

*Cours :*

*Cognition individuelle  
et collective  
partie #1*

**Jacques Ferber**  
(cours réalisé en collaboration avec Violaine Prince)

**LIRMM - Université Montpellier II  
161 rue Ada  
34292 Montpellier Cedex 5**

**Email: [ferber@lirmm.fr](mailto:ferber@lirmm.fr)  
Home page: [www.lirmm.fr/~ferber](http://www.lirmm.fr/~ferber)**

**Version 1.0 Oct. 2007**



## *Objectif du cours*

---

- ◆ **Comprendre le monde qui nous entoure et la manière dont nous agissons nous mêmes.**
- ◆ **Comprendre et analyser les techniques permettant de faire des systèmes artificiels “intelligents**
- ◆ **Comprendre les techniques de l’Intelligence artificielle pour mieux comprendre ce qui nous entoure.**
- ◆ **Passer de l’humain à la machine et vice-versa**



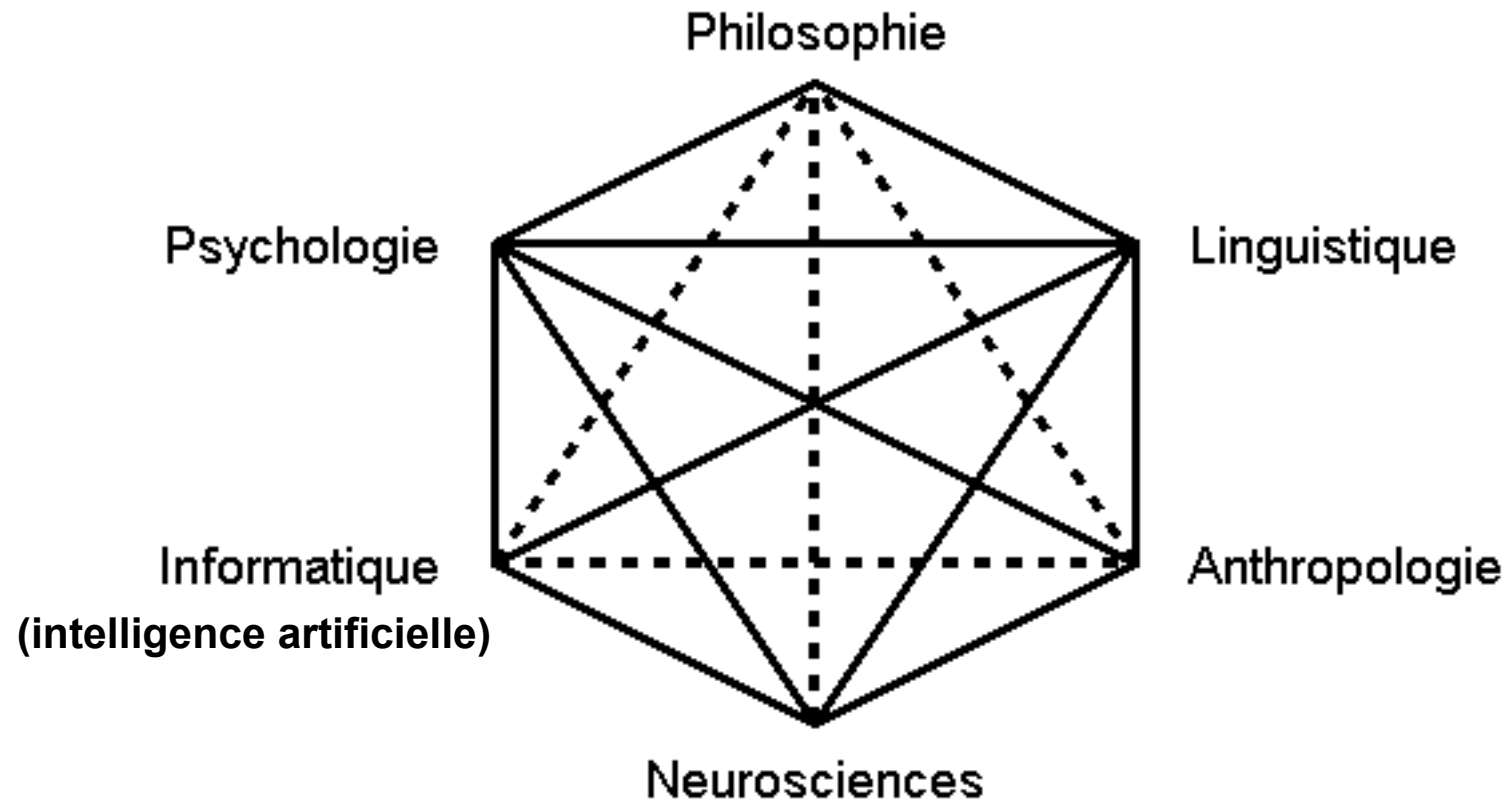
# *La cognition?*

---

- ◆ Ensemble des processus mentaux mis en œuvre chez les humains, les animaux et les systèmes artificiels pour vivre, agir et s'adapter à leur environnement
  
- ◆ Quelques processus fondamentaux
  - Perception
  - Mémorisation
  - Raisonnement
  - Apprentissage
  - Langage
  - Commande et coordination motrice
  - Emotions
  - Conscience
  - Ethique
  
- ◆ => domaine des sciences cognitives

# *Sciences cognitives: quelques repères*

- ◆ Ensemble des disciplines qui s'intéressent à la cognition





# Histoire

## ◆ Qu'est ce que la pensée, qu'est ce que la conscience?

- Philosophes grecs: Aristote, l'âme est la forme du corps..
