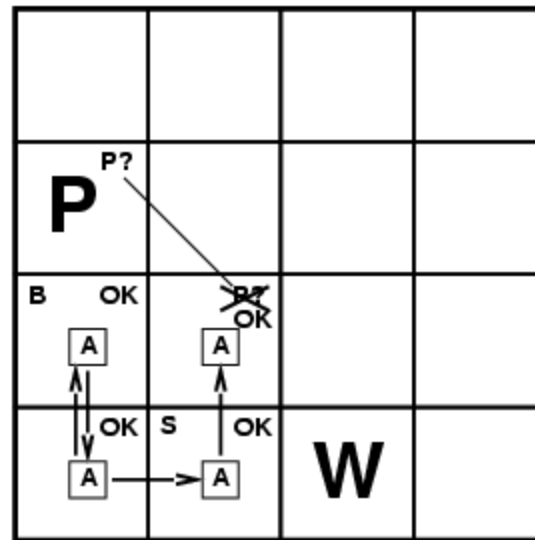
Exploration du monde des wumpus



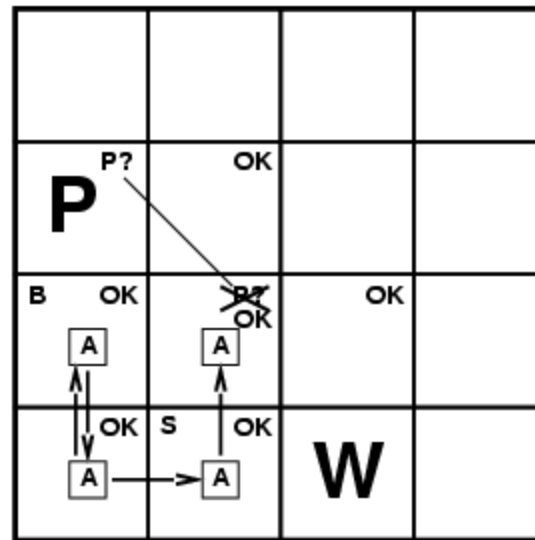
Exploration du monde des wumpus



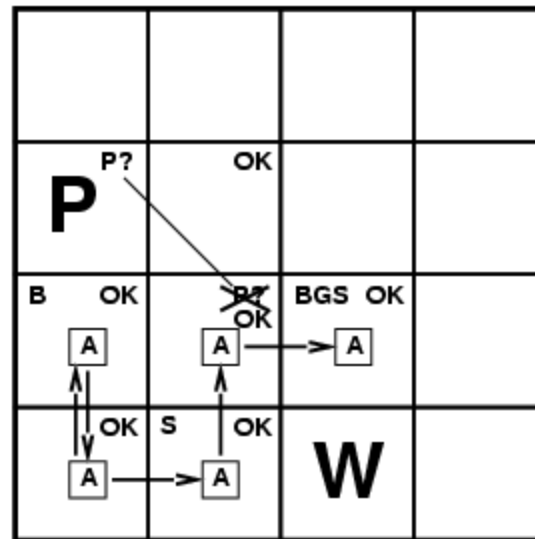
Exploration du monde des wumpus



Exploration du monde des wumpus



Exploration du monde des wumpus



Conclusion

- En résumé, l'intelligence artificielle s'intéresse à tout sujet qui permettrait de reproduire toute capacité de l'intelligence humaine
- Un agent est quelque chose qui perçoit et agit sur son environnement
- Idéalement, on aimerait des agents qui soient rationnels
 - ◆ par rationnel, on veut dire qui maximise sa performance espérée (moyenne)
- L'espace des agents possible est très large
 - ◆ dépend de la tâche à résoudre
 - ◆ chaque algorithme qu'on va voir est associé à une sorte d'agent spécifique
- Il existe plusieurs types d'environnement
 - ◆ leurs caractéristiques vont déterminer quel algorithme on devrait utiliser

Vous devriez être capable de...

- Donner une définition de l'intelligence artificielle
- Expliquer pourquoi l'approche par intelligence artificielle peut être plus appropriée
- Définir ce qu'est un agent et donnez des exemples
- Faire une analyse d'un agent selon le modèle PEAS
- Déterminer les caractéristiques d'un environnement donné