

# INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

## Partie 1: INTRODUCTION ET MOTIVATIONS

Tarik AL ANI, Département Informatique  
ESIEE-Paris  
E-mail : [t.alani@esiee.fr](mailto:t.alani@esiee.fr)  
Url: <http://www.esiee.fr/~alanit>

2 solutions pour résoudre un problème:

1. *Approches sans apprentissage* :

Très bonne connaissance du problème :  
*programmation classique*

Connaissances incomplète : *ingénierie* (essais  
et erreurs guidés par l'expérience et par le  
« feedback » des essais.

## 2. Approches avec apprentissage :

Automatiser la recherche d'une solution.

Prix à payer:

Données (exemples ) à acquérir.

Ressources informatiques  
(temps+mémoire).

**Apprentissage** : Caractéristique essentielle de l'intelligence humaine.

**Informations utilisées** : Inné+Acquis

- **Apprendre** : Changer pour le mieux (selon certain critère) et intégrer de nouvelles informations en vue de s'en servir dans le future (probablement dans des situations nouvelles).

## Cas typiques d'apprentissage

1. Le système reçoit des exemples (données d'apprentissage) pour construire un modèle.
2. Il reçoit un nouveau cas et il doit prendre une décision, par exemple:
  - classifier le nouvel exemple (*classification*),
  - effectuer une prédiction à partir du nouvel exemple (*régression*),
  - décider si le nouvel exemple ressemble aux exemples déjà vus (*généralisation*).

Pour pouvoir généraliser à des nouvelles situations, il n'est pas suffisant (et peut-être nuisible) d'*apprendre par cœur*.

*Apprendre par cœur* (e.g. mémoire d'ordinateur) : facile mais difficile d'apprendre pour généraliser à de nouveaux cas.