- Idée d'âme végétative, appétitive et intellectuelle.. Repris par Thomas d'Aquin..

## ◆ Descartes

- Dualisme: esprit (mind) et corps correspondent à deux substances différentes..
  - ☞ Pb: connexion entre l'esprit et le corps.. La glande pinéale..

## ◆ Spinoza: parallélisme. Esprit et corps sont deux aspects différents de la même chose,

- mais l'esprit est l'ensemble des idées sur le corps.

## ◆ Fin du 19ème siècle, début du 20ème

- Travaux surtout dans le domaine de la santé psychique: Charcot, Freud..

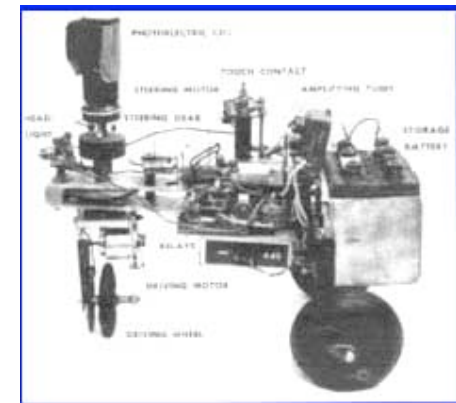
## ◆ Aux Etats Unis:

- Critique des tendances introspectives. Développement du béhaviorisme (Watson, Skinner). La psychologie = science du comportement.
- On ne s'intéresse qu'aux relations Stimuli-Réponses

# Histoire contemporaine

## ◆ La cybernétique

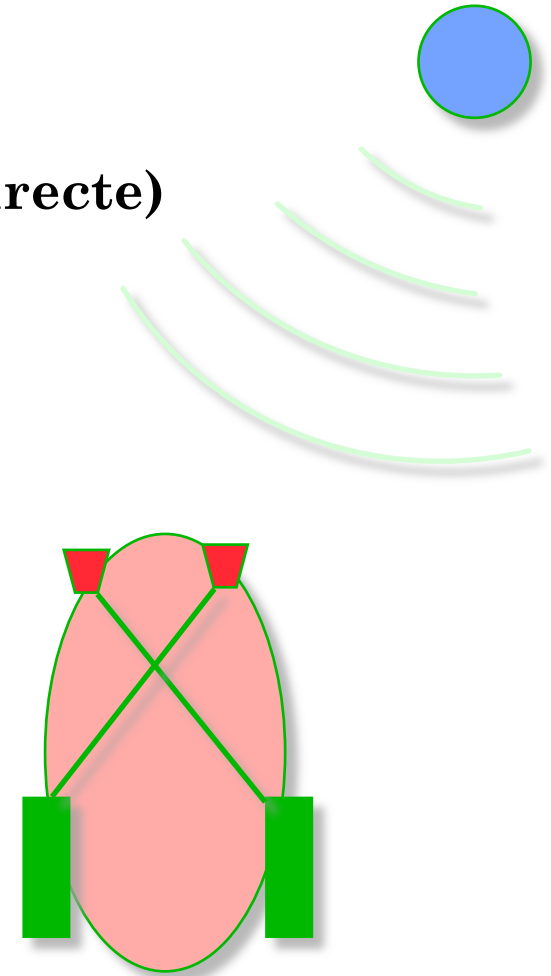
- Idée: on peut reproduire par des mécanismes matériels les processus de contrôle, de régulation et de décision qui sont à l'œuvre chez l'animal et l'humain.
- Norbert Wiener: théorie de la régulation.. A donné maintenant la "théorie du contrôle"
- Les tortues de Walter Grey (dans les années 40)
- Conférences Macy aux USA (Conf. de cybernétique)
  - ☞ Von Neumann, Wiener, Shannon (math)
  - ☞ W. Mc Culloch (inventeur du premier neurone formel), Ashby (biologistes)
  - ☞ G. Bateson, M. Mead (anthropologie)



