

IFT 615 – Intelligence Artificielle

Été 2022

Agents intelligents

Professeur: Froduald Kabanza

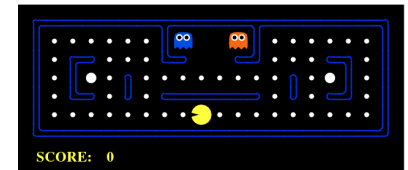
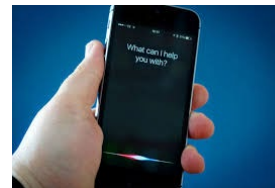
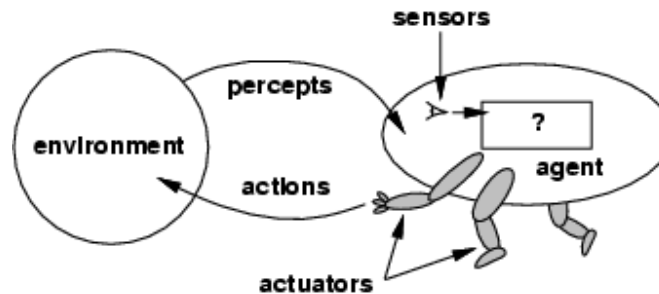
Assistants: D'Jeff Nkashama & Jean-Charles Verdier

Sujets couverts

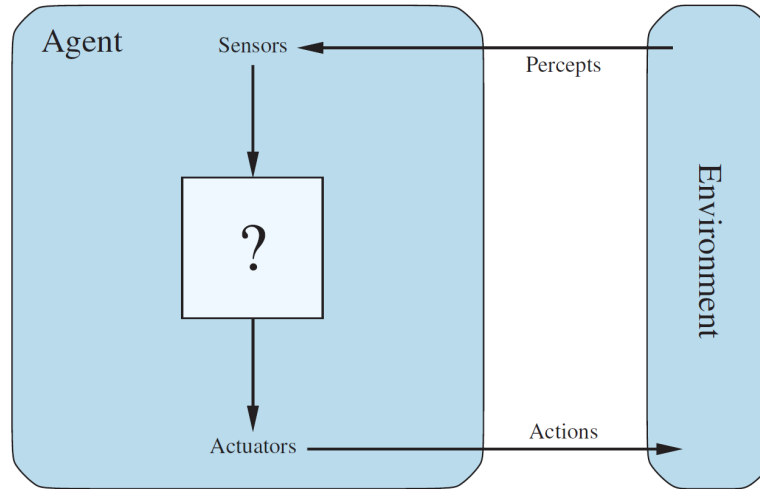
- Agents intelligents
- Rationalité
- Modèle générique PEAS de conception des agents
 - ◆ mesure de **Performance**, *modélisation de l'Environnement*, et *l'implémentation des Actionneurs ainsi que des Senseurs*
- Types d'environnements
 - ◆ Déterministe, stochastique, etc.
- Types d'agents
 - ◆ Reflex, orienté-but, orienté-utilité, etc.

C'est quoi 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*)



Fonction mathématique « agent »

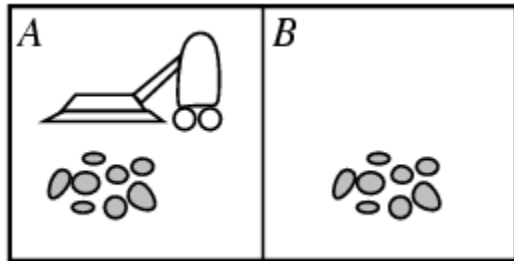


- La **fonction agent** f prend en entrée une séquence d'**observations** (percepts) et retourne une **action** :

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

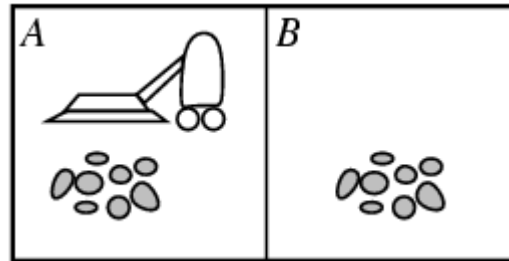
- En pratique la fonction est implémentée par un programme sur une architecture matérielle particulière

Exemple : Aspirateur robotisé



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

Exemple : Aspirateur robotisé



• f :

$[A, Clean] \rightarrow Right$

$[A, Dirty] \rightarrow Suck$

...

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

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

...