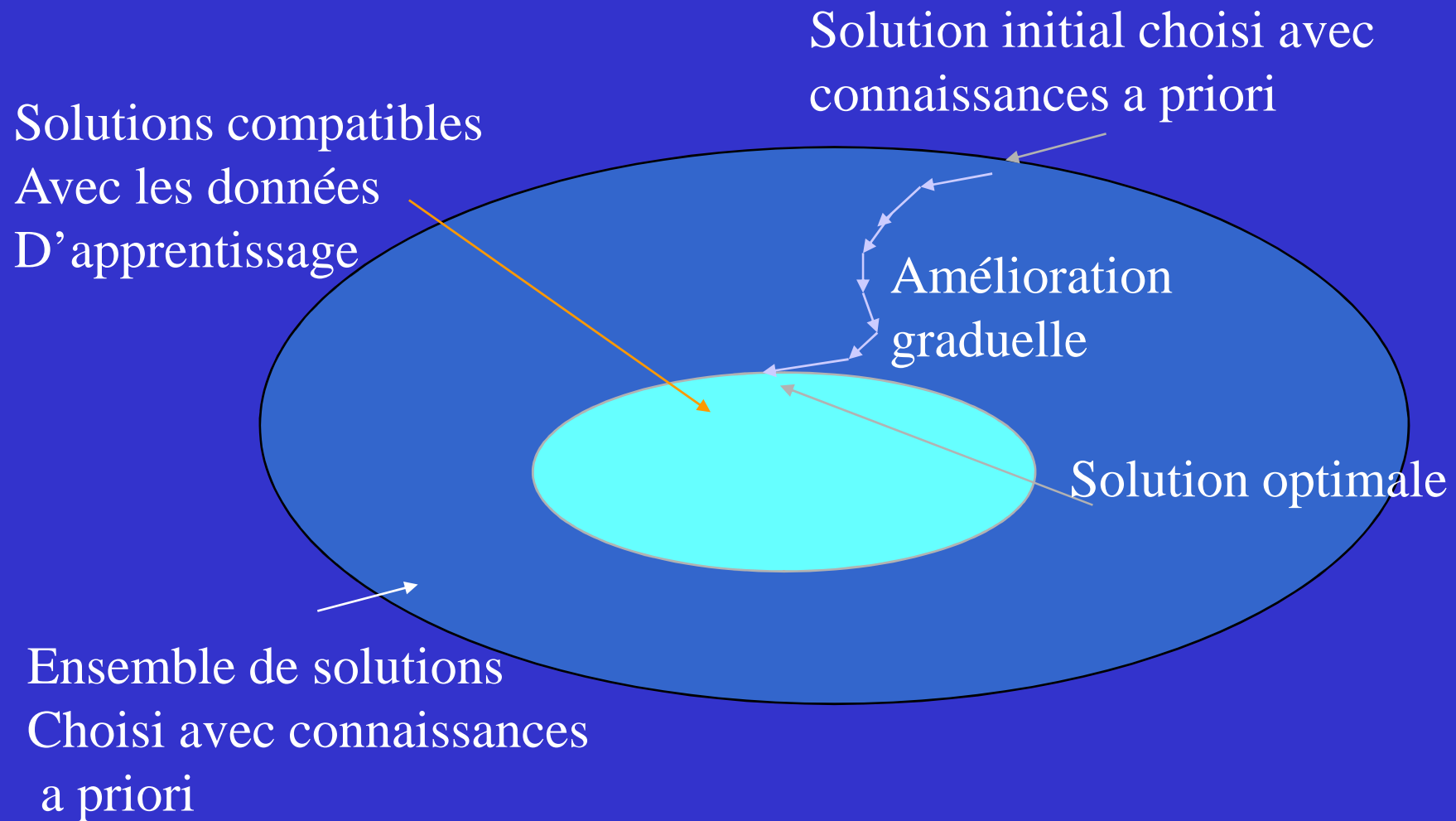
## *Apprentissage incrémental :*

Commencer avec une *solution initiale* inspirée par des connaissances a priori, dans un *ensemble de solutions* choisi aussi par des connaissances a priori.

Modifier graduellement la solution afin d'optimiser un certain *critère d'apprentissage*.

Arrêter quand aucune amélioration significative n'est obtenue ou que les ressources informatiques sont toutes épuisées.

**Apprendre:** Chercher dans un ensemble de fonctions.



*Généralisation* est difficile :

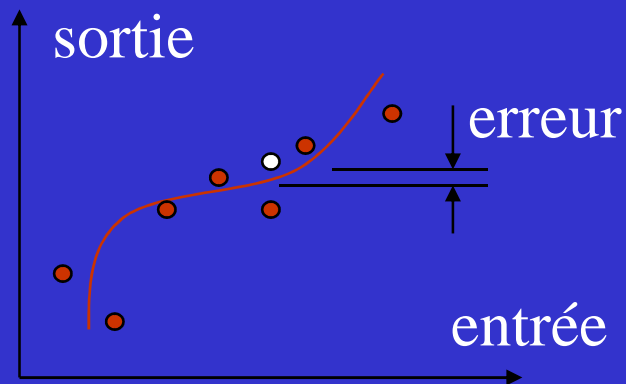
Etant donné un nombre fini d'exemples, plusieurs solutions sont normalement possibles !

**Question :** Comment peut-on choisir une solution parmi un ensemble de solutions compatibles avec les exemples d'apprentissage?

**Réponse :** Choisir la plus simple !

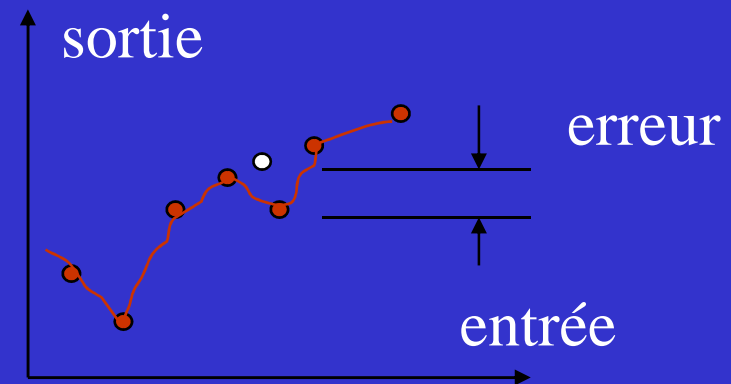
Mais que veut dire simple ?

Exemple: apprentissage d'une fonction  $\mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ .



Solution lisse.

- exemples d'apprentissage
- nouveau cas



Solution moins lisse.