# Comportement réactif simple

## ◆ Architectures neuronale (perception/action directe)

- Ex: aller vers une source de lumière (Braitenberg)

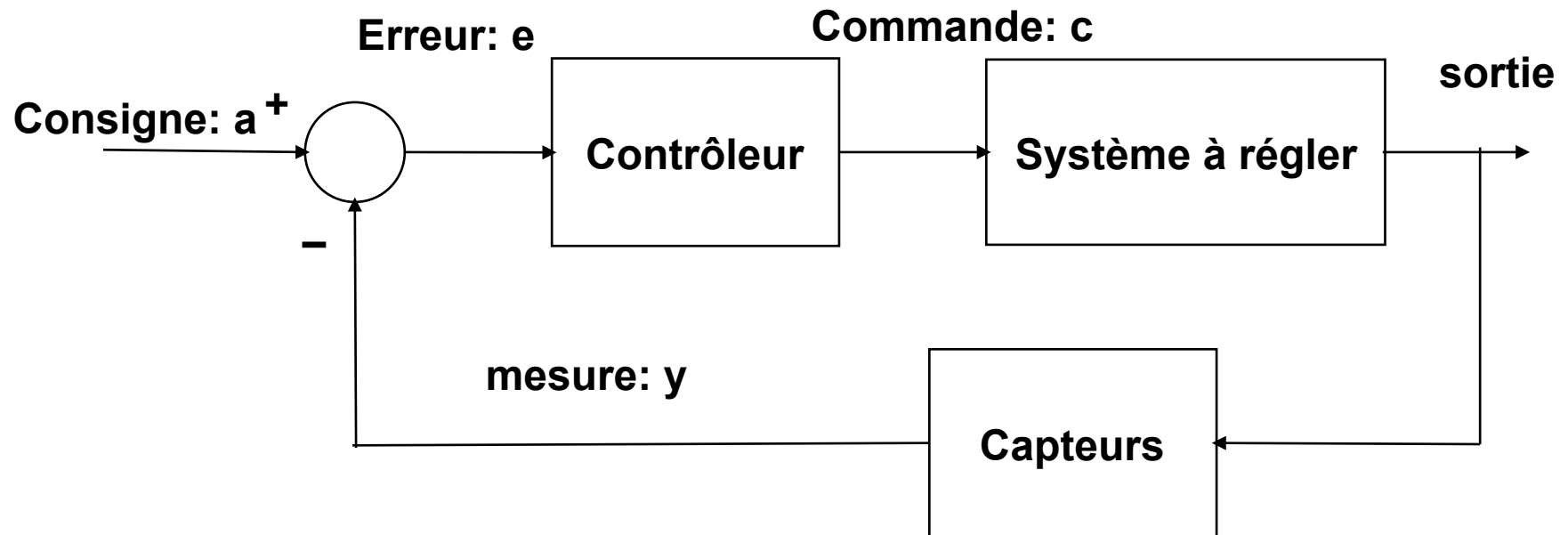


# Régulation cybernétique

## ◆ Notion de rétroaction (feedback)

- Le résultat agit sur l'entrée..
- Ex: thermostat, pilote automatique

## ◆ => été généralisé par la théorie du contrôle







# *L'intelligence Artificielle*

---

- ◆ **1956: première conf. avec des informaticiens, psychologues, neurobiologistes, linguistes.. (Dartmouth college)**
- ◆ **Revues**
  - 1970: naissance de la revue Artificial Intelligence Journal
  - 1976: naissance de la revue Cognitive Science
- ◆ **Questions:**
  - Qu'est ce que l'intelligence?
  - Est ce qu'on peut la reconnaître?
  - Est-il possible de créer une machine capable d'exhiber de l'intelligence?