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
```

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 un 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 escomptée
 - ◆ la perfection maximise la performance réelle
 - ◆ 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 aux changements dans l'environnement (capable d'apprendre, de planifier, de raisonner)

Modèle PEAS

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

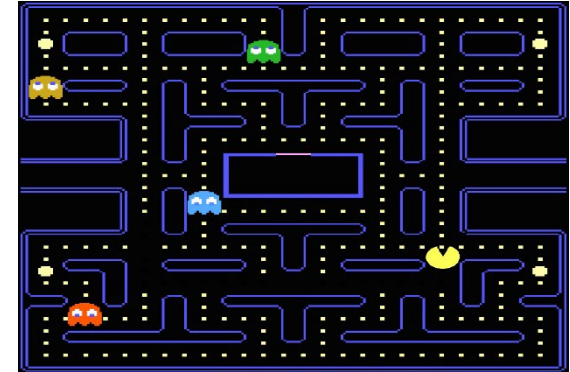
Exemple : Modèle PEAS pour voiture autonome



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

Exemple : Modèle PEAS pour Pacman

- **Agent** : Pacman
- **Mesure de performance** : score
- **Environnement** : le labyrinthe, les biscuits, les fantômes
- **Actionneurs** : se déplacer, manger, crier
- **Senseurs** : senseur de fantômes, senseur de biscuits, senseur pour la position,



Caractéristiques d'environnement

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

Caractéristiques d'environnement

- **Complètement observable** (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 de stratégie en temps réel, comme StarCraft, est dynamique
 - ◆ Les unités ont une certaine autonomie; elles peuvent évoluer même si aucun joueur ne fait une action.

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 volant est un nombre réel