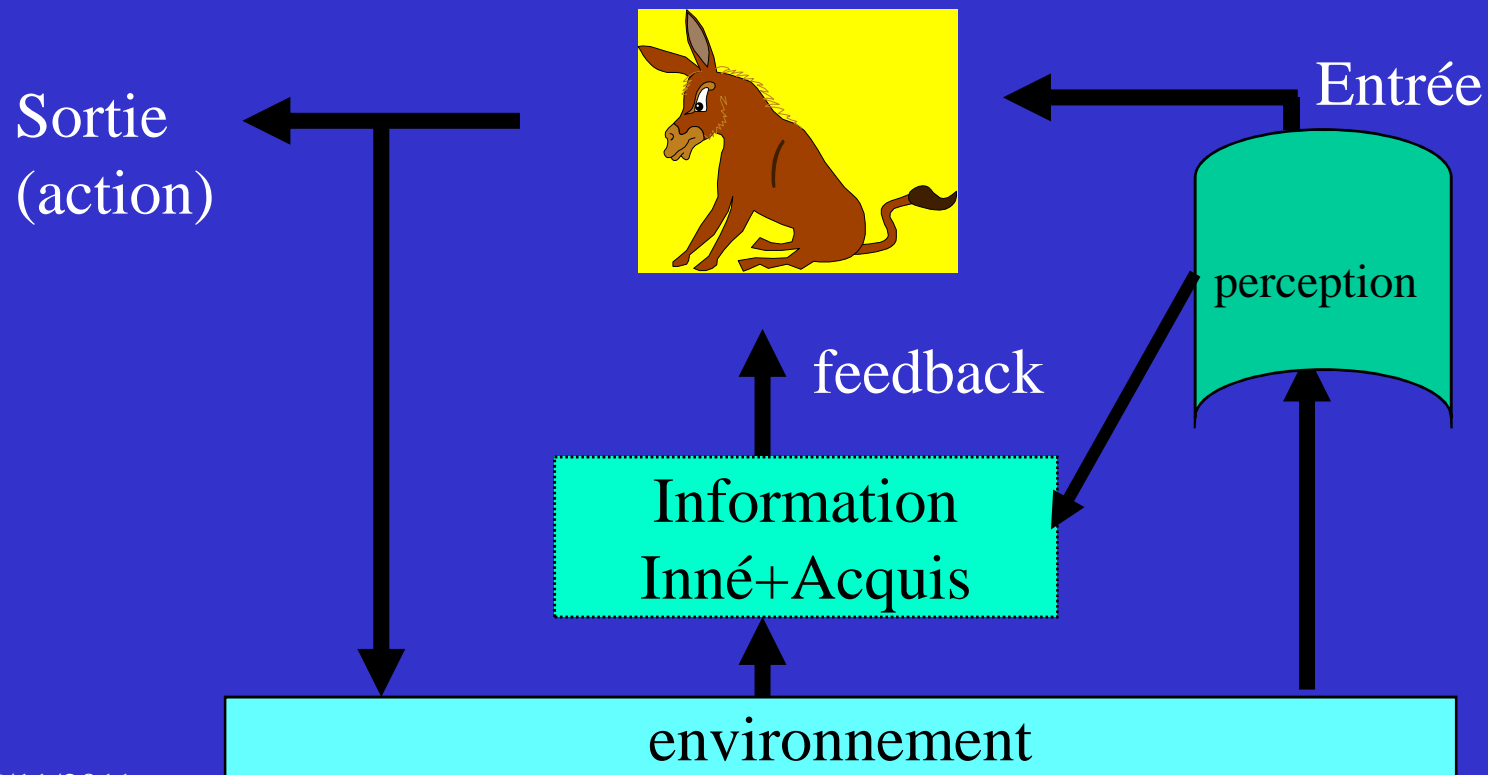
En général, deux solutions:

- Préférer les solutions les plus simples
- Utiliser des connaissances a priori associées aux exemples pour établir une échelle de préférence entre les solutions.

# Techniques d'apprentissage

## Apprentissage des animaux

### Apprentissage chez un animal ou un robot



2 types d'*actions* 2 types d '*apprentissage* :

*action désirée* ⇒ apprentissage avec un professeur (*apprentissage supervisé*)

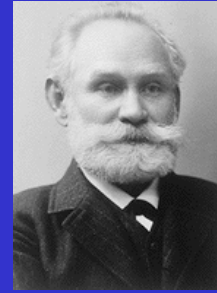
*bon/mauvais* ⇒ apprentissage avec correcteur (*apprentissage par renforcement*)

Les **techniques principales** concernant l'apprentissage des animaux :

Effectuer des expériences : garder les animaux dans des environnements artificiels, contrôlés par un expérimentateur.

Deux procédures principales expérimentales:

- » *Conditionnement classique (Pavlovian),*
- » *Conditionnement expérimental.*



*Conditionnement classique* (en Intelligence Artificielle: *Apprentissage Supervisé*).

**processus de l'apprentissage par réflexe** : à plusieurs reprises l'appareillement d'un *Stimulus Neutre* (ou *Conditionné*) par exemple un son ou une lumière avec un *Stimulus Inconditionné* par exemple boulette de nourriture, choc électrique....



Un des nombreux chiens que Pavlov utilisé dans ses expériences, musée Pavlov Riazan, Russie. Notez le récipient et le tube de crochet de salive chirurgicalement implantés dans le museau du chien.