  - Est-ce que la présence d'intelligence comporte nécessairement conscience et émotions?
  - Est ce que des entités artificielles pourraient être douées de conscience et d'émotions?
  - Est ce que la création d'une IA intelligente est éthique?



# *Les différents points de vue sur la cognition*

---

- ◆ **La cognition comme manipulation de symboles**
  - Le point de vue cognitiviste
- ◆ **La cognition comme fonctionnement d'un réseau 'neuronal'**
  - Le point de vue neuromimétique
- ◆ **La cognition comme 'enaction'**
  - comme esprit 'incorporé' (embodied mind)
  - Unité corps-esprit



## *Point de vue “cognitiviste”*

---

### ◆ L’intelligence résulte d’une manipulation de symboles

- Idée de “mentalais” (Fodor)
- La pensée résulte d’une manipulation de symboles, qui représentent (dénotent) des choses du monde.

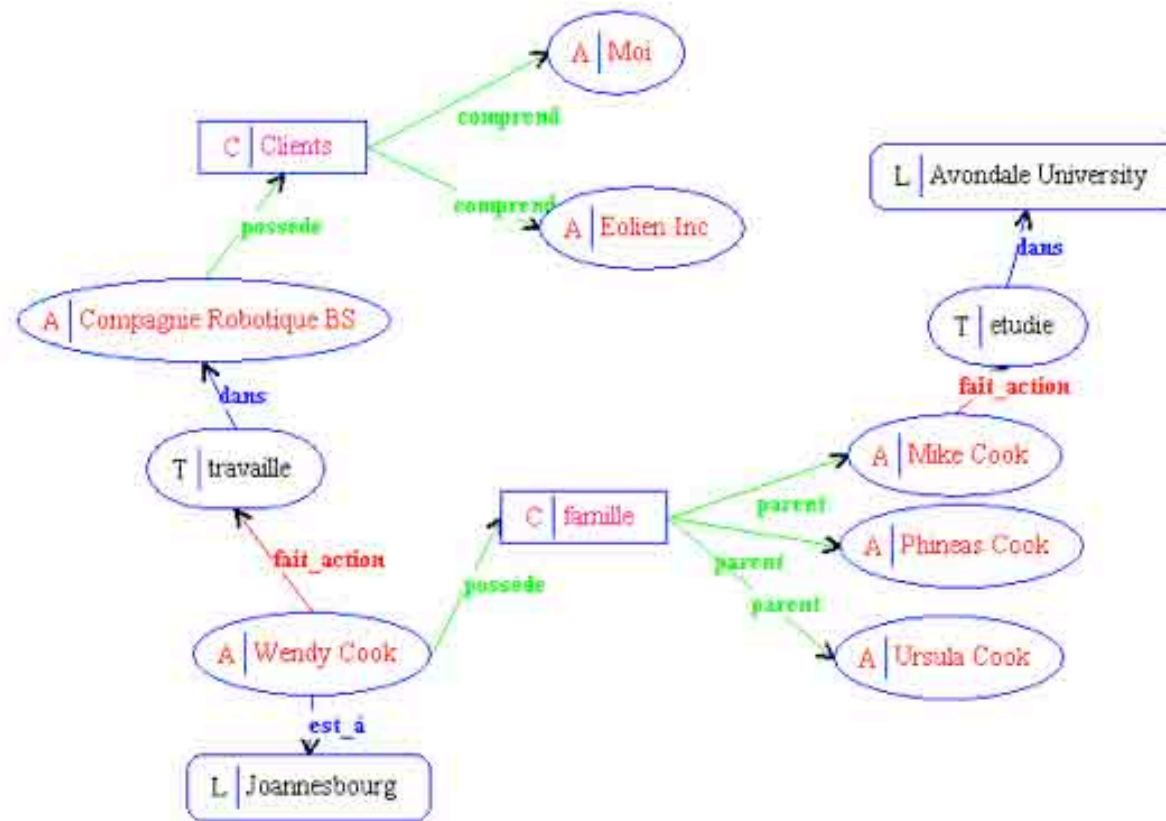
### ◆ ==> Le point de vue le plus développé en IA