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

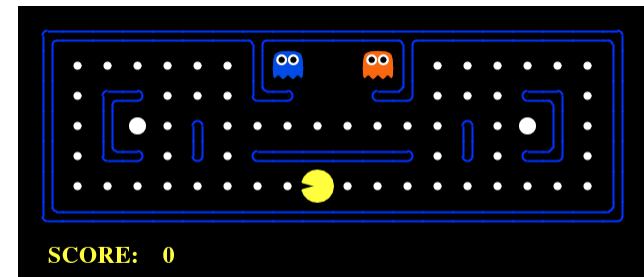
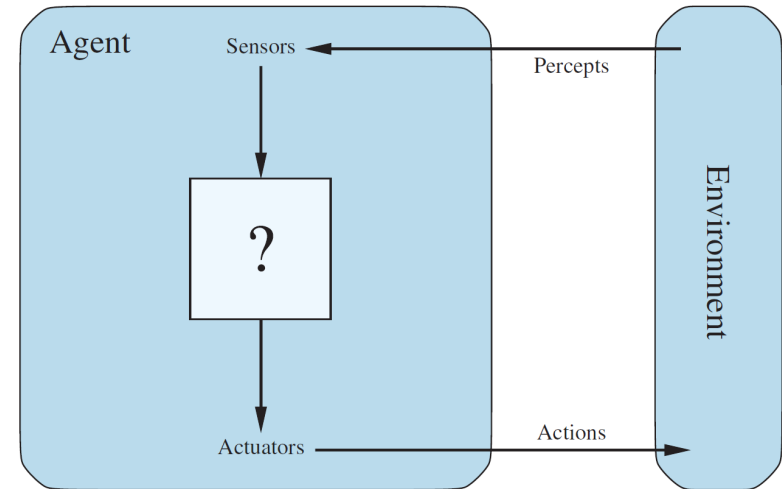
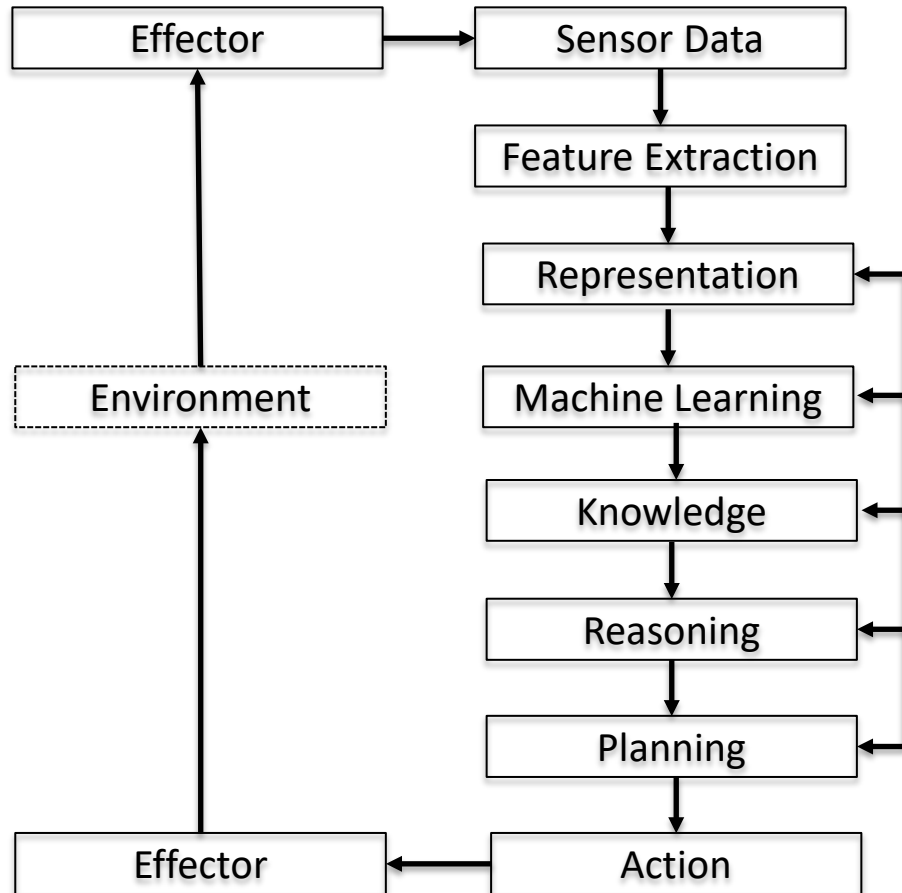
Caractéristiques d'environnement

- Parfois, plus d'une caractéristique est appropriée
- 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**

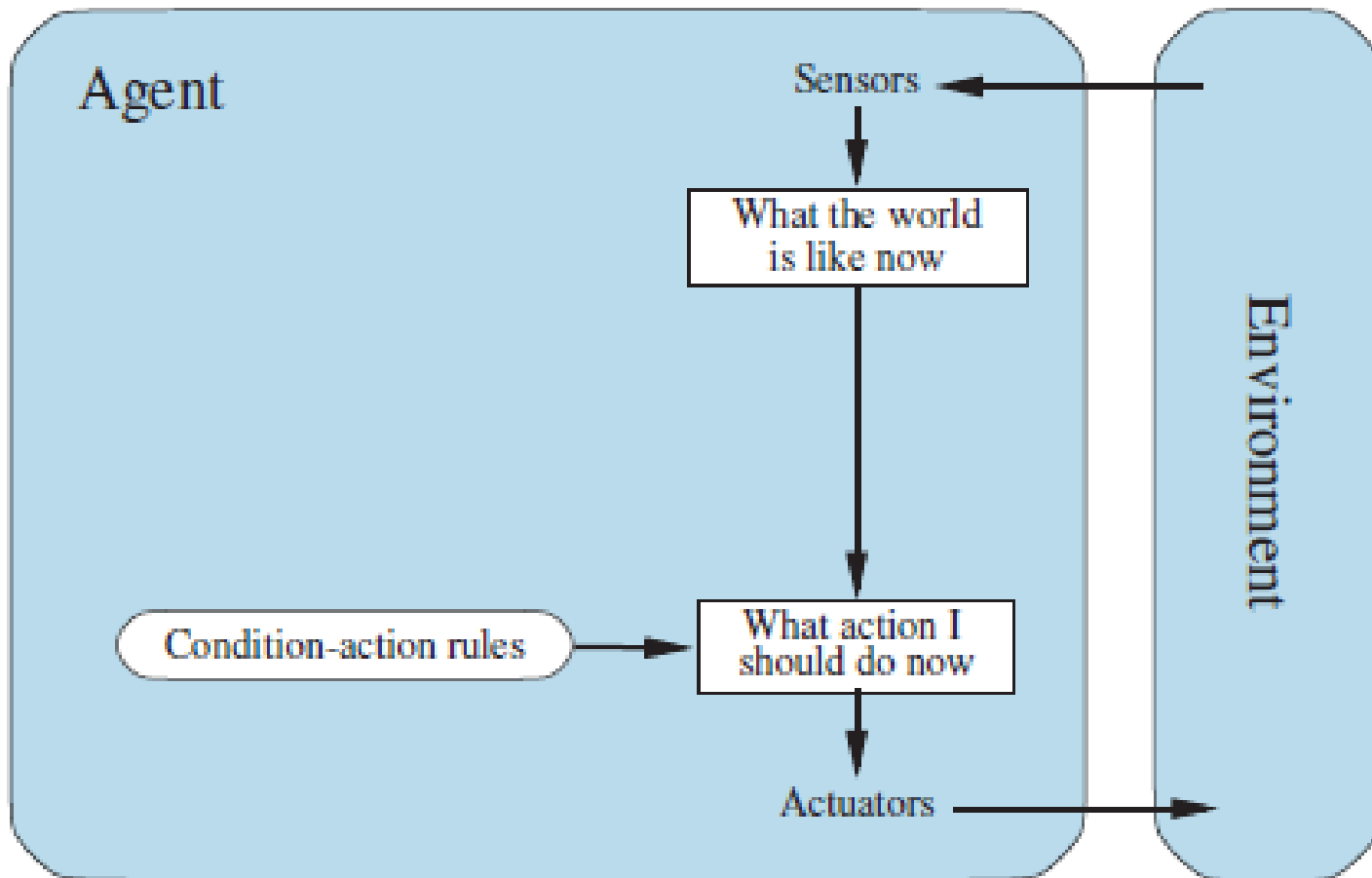
Architectures des agents

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

Rappel - Problèmes à résoudre



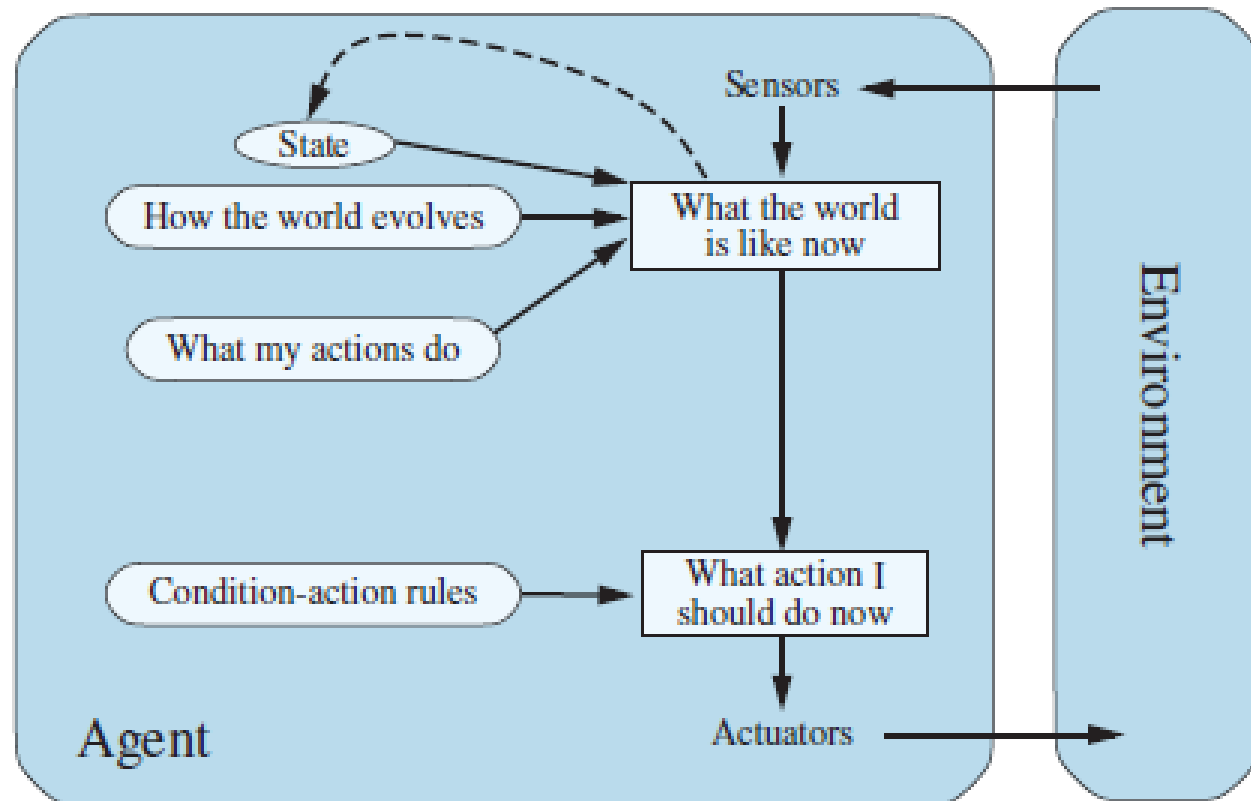
Simple reflex agents



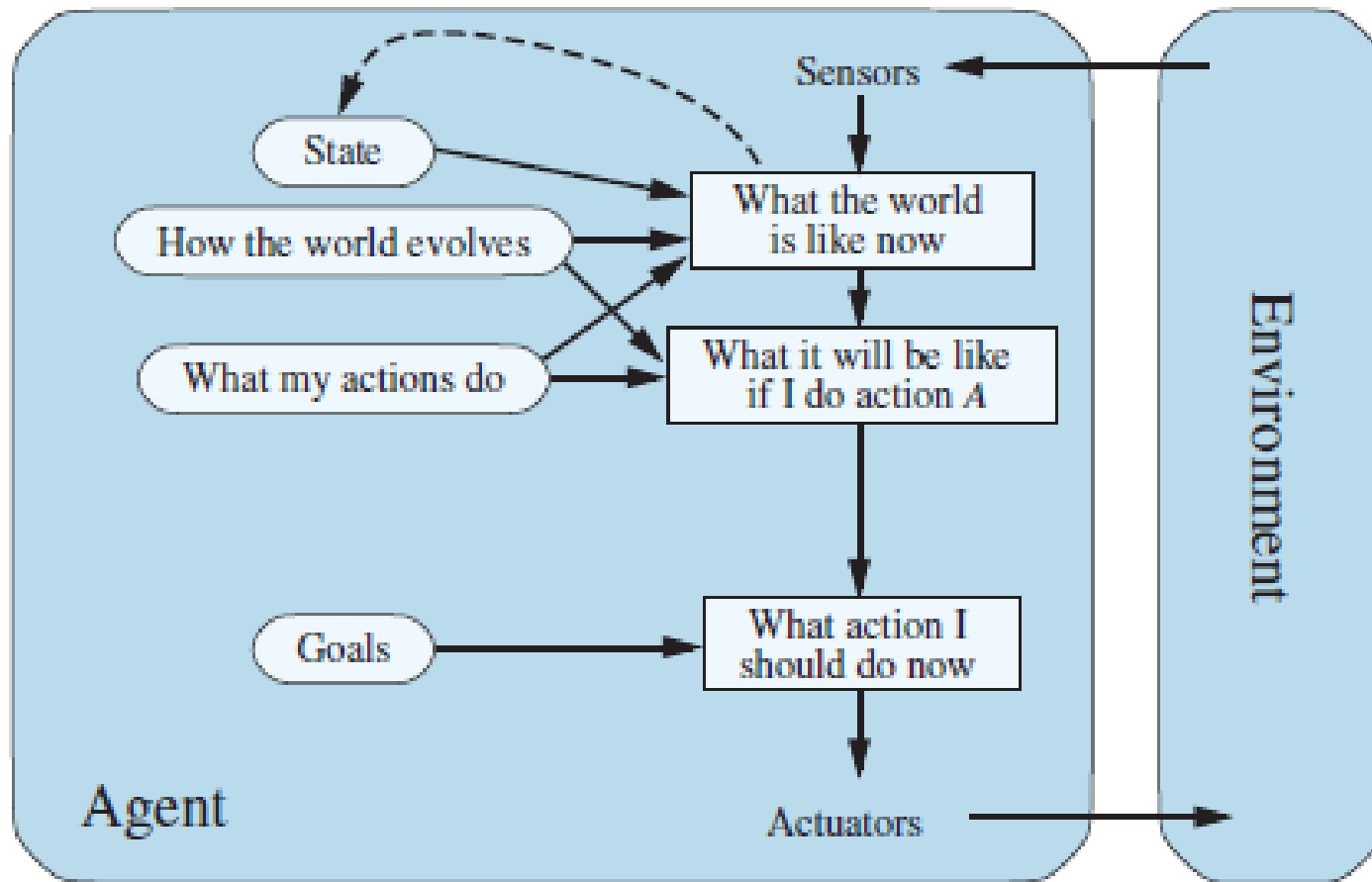
Simple reflex agents