## INTRODUCTION ET MOTIVATION

- **Stimulus Inconditionné** (boulette de nourriture, choc électrique...). (**SI**)
- **Réponse Inconditionnée** (**RI**)
- **Stimulus Neutre ou Conditionné** (e.g. un son ou une lumière) (**SC**)
- **Réponse Conditionnée** (**RC**)

Nourriture (**SI**) => Salivation (**RI**) réponse Naturel.

Nourriture (**SI**) + cloche (**SC**) => Salivation (**RI**) après répétition d'appareiller plusieurs fois.

Cloche (**SC**) => Salivation (**RC**) : L'apprentissage se produit.  
Notez comment la réponse ne change jamais.

Pavlov a également répété cette expérience avec d'autres stimulus tels qu'un métronome et une vanille et a réalisé les mêmes résultats. Il est important de noter que quand Pavlov a présenté un stimulus neutre après le stimulus inconditionné, aucune conditionnement n'a eu lieu.

*Conditionnement Instrumental* (en Intelligence Artificielle: *Apprentissage par Renforcement*):

L'animal est accompagné d'un "*renforceur*" (renforcer) qui le *récompense* (un "renforcer" positif) ou le *pénalise* (un "renforceur" négatif) en fonction de sa réponse .

- Un "*renforceur*" *positif* est quelque chose (ou quelqu'un) qui permet d'augmenter la probabilité d'une réponse précédente.
- Exemple: un morceau de nourriture pour un animal affamé,
- Un "*renforceur*" *néгатif* est quelque chose (ou quelqu'un) qui permet de diminuer la probabilité d'une réponse précédente.
- Exemple: un choc électrique.

## Apprentissage et Intelligence Artificielle

Construire des machines à base d'apprentissage

- Améliorer la performance en exploitant l'expérience acquise par le système dans le passé;
- Un système d'apprentissage, en pratique, devrait être capable, à la fois, d'acquérir la connaissance et de l'utiliser avec succès.

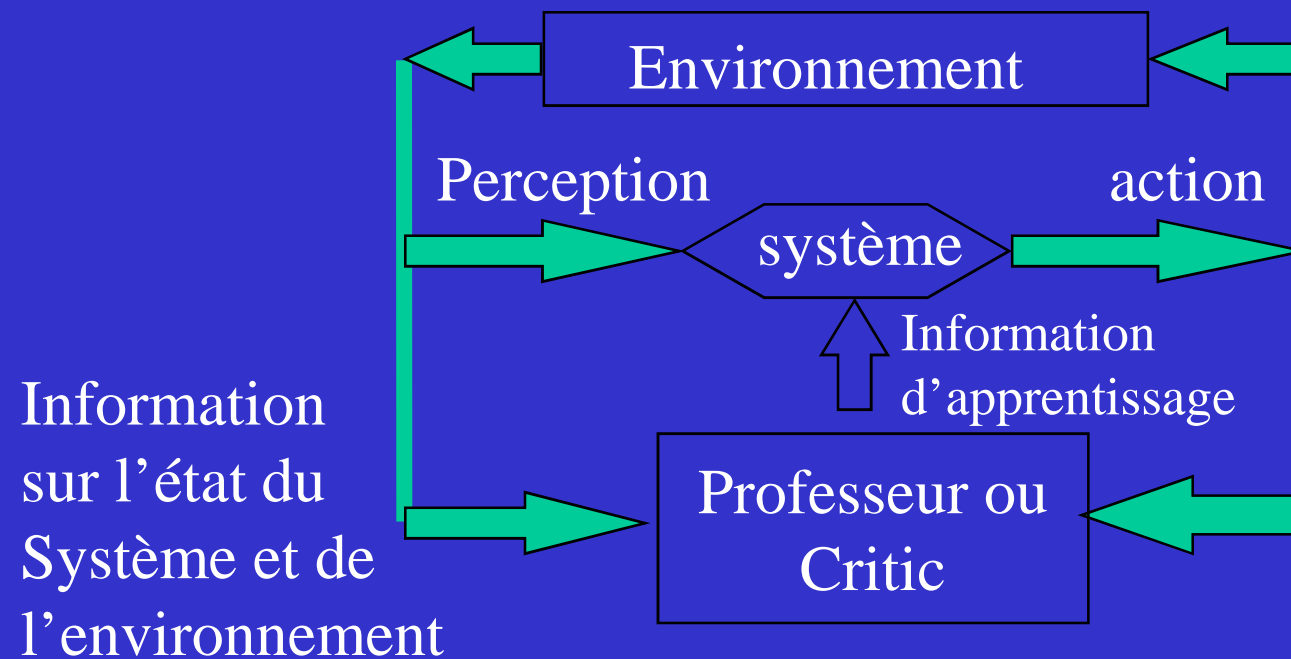
## Pourquoi Systèmes à base d'apprentissage?