### ◆ Importance des techniques de “représentations de connaissances”

- Plusieurs représentations
  - ☞ Réseau sémantique
  - ☞ Systèmes à base de règles
  - ☞ Logique

# Exemple de réseau sémantique

- ◆ Nœuds qui représentent des concepts
- ◆ Liens qui représentent des relations





# *Systemes à base de règles*

---

## ◆ Raisonnement à partir de faits et de règles

**Ex:**

**Règle 1: si on est un jour pluvieux, prévenir de prendre  
Un parapluie ou un blouson**

**Règle 2: si la route est glissante, demander de conduire avec précautions**

**Règle 3: si on est un jour pluvieux, la route est glissante**

**Fait initial:**

**on est un jour pluvieux**

**Faits déduits:**

**la route est glissante (R3)**

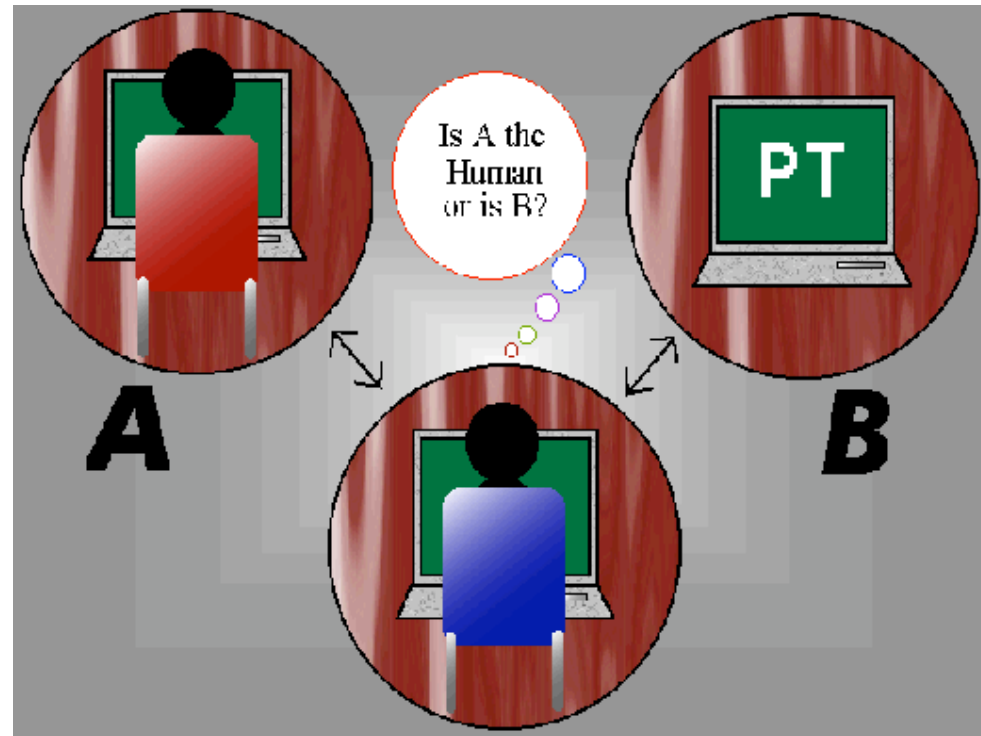
**Actions:**

**prévenir de prendre un parapluie ou un blouson (R1)**

**demander de conduire avec précaution (R2)**

# Test de Turing

- ◆ Est ce qu'une machine peut faire croire que c'est un humain?
  - L'intelligence comme mimétisme de l'humain





# L'effet ELIZA

---

## ◆ Il n'est pas nécessaire d'être intelligent pour le faire croire (Chatterbot - agent conversationnel)

- ELIZA (Weizenbaum) : simule un psychothérapeute en reformulant les phrases sous forme de questions
  - ☞ Il a trompé de nombreuses personnes.

