

# Systemes embarqués collaboratifs

- Deux parties :
  - A. Saidi (colonies de fourmis...)
  - P. Michel (algo généré, réseaux de neurones)
- En commun : ”**collaboratifs**”
- Chaque élément fait une partie du boulot pour la communauté.

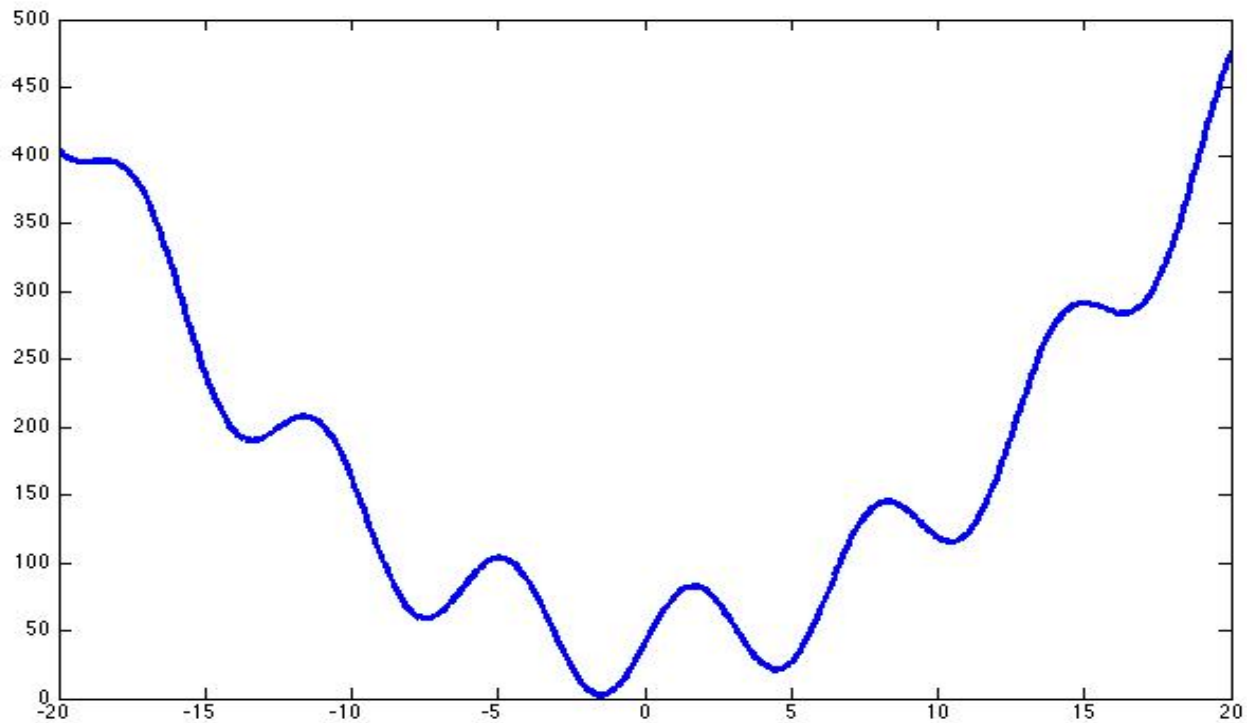
# Systemes embarqués collaboratifs

P. Michel (algo géné, réseaux de neurones)

1- Algorithmes génétiques

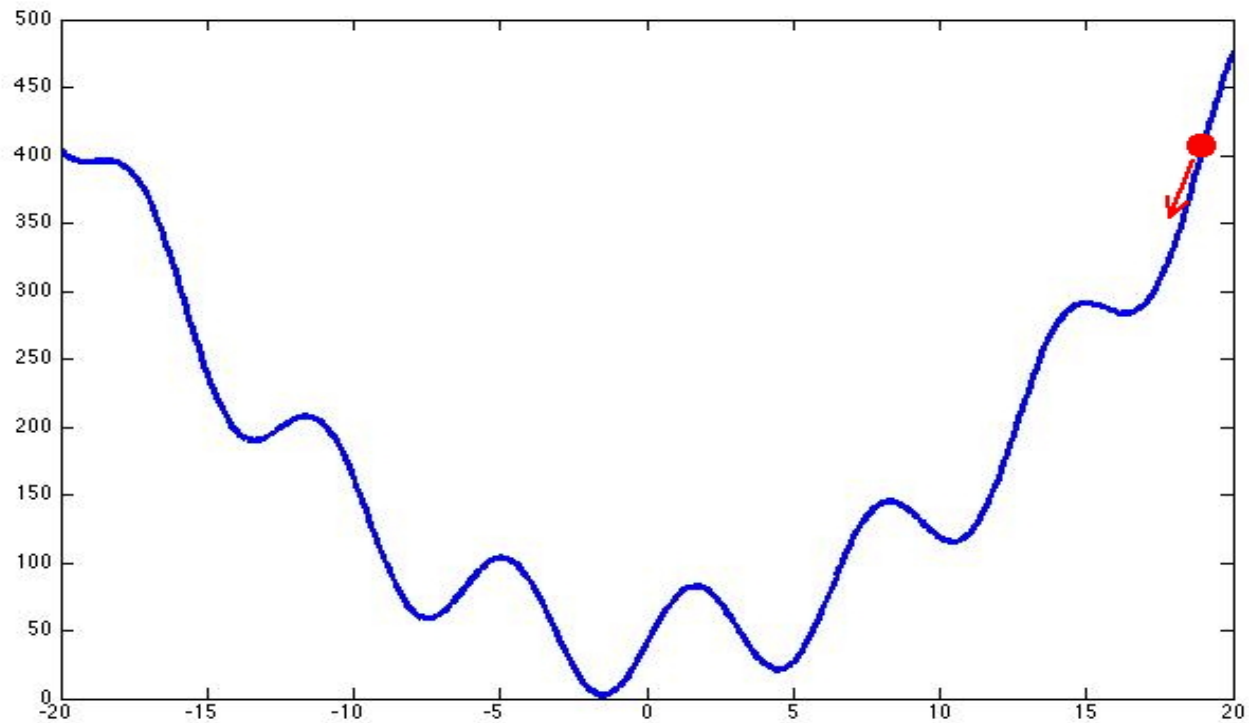
2- Réseaux de Neurones

# Algorithmes génétiques : OPTIMISATION : gradient



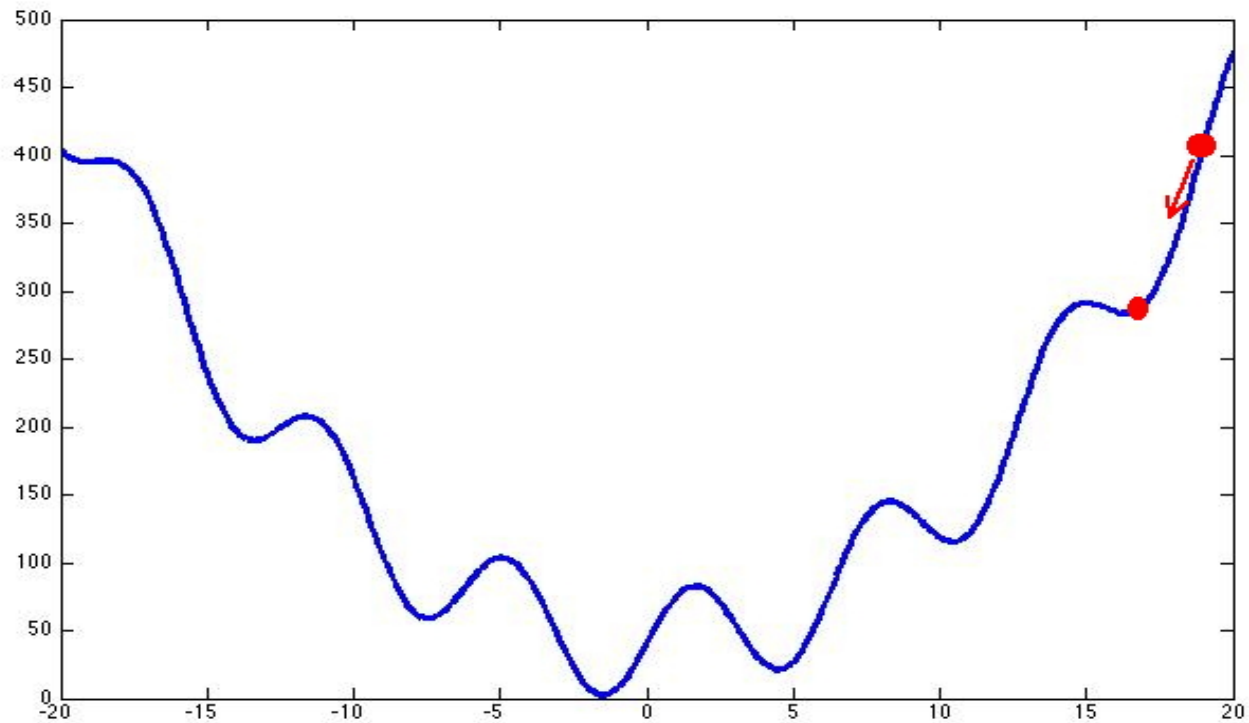
$$x_{n+1} = x_n - \delta \nabla f(x_n)$$