- Tâches complexes, interaction avec des environnements réels complexes ou incertains:
  - difficulté à modéliser ces environnements
  - non existence des théories complètes pour les décrire.
- *Autonomie* et *Adaptabilité*

Un *ystème (agent)* à base d'apprentissage génère une nouvelle connaissance en appliquant ses transmutations de connaissance

- à la *connaissance a priori* qu'il reçoit,
- Aux *observations* obtenues par l'interaction avec son environnement ,
- aux *informations reçues* par l'algorithme d'apprentissage.

## Systeme générique d'apprentissage



*L'information d'apprentissage*, en général, dépend à la fois de:

- *L'environnement,*
- *L'état,*
- *L'action du système.*

Les *transitions d'état* dépendent de la structure interne de:

- l'*environnement*,
- les *actions* exécutées par le système.

Le système doit apprendre une *relation d'association* (mapping) de l'état à l'action.

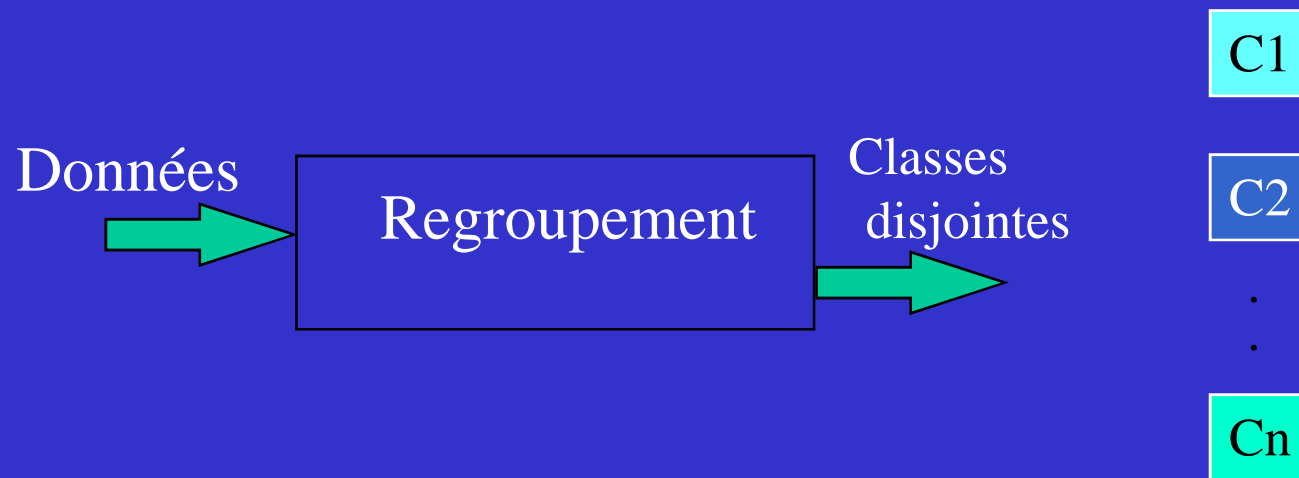
Cette transformation est spécifiée directement ou indirectement par l'information disponible de l'apprentissage.

## *Apprentissage Non Supervisé:*

Objectif: Acquérir les informations en provenance de l'environnement pour les transformer à une certaine forme mieux adapté à la tâche de système.

## *Apprentissage Non Supervisé* (suite):

Exemple: Tâche de Regroupement (Clustering)



***Apprentissage Supervisé*** (Apprentissage avec professeur):

Le comportement désiré du système est défini en terme d'*exemples d'apprentissage* (Training patterns) : couples entrées-sorties. L'information d'apprentissage est assistée.

## *Apprentissage Supervisé* (suite):

En pratique, L'information d'apprentissage fournie par le Professeur au système peut avoir plusieurs formes :

- un *vecteur d'erreur* (la sortie réelle-la sortie désirée),
- la *sortie désirée*,
- *information du gradient* (la direction dans l'espace de la sortie dans laquelle la sortie du système devrait changer).

## *Apprentissage par Renforcement*

Il s'agit d'une évaluation (non assistée) qui fournit une mesure relative de performance.

Le système doit identifier les actions à exécuter pour que cette mesure soit maximisée.