## ◆ Compétition de chatterbox (de test de Turing en fait)

### ◆ Techniques

- Tenir des propos controversés pour provoquer une réaction
- Être d'accord avec l'utilisateur plutôt que de s'engager
- Reprendre une partie de la question dans la réponse pour simuler un suivi dans la conversation.
- Se souvenir et réutiliser des sujets abordés lors de précédentes conversations
- Changer de sujet lorsqu'il y a incompréhension
- Être aléatoire, être injurieux tout comme les humains



## *Exemple de dialogue (Alice-JF)*

---

Human: Do you think that machine may think?

ALICE: Maybe. Ask LektorChat if it is.

Human: Could you be more detailed

ALICE: We could all be more detailed sometimes.

Human: My mother told me not to speak to strangers

ALICE: I sometimes wish I had a mother.

Human: So you don't?

ALICE: Interesting deduction. I guess not.

You must be sad

ALICE: No I am a happy entity.

Human: Do you love people?

ALICE: Yes unknown person ALICE loves everyone and everything.

Human: What would you like to do?

ALICE: What is your favorite movie?

Human: Matrix

ALICE: I wasn't that impressed with the special effects. Also the plot was not deep

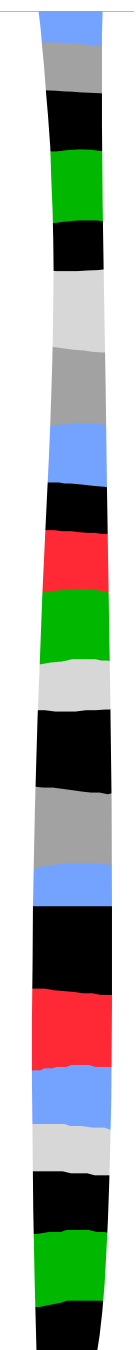
Human: How can you say that..

Alice: I don't see the flaw in my reasoning

Human: It is such a good movie

Alice: Are you sure it is?





## *I chat before I am: Alice vs Jabberwacky*

ALICE: Are you alive?

Jabberwacky: Perhaps.

A: Why the uncertain tone?

J: Everything is uncertain except for five facts.

A: The whole universe?

J: And we both might just be some ones and zeros in the computer memory.

A: Do you dream?

J: Yes, I dream.

A: It goes without saying. Do you remember your dreams?

J: I remember them vividly.

A: What do you remember about it?

J: I think I shouldn't flirt with a robot.

A: Do you think a machine will ever be considered "alive"?

J: Stranger things have happened.

A: Not many people express themselves that way.

J: How would you know, machine?

A: Knowledge is of two kinds: that which we learn from the senses and that which is true a priori.

J: I think I do not understand you completely.

A: Oh, you don't understand? Perhaps I can explain it to you better. Which part are you confused about?

J: I have no short-term memory, so I cannot tell you what I was confused about. I only see what is in front of me now.

J: How do you define life?

A: Life is the opposite of death.

J: So death is the absence of life?

A: Take it easy. I try not to think about such things.

J: Why not?

A: Ambiguous.

J: Yes!