```
function SIMPLE-REFLEX-AGENT(percept) returns an action  
  persistent: rules, a set of condition–action rules  
  
  state  $\leftarrow$  INTERPRET-INPUT(percept)  
  rule  $\leftarrow$  RULE-MATCH(state, rules)  
  action  $\leftarrow$  rule.ACTION  
  
  return action
```

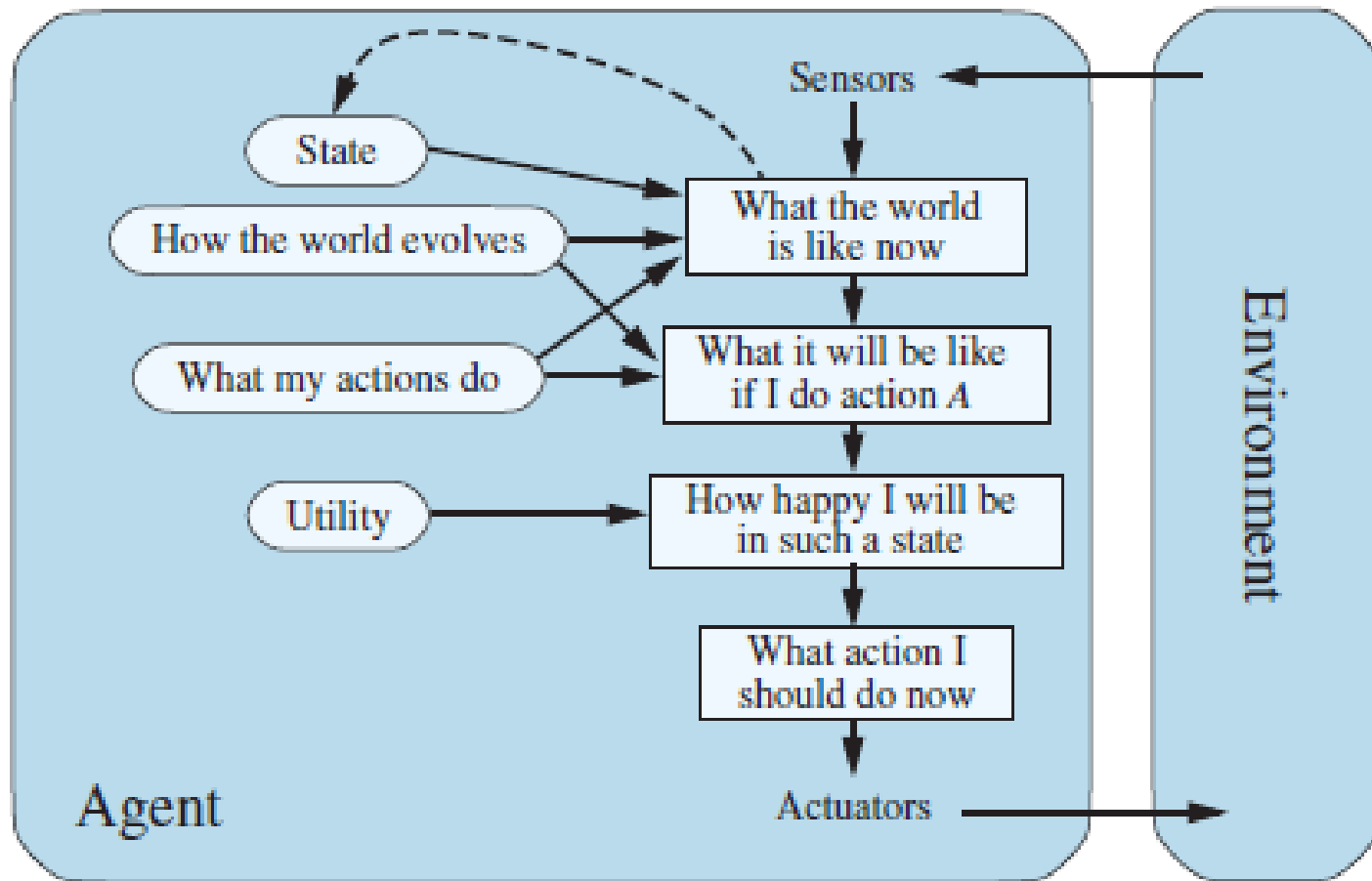

Model-based reflex agents



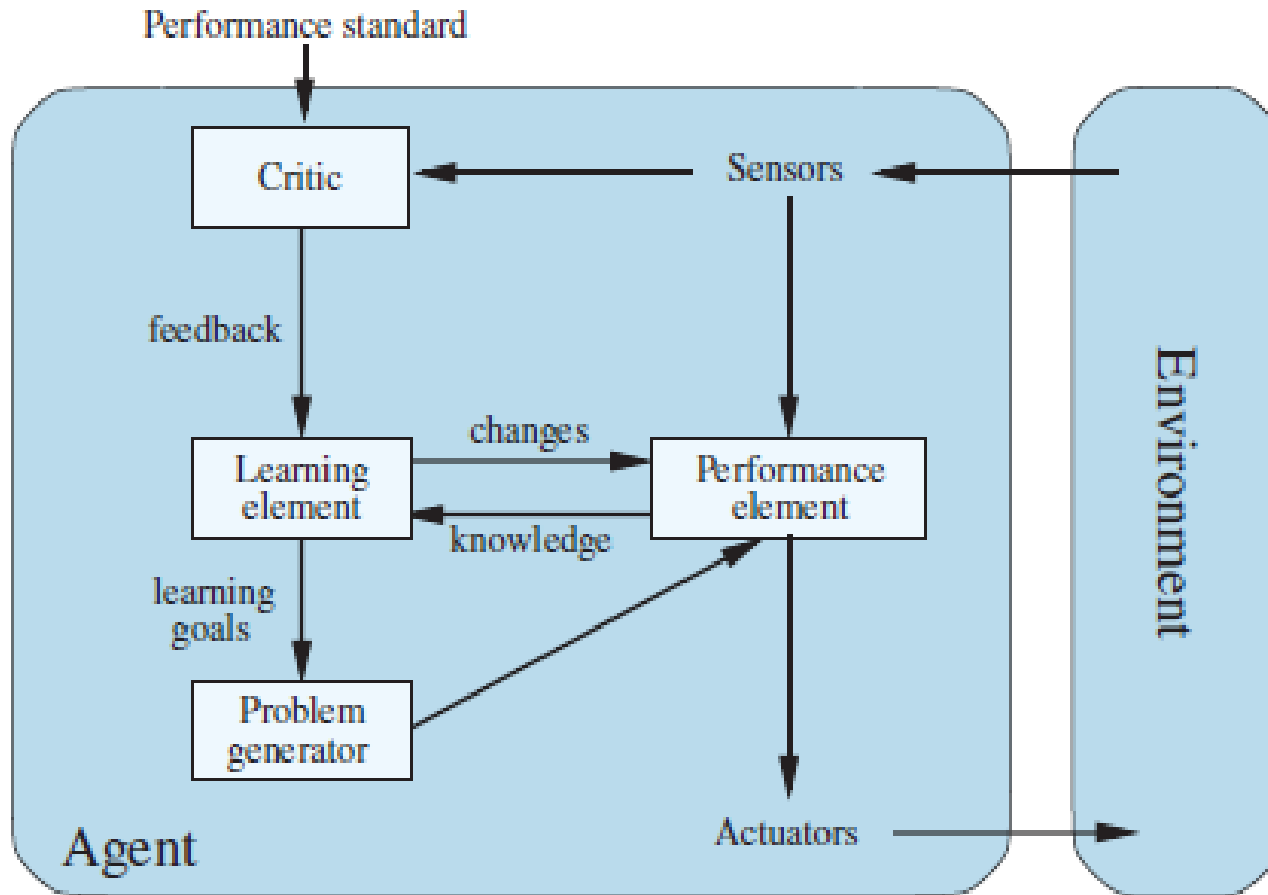
Goal-based agents



Utility-based agents

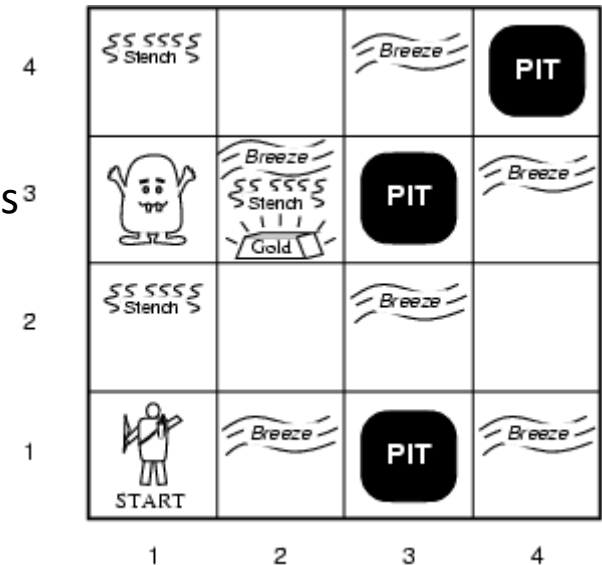


Learning agents



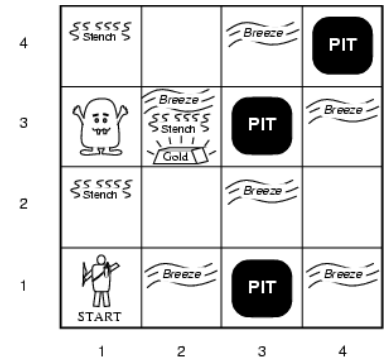