# Algorithmes génétiques : OPTIMISATION : gradient



$$x_{n+1} = x_n - \delta \nabla f(x_n)$$

# Algorithmes génétiques : OPTIMISATION : gradient



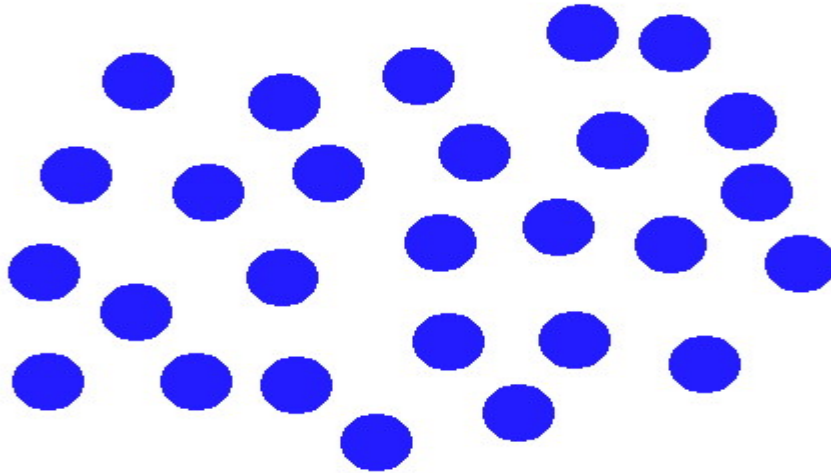
$$x_{n+1} = x_n - \delta \nabla f(x_n)$$

# Algorithme Génétique : présentation minimale

L'algorithme en lui même : DARWIN

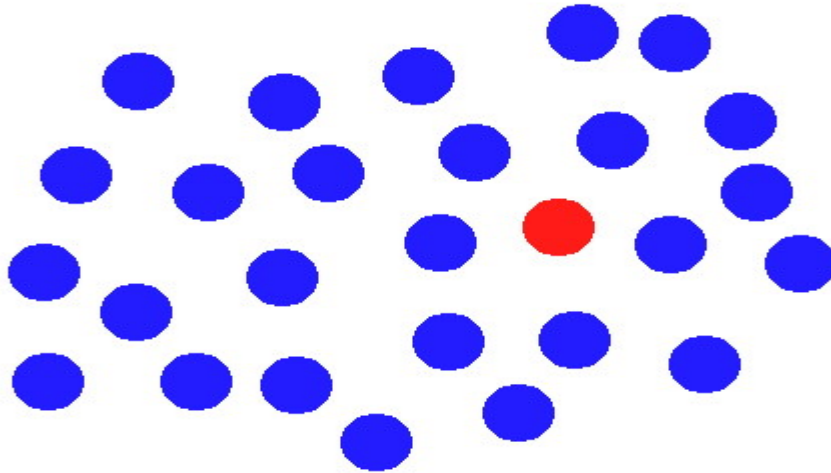
1. Créer une population initiale (aléatoirement).
2. **Evaluer la "fitness"** de chaque membre de la population.
3. **Sélection naturelle** : reproduction des plus adaptés.
4. **Générer les enfants.**
5. **Mutation** de quelques individus.
6. Arrêt si fitness assez bonne ou retour à l'étape 2.

# Algorithme Génétique : présentation minimale



**Population initiale : Fitness = 1**

# Algorithme Génétique : présentation minimale

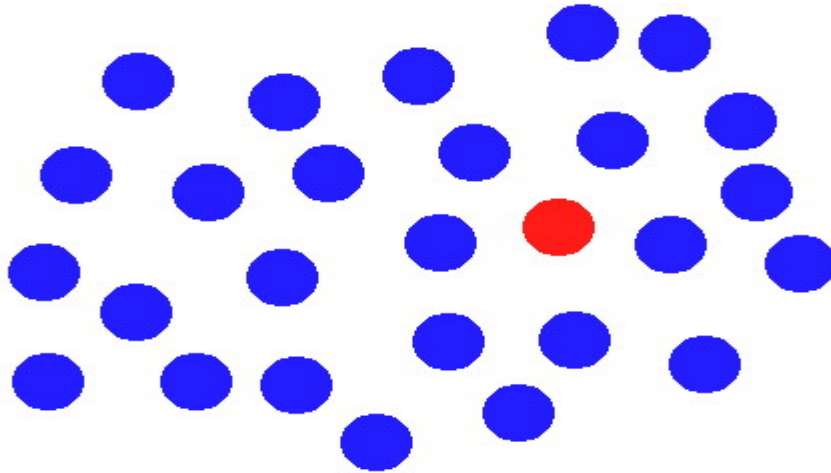


Population initiale : Fitness = 1

un mutant se creer : Fitness du mutant < 1



# Algorithme Génétique : présentation minimale

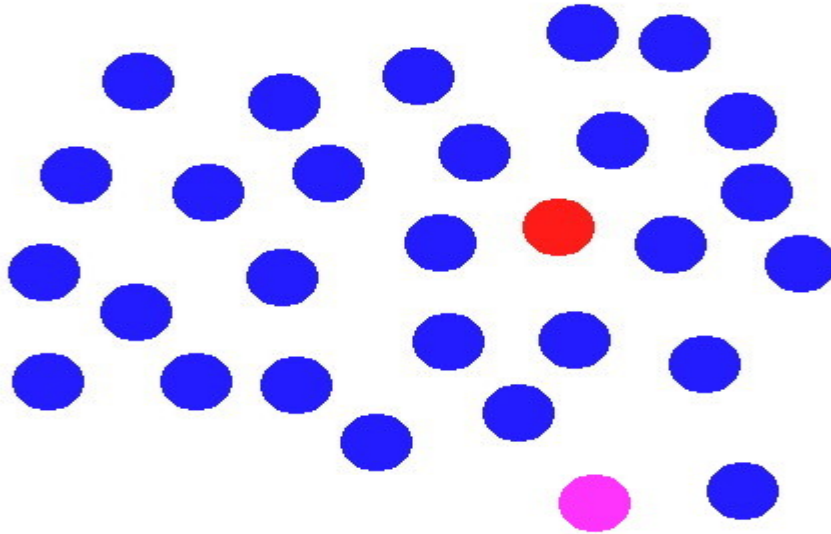


Population initiale : Fitness = 1

un mutant se creer : Fitness du mutant  $< 1$

probabilité de se reproduire  $\ll \Rightarrow$  disparition

# Algorithme Génétique : présentation minimale



Population initiale : Fitness = 1

un mutant se creer : Fitness du mutant >1

le mutant survie, peut se reproduire :  
(clonage ou recombinaison)

# Algorithme Génétique : présentation minimale

## AVANTAGES

1. Optimise avec paramètres discrets ou continus.
2. Pas besoin de régularité (Newton, Gradient...).
3. Marche lorsqu'il y a un grand nombre de variables.
4. Parallélisable...

# Algorithme Génétique : présentation minimale

## INCONVENIENTS

- 1- On ne sait rien démontrer théoriquement
- 2- A chaque problème il y a une façon de concevoir un algorithme génétique
- 3- Les paramètres de mutations et de créations d'individus jouent sur la convergence

# OPTIMISATION : Algorithme Génétique

## Mise en oeuvre : BE1

- Optimisation de stratégie dans un jeu
- Décodage de message crypté

# Petite histoire des réseaux de neurones artificiels

Epoque : 19ème (Mary Shelley)

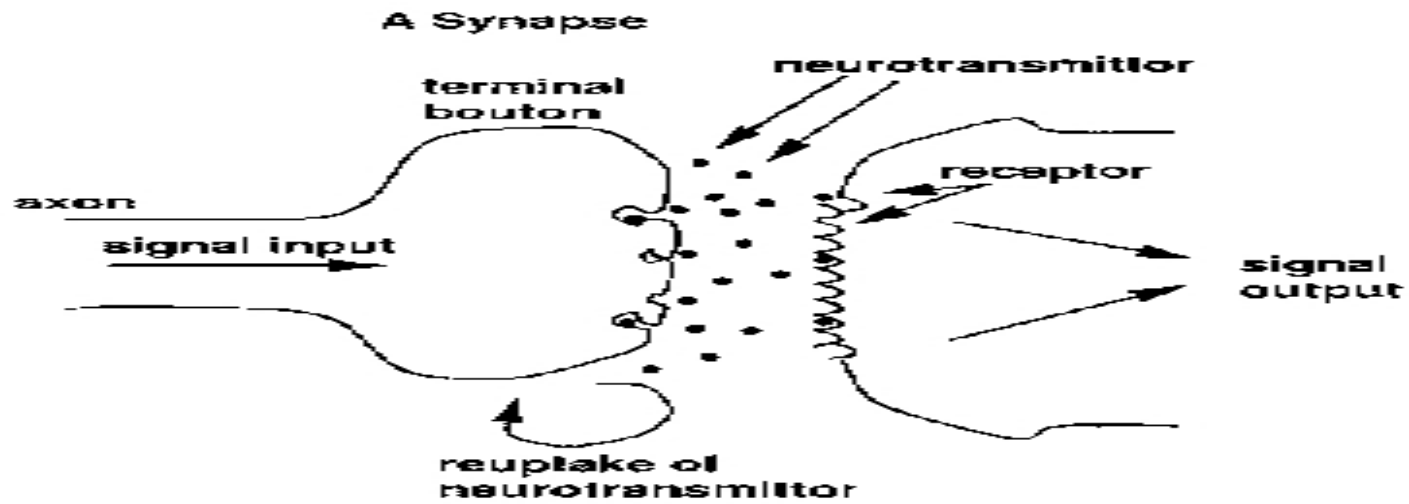
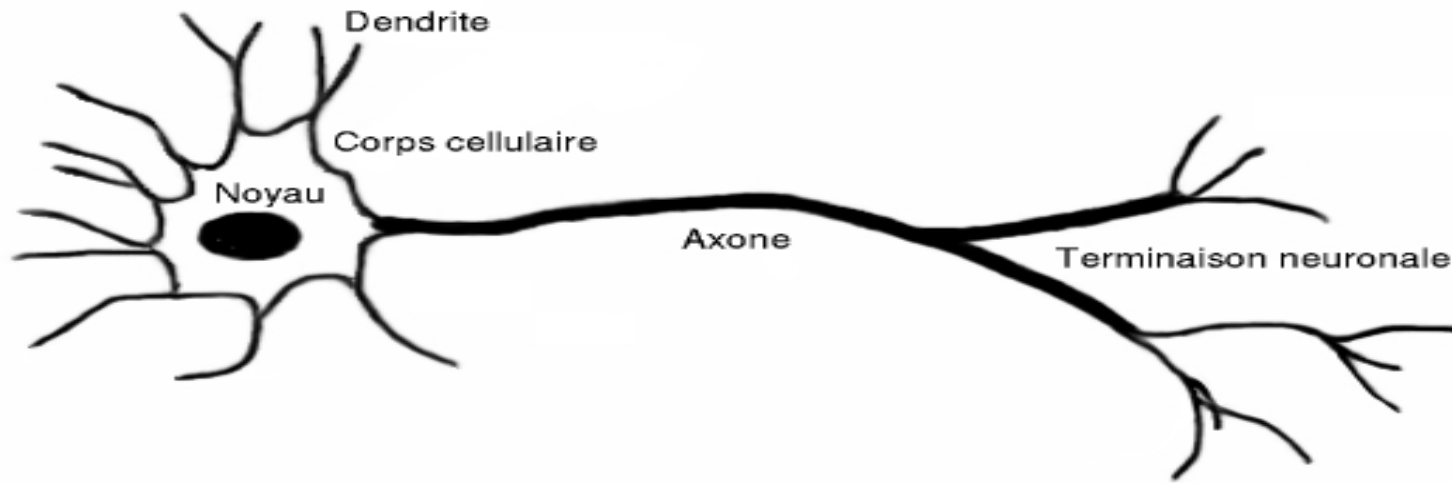


# Petite histoire des réseaux de neurones artificiels

Epoque : 19ème (Mary Shelley)

- Alexander Bain (1873) et William James (1890) : la pensée et toute activité (se déplacer, bouger...) résultent des interactions des neurones dans le cerveaux.
- Pour Bain, lorsque une activité est répétée, les connections entre neurones s'en voient renforcées : effet mémoire
- Pour James, c'est le flot électrique qui joue sur la mémoire (moins la connectivité)

# Réseaux de Neurones : Principe "Biologique"





# Petite histoire des réseaux de neurones artificiels

Epoque : mi-20ème

- John von Neumann, Einstein...
- Ed Wood...
- Portal 2



**POLARIS NUCLEAR SUB**  
OVER 7 FEET LONG FIRES ROCKETS and TORPEDOES  
Big Enough For 2 Kids Only \$6.98

**SPECIAL FEATURES**

- Over 7 feet long
- Seats 2 kids
- Controls that work
- Rockets that fire
- Real periscope
- Firing torpedoes
- Electrically lit instrument panel

How proud you will be as commander of your own POLARIS SUB — the most powerful weapon in the world! What hours of imaginative play and fun as you and your friends drive surface maneuvers, watch the enemy through the periscope and fire your nuclear missiles and torpedoes! What thrills as you play at hurtling beneath treasures in pirate waters and exploring the strange and mysterious bottom of the deep ocean floor!

**HOURS AND HOURS OF ADVENTURE!**  
Sturdily constructed of 200 lb. test Fiberglass. Comes complete with easy assembly instructions. Costs only \$6.98 for this giant of fun, adventure and science fiction. (The POLARIS SUB'S giant size we must ask for 75¢ shipping charges!)

**HONEY BACK GUARANTEE**  
Order today and we will rush your POLARIS NUCLEAR SUB to you. Use it for 10 full days. If you don't think it is the greatest ever — the best toy you ever had — just send it back for full purchase price refund.

**10 DAY FREE TRIAL**

**HONOR HOUSE PRIDE CO. DEPT. 1111**  
LYBRIDGE, NEW YORK  
Ask us for POLARIS NUCLEAR SUB. Use it for 10 days and if I am not delighted return it for full purchase price refund.

SEND IT PREPAID! Includes \$6.98 plus 75¢ to help cover shipping charges.

SEND IT C.O.D. I enclose \$1. good with no cash and I will pay postman \$5.98 on delivery plus C.O.D. postage.

**NAME** \_\_\_\_\_  
**ADDRESS** \_\_\_\_\_  
**CITY** \_\_\_\_\_ **STATE** \_\_\_\_\_

U. S. Patent 2,666,666. Patent Pending. © 1961 Hon. H. Co.



# Petite histoire des réseaux de neurones artificiels

Epoque : mi-20ème

- McCulloch and Pitts (1943) ont créé un modèle mathématique de réseaux de neurones (logique)

Principe : un neurone prend la valeur 0 ou 1 (vrai/faux) :

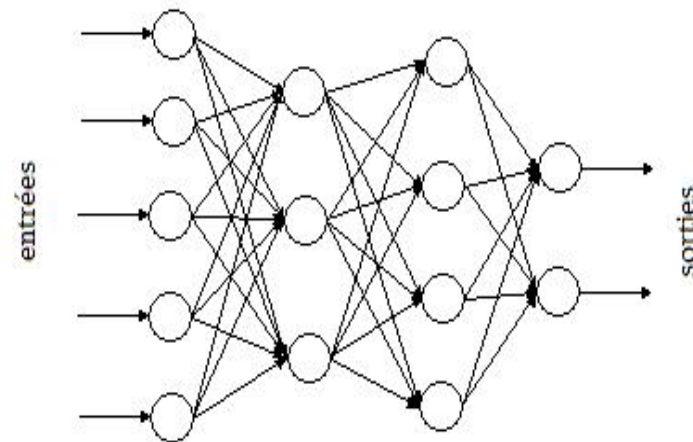
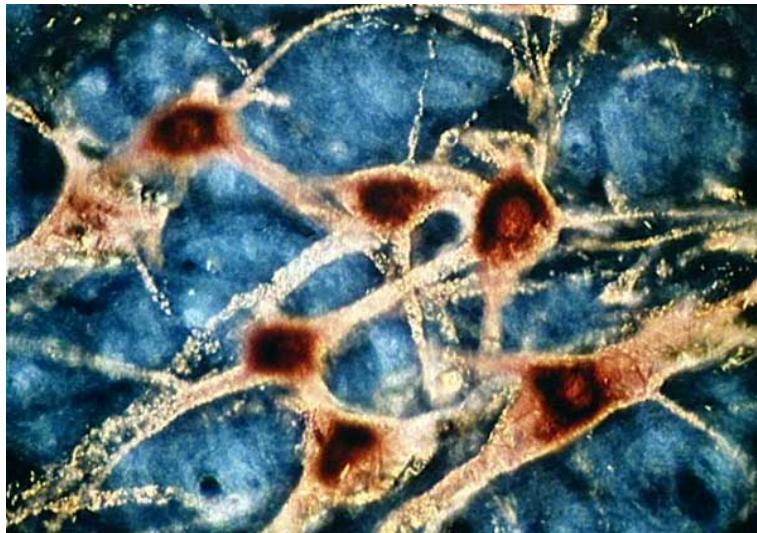
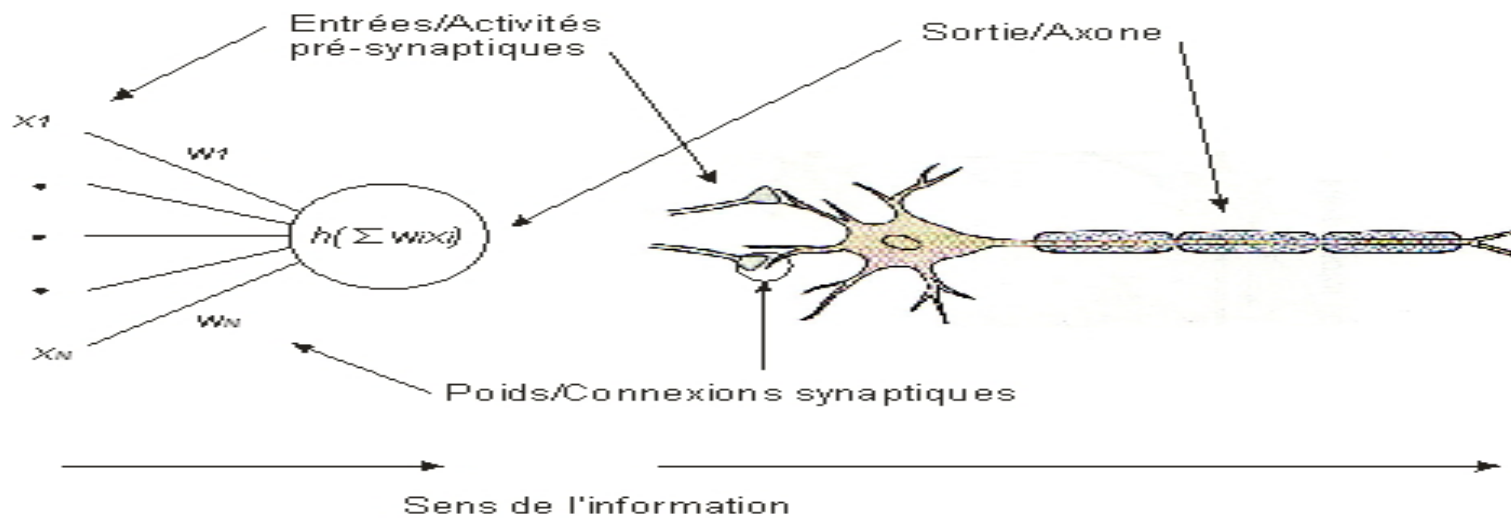
$$a_i = \begin{cases} 1, & \text{si } \sum_{j \in \mathcal{C}_i^{\text{excitateur}}} a_j > \theta_i \text{ et } \sum_{j \in \mathcal{C}_i^{\text{inhibiteur}}} a_j = 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Les inhibiteurs permettent d'avoir un "NON".

L'influence d'un neurone sur un autre peut varier → idée de pondérer.

L'activation prend pour valeur 0, ou 1 → idée que la valeur d'un neurone peut être continue.

# Principe "Biologique" → Modélisation



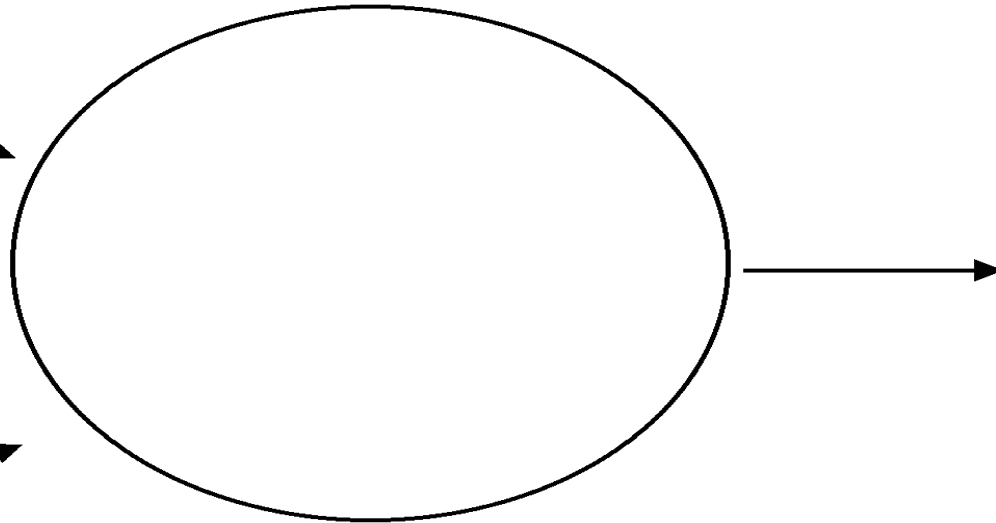
# Réseaux de Neurones : Modélisation Mathématique

Un neurone reçoit des informations des autres neurones : "messagers chimiques". Par exemple, il reçoit ici

**X1**



**X2**



une quantité  $x_1$  d'un neurone et  $x_2$  d'un autre.

# Petite histoire des réseaux de neurones artificiels

Epoque : mi-20ème

- Donald Hebb (1940), sur l'apprentissage non supervisé (adaptation neuronale pendant le processus d'apprentissage) → modification des coefficients de pondération.

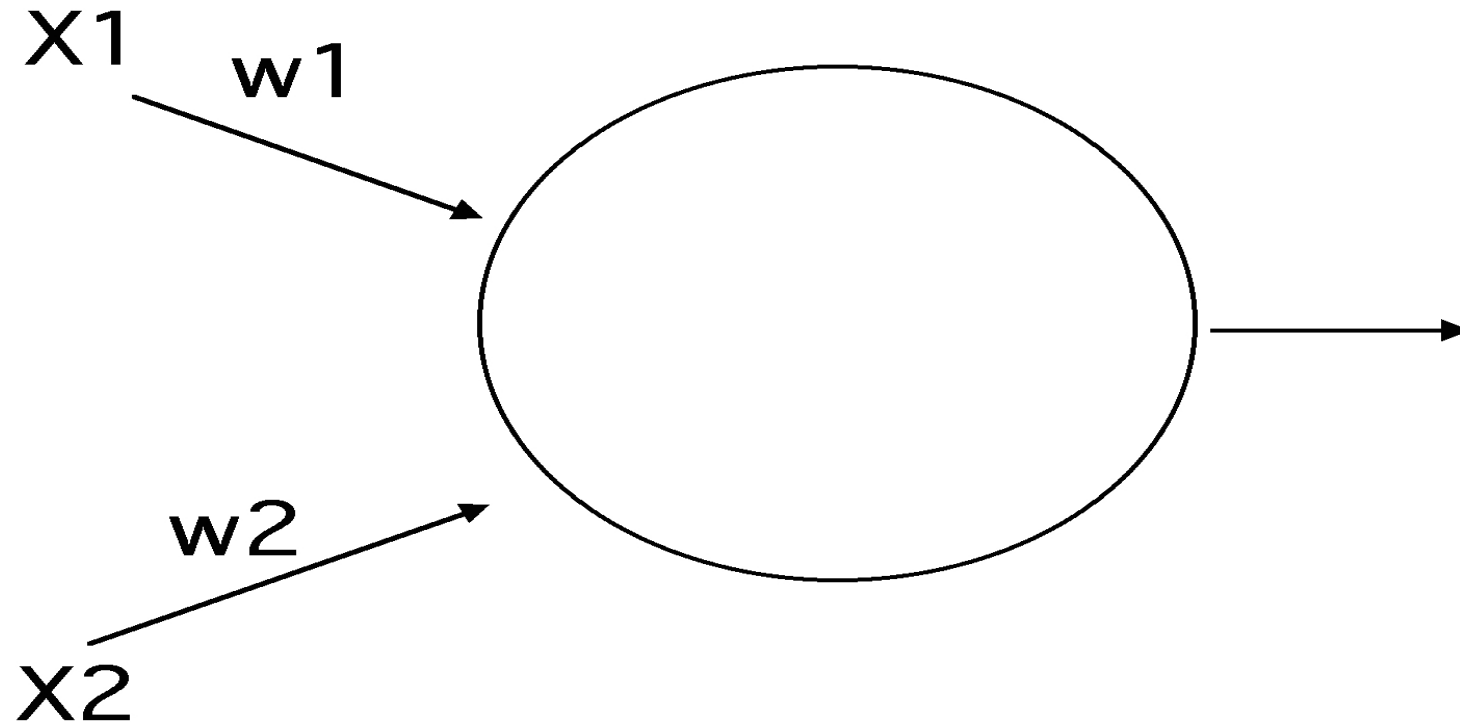
- Franck Rosenblatt (1957) : le modèle du perceptron. C'est le premier système artificiel capable d'apprendre par expérience, y compris lorsque son instructeur commet quelques erreurs.

$$\tilde{a}_i = \begin{cases} 1, & \text{si } \sum_{j \in \mathcal{C}_i} w_j a_j - \theta_i \geq 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$w'_j = w_j + \text{Pas d'apprentissage}((\tilde{a}_i)^{\text{théorique}} - \tilde{a}_i) \cdot a_j$$

# Réseaux de Neurones : Modélisation Mathématique

La sensibilité peut être différente suivant l'axone et le neurone

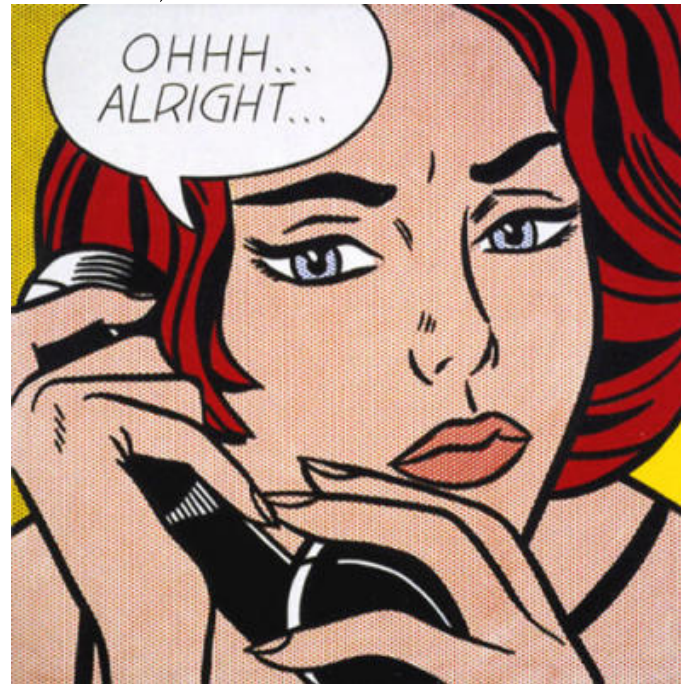
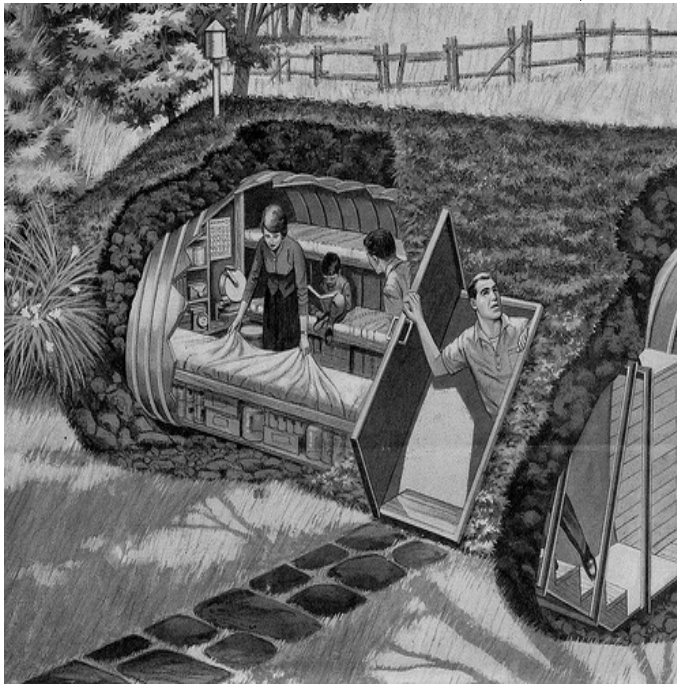


réagit à la quantité pondéré :  $w1x1 + w2x2$ .

# Petite histoire des réseaux de neurones artificiels

Epoque : 2/3-20ème :

- Khrouchtchev, Kennedy
- Roy Lichtenstein, Andy Warhol
- No One Lives Forever, Bioshock,



# Petite histoire des réseaux de neurones artificiels

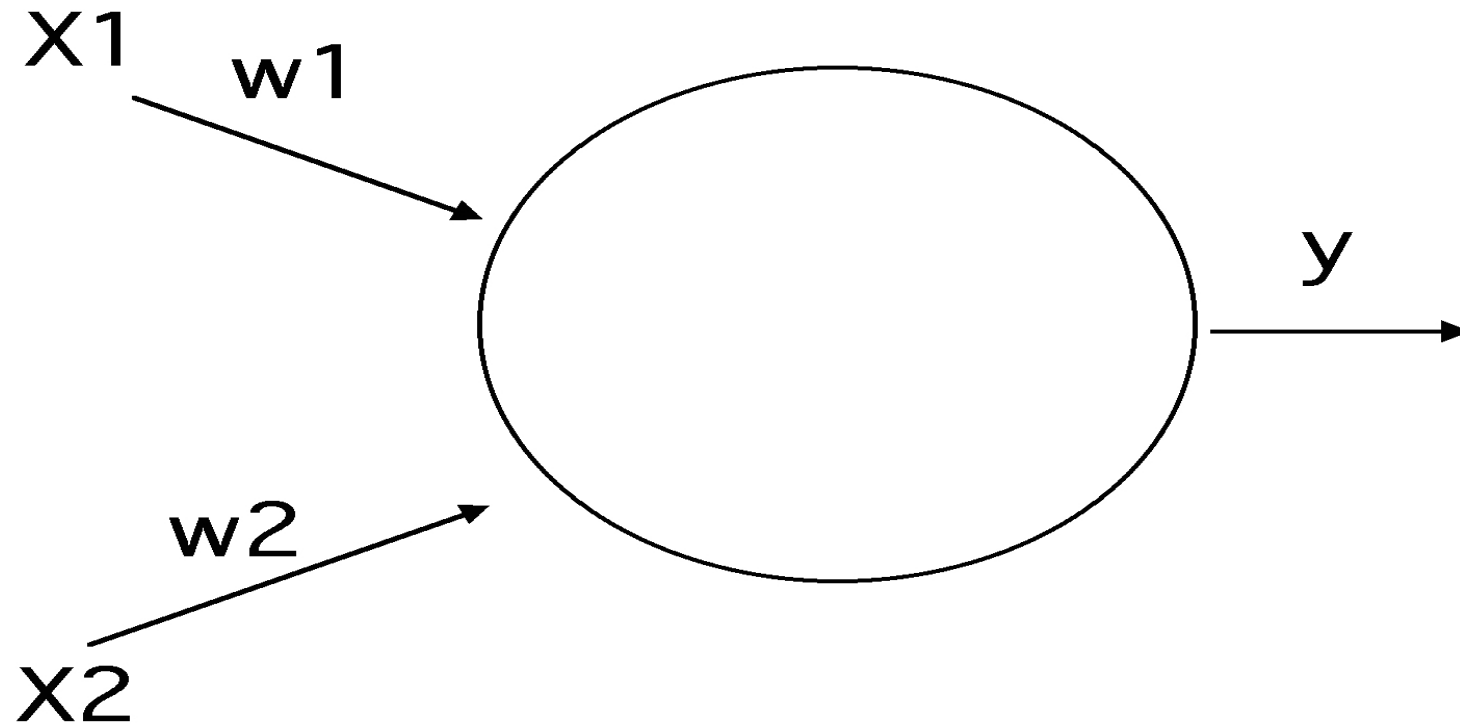
Epoque : 2/3-20ème :

Marvin Lee Minsky et Seymour Papert (1969), limitations théoriques du Perceptron, et plus généralement des classifieurs linéaires, notamment l'impossibilité de traiter des problèmes non linéaires ou de connexité.



# Réseaux de Neurones : Modélisation Mathématique

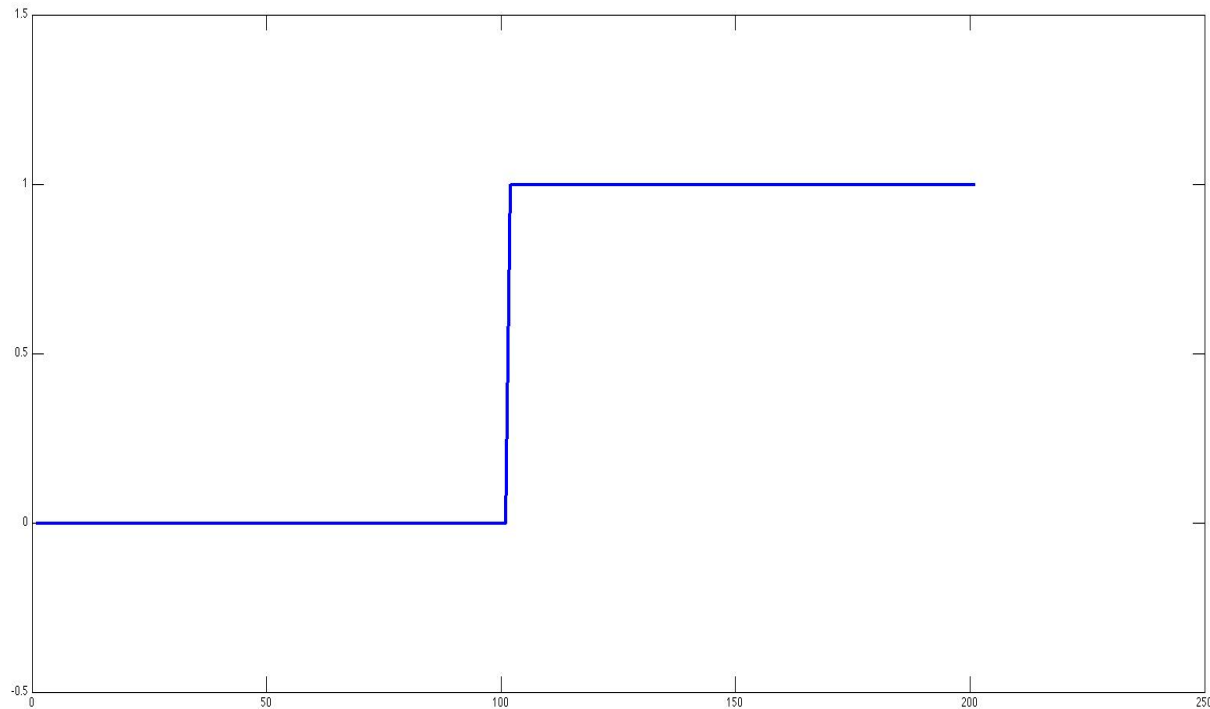
La réponse  $y$  est une fonction  $\phi$  de la quantité de message "pondérée" :  
 $w_1x_1 + w_2x_2$ .



# Réseaux de Neurones : Modélisation Mathématique

Type de réponse possible : **SEUIL** :

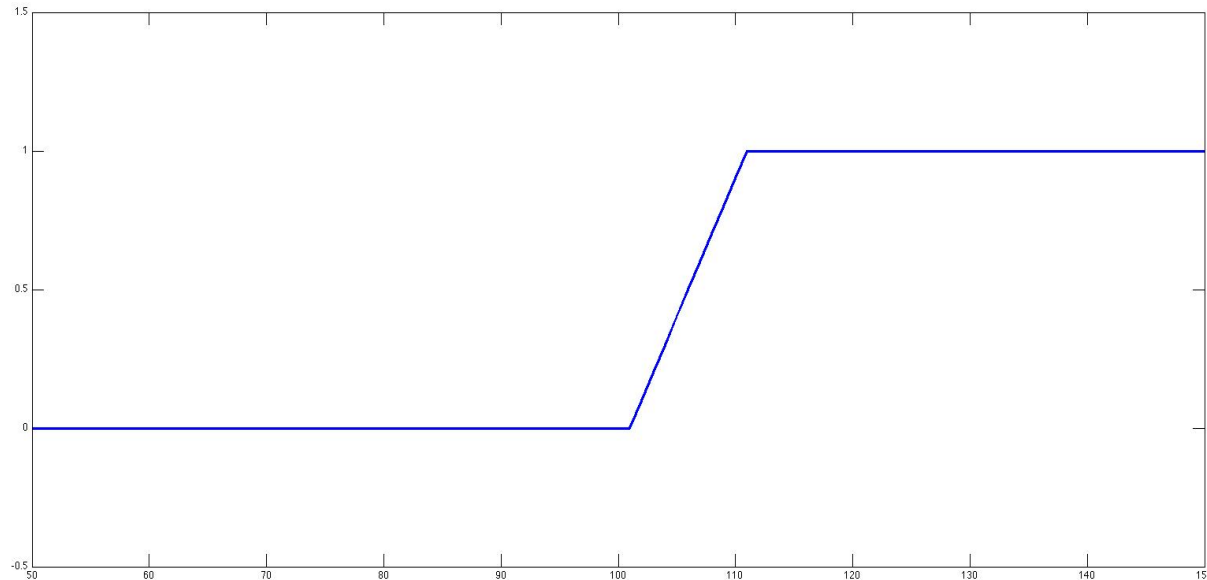
- Si la quantité est trop faible il n'y pas de réponse ( $y = 0$ )
- Si elle est trop forte il y a saturation ( $y = 1$ )



# Réseaux de Neurones : Modélisation Mathématique

Type de réponse possible : **LINEAIRE** saturée

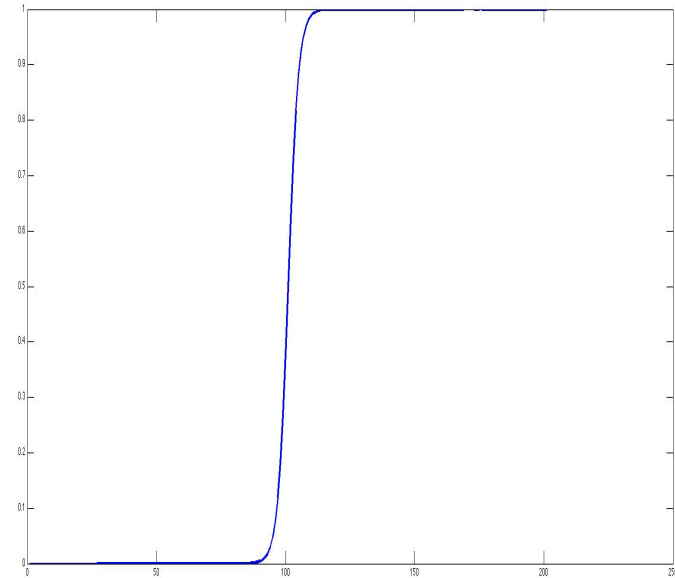
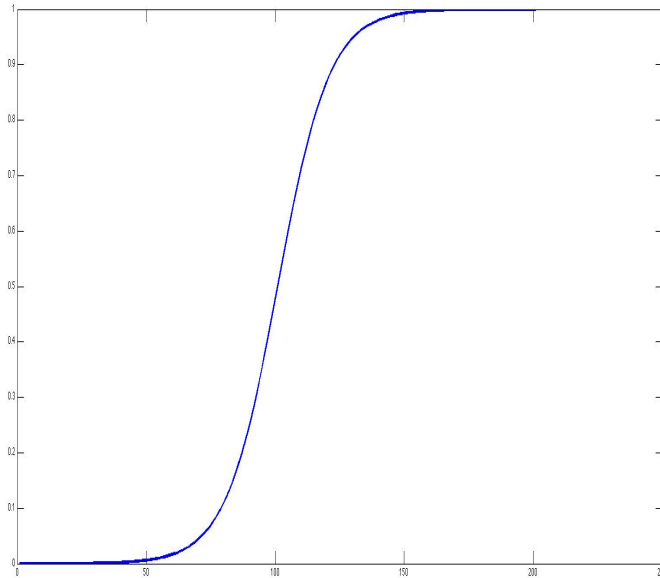
- Si la quantité est trop faible il n'y a pas de réponse ( $y = 0$ )
- Si elle est trop forte il y a saturation ( $y = 1$ )
- Entre les deux, il y a une réponse proportionnelle à la quantité de messagers ( $y = C(w_1x_1 + w_2x_2)$ )



# Réseaux de Neurones : Modélisation Mathématique

Type de réponse possible : **SIGMOÏDE**

- Si la quantité est trop faible il n'y *presque* pas de réponse ( $y \sim 0$ )
- Si elle est trop forte il y a saturation ( $y \sim 1$ )
- Entre les deux, il y a une réponse plus ou moins marquée (paramètre de la sigmoïde)



# Réseaux de Neurones : Modélisation Mathématique

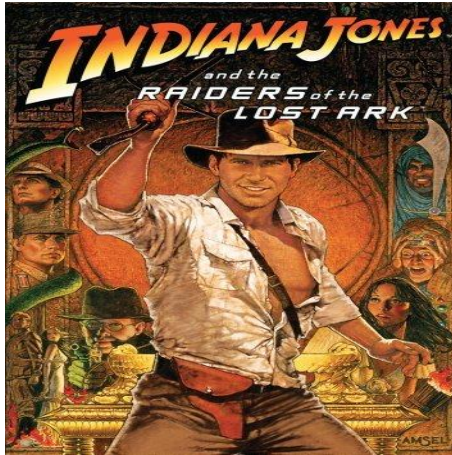
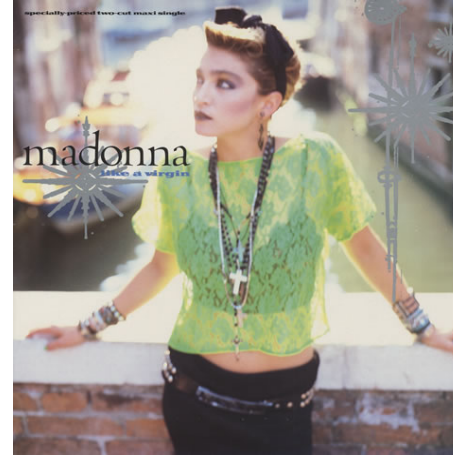
Type de réponse possible : **PROBABILISTE**

- $y = 1$  avec une probabilité  $p$
- $y = 0$  avec une probabilité  $1 - p$

La probabilité dépend de la quantité de messagers

# Petite histoire des réseaux de neurones artificiels

Epoque : fin-20ème : Fin de l'URSS, Tchernobyl, Michael, Madonna, ..., Indiana Jones, E.T, Retour vers le futur... Informatique



# Petite histoire des réseaux de neurones artificiels

Epoque : fin-20ème :

John Joseph Hopfield (1982), Modèle récurrent (temps  $n$ )

$$a_i^{n+1} = \begin{cases} 1, & \text{si } \sum_{j \in \mathcal{C}_i} w_{ij} a_j^n \geq \theta_i \\ -1 & \text{sinon} \end{cases}$$

( $w_{ij} -_{i,j}$  symétrique, positive !)

permet de définir une énergie (fonction de Lyapunov)

$$E = -\frac{1}{2} \sum_{i,j} w_{i,j} a_i^n a_j^n + \sum_i a_i^n \theta_i$$

CONVERGENCE du réseau

# Petite histoire des réseaux de neurones artificiels

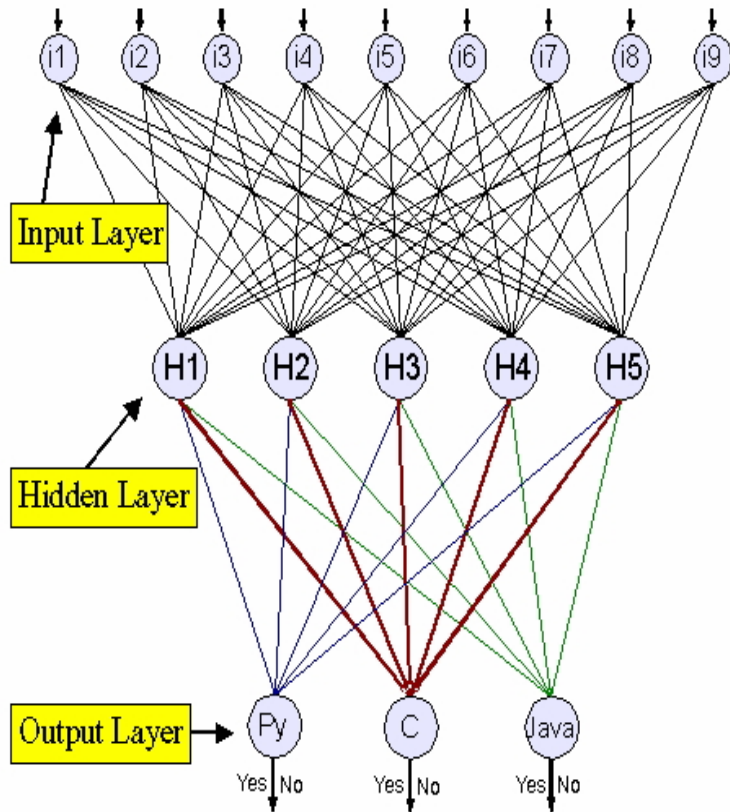
Epoque :fin-20ème : Werbos, Rumelhart 1