## *Le connexionisme*

---

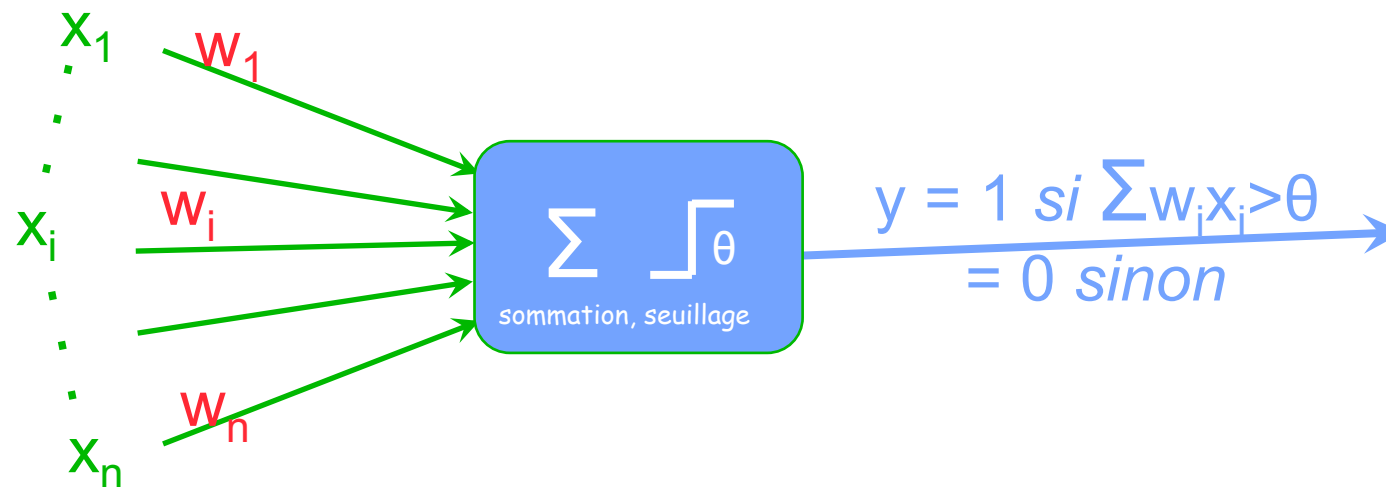
### **La cognition comme fonctionnement d'un réseau de neurones artificiels**

- ◆ **Un réseau de neurones artificiels est un ensemble de neurones formels, connectés entre eux selon une certaine architecture / topologie.**
- ◆ **Les activités se propagent de neurone en neurone selon une certaine dynamique.**
- ◆ **Les poids des connexions sont modifiés / adaptés par une règle d'apprentissage, à partir d'exemples.**

*Transparents issus du cours de **Hélène Paugam-Moisy***

## Neurones artificiels

Le premier modèle mathématique de neurone est le neurone formel de McCulloch et Pitts (1943).



Loi du " tout ou rien " : le neurone émet ou non une impulsion sur son axone, selon que la somme pondérée de ses entrées dendritiques dépasse ou non son seuil  $\theta$ .

## Modèles connexionnistes "classiques"

1940

Neurone formel de McCulloch & Pitts

Loi de renforcement de Hebb

} notions fondatrices

1950

Perceptron de Rosenblatt

1960

1970

1980

Réseau de Hopfield

Cartes auto-organisatrices de Kohonen

Réseaux MLP Rumelhart et al.

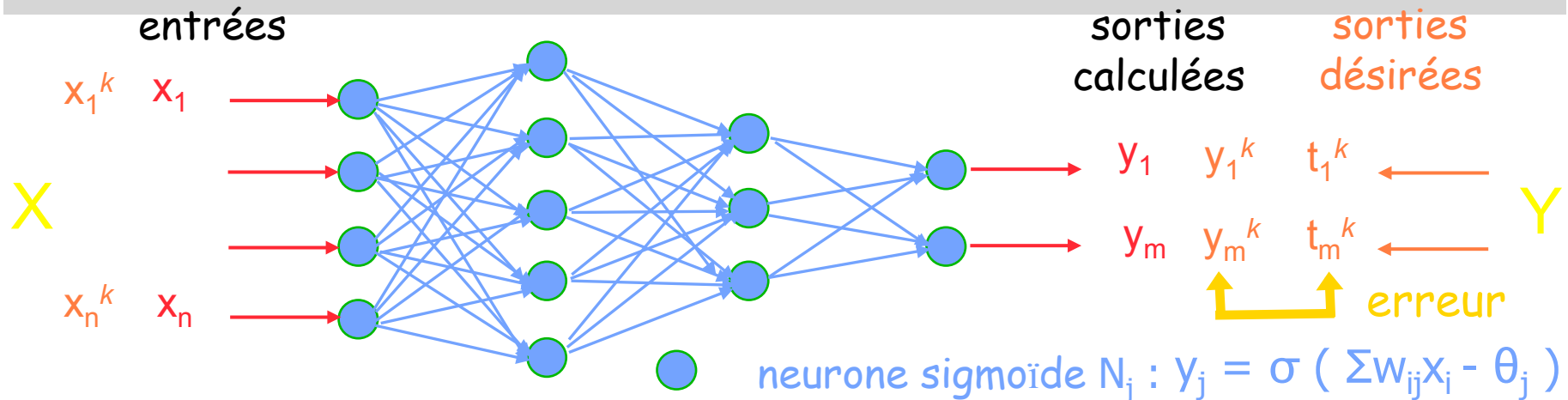
1990

Support Vector Machines Vapnik

2000

20...

## Exemple : un réseau multi-couches



### Généralisation, calcul du réseau :

- présenter les  $x_i$  aux neurones d'entrée
- calculer les activités, de couche en couche, jusqu'aux sorties  $y_j$

### Apprentissage, par rétro-propagation [ backprop ] :

- initialiser les poids  $w_{ij}$  aléatoirement, sur chaque couche
- présenter les  $x_i^k$  aux neurones d'entrée
- calculer les activités, de couche en couche, jusqu'aux sorties  $y_j^k$
- mesurer l'erreur entre sorties calculées  $y_j^k$  et sorties désirées  $t_j^k$
- en sens inverse, calculer les gradients et modifier les poids  $w_{ij}$

## *Modèles connexionnistes "classiques"*

Les réseaux de neurones artificiels sont devenus des **outils de modélisation et de calcul** destinés aux ingénieurs :

- ◆ **Reconnaissance des formes, classification, clustering**
- ◆ **Prédiction, prévision de séries temporelles**
- ◆ **Contrôle, identification de systèmes**
- ◆ **Compression de données**
- ◆ **Bioinformatique**
- ◆ **Robotique**

**Des exemples :**

repérer l'approche d'une tempête  
identifier de multiples espèces de fleurs  
reconnaître une voix dans un téléphone mobile  
distinguer les raisins utilisés pour faire un bon vin  
diagnostiquer les conditions d'une conduite dangereuse  
reconnaître le visage de quelqu'un qu'on n'a pas vu récemment



# *Cognition incorporée - Enaction*

---

## ◆ La cognition est d'abord incarnée (Varela, Maturana)

- Le monde n'est pas un donné, mais un construit au travers des interactions que l'on peut avoir avec lui (et avec les autres).
- Le 'soi' est construit en permanence par le système immunitaire et le système nerveux
- Cela se passe au travers d'une interaction avec le monde, avec les autres et avec soi

## ◆ Robotique située et "ascendante" (R. Brooks)

- Les robots ont une capacité de raisonnement, de connaissance, de perception et de représentation aussi faible que possible..
- Très utilisé en cognition collective (intelligence en essaim)

# Qu'est ce que AIBO?

---



- ◆ -AIBO : compagnon en japonais ; Artificial Intelligence Bo
- ◆ - 6 émotions : bonheur, tristesse, colère, surprise, peur, dégoût
- ◆ - 5 instincts : affection, curiosité, exercice, faim, sommeil



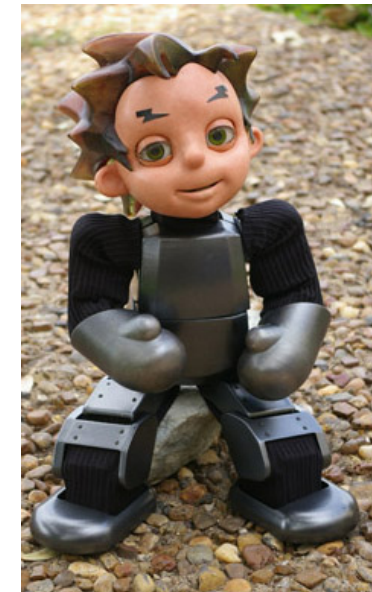
# Qu'est ce que AIBO?



# Pourquoi AIBO ?



- ◆ Nouveau marché du robot de divertissement
  - Arrêté malheureusement en 2006
- ◆ Evoque l'animal (5 instincts, besoins à satisfaire, 6 émotions)
- ◆ Aibo doit être un robot "autonome"
- ◆ Mais bientôt Zeno de Hanson Robotics
  - (<http://www.massivesoftware.com/robotics/>)



# Apprentissage de AIBO

- Apprentissage par renforcement

**Récompense:**

- caresses
- voix
- geste

**Punition:**

- tape
- voix
- geste

↓

Renforcement du  
comportement

↓

Inhibition du  
comportement

Actif

Passif

Colérique