Exemple : le monde des wumpus

- Mesure de performance
 - ◆ or +1000, mort -1000
 - ◆ -1 par pas, -10 pour une flèche
- Environnement
 - ◆ puanteur dans les chambres adjacentes au wumpus³
 - ◆ 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

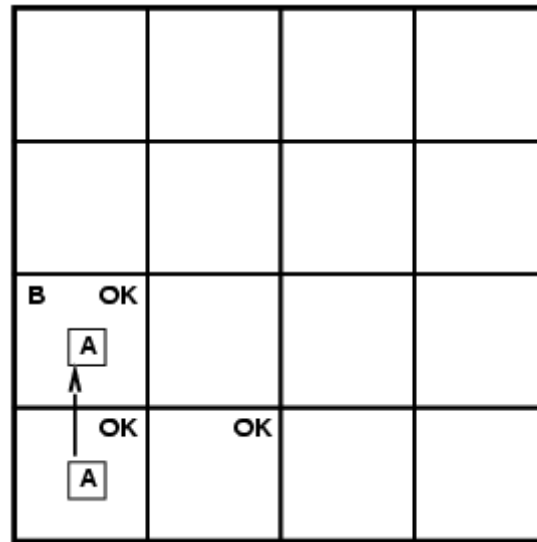
- Complètement observable? Non – seulement perception locale.
- Déterministe? Oui – l'effet de chaque action est prévisible.
- Épisodique? Non – séquentiel au niveau des actions.
- Statique? Oui – le wumpus et les fosses ne bougent pas.
- Discret? Oui.
- Agent unique? Oui – La seule action du wumpus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



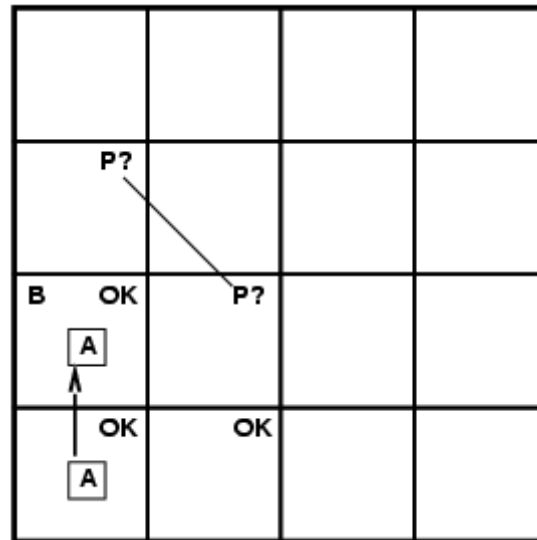
Exploration du monde des wumpus

OK			
OK A	OK		

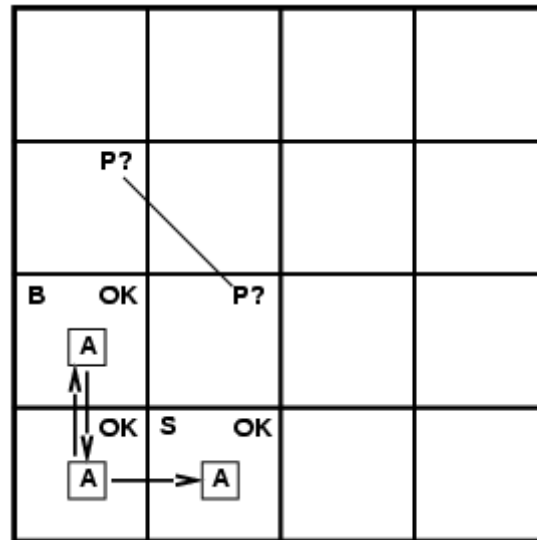
Exploration du monde des wumpus



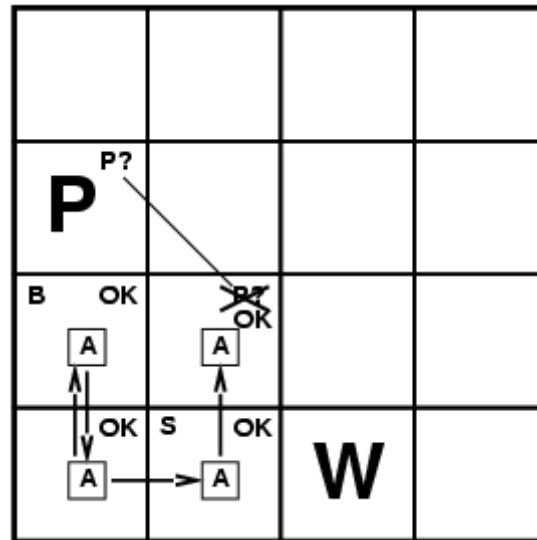
Exploration du monde des wumpus



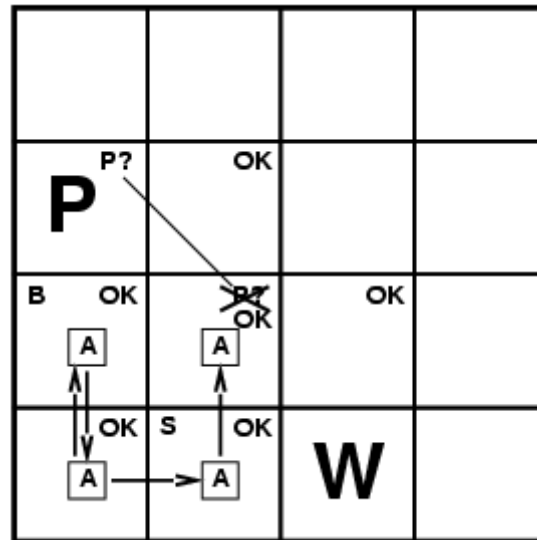
Exploration du monde des wumpus



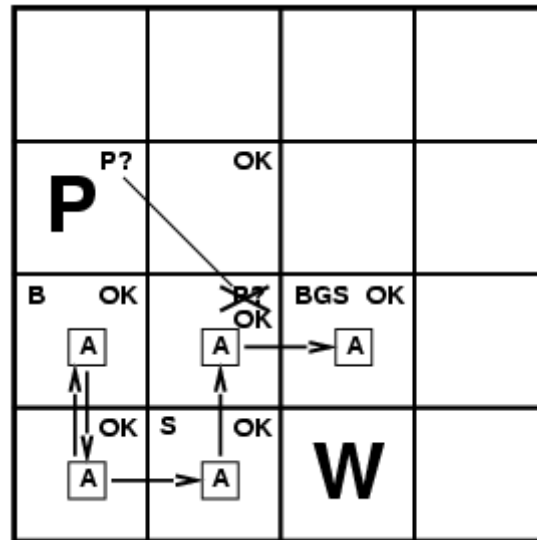
Exploration du monde des wumpus



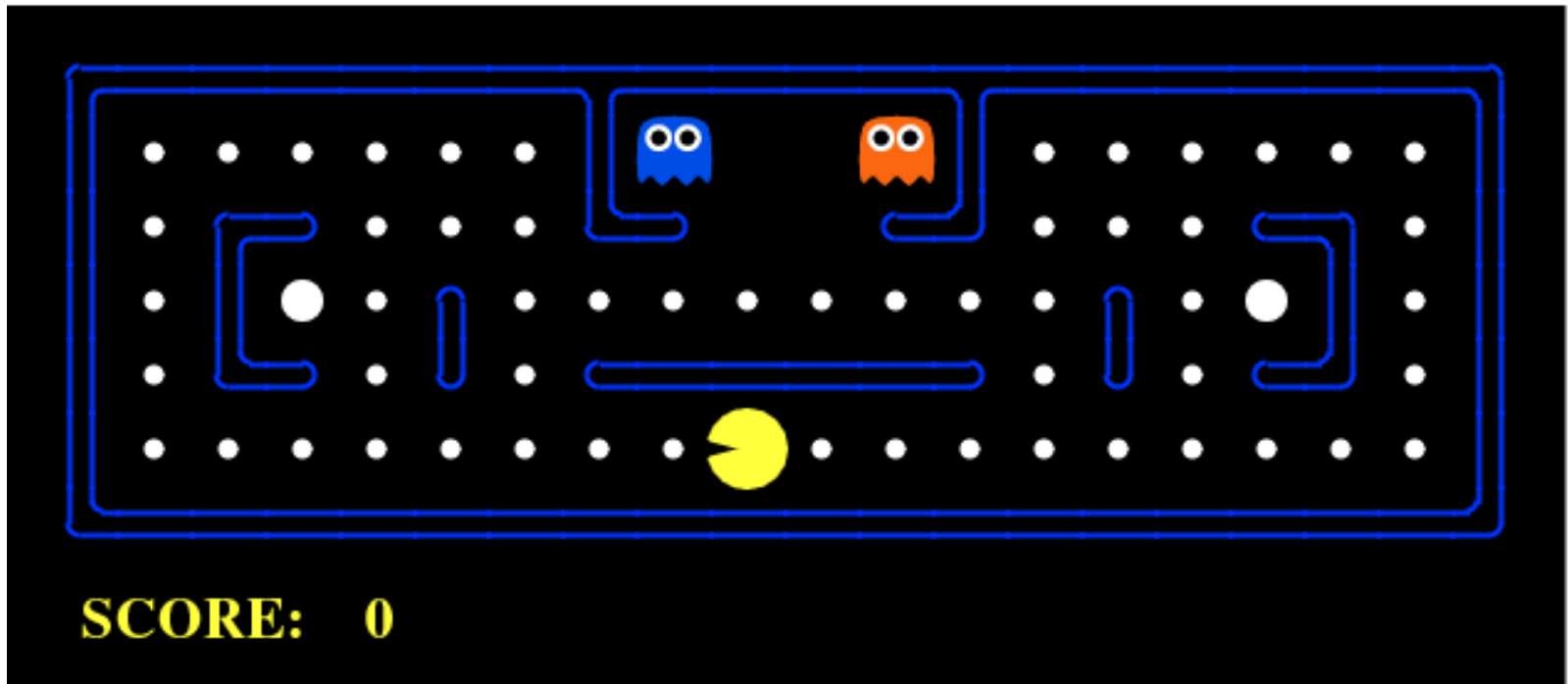
Exploration du monde des wumpus



Exploration du monde des wumpus



Exercice – Quel type d’environnement pour Pacman?



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 concevoir un agent rationnel
 - ◆ par rationnel, on veut dire qui maximise sa performance espérée (moyenne)
- L'espace des agents possibles est très large
 - ◆ dépend de la tâche à résoudre
 - ◆ chaque algorithme qu'on va voir est associé à un type 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

Prochaine leçon

- Formes d'apprentissage
- Algorithmes des K plus proches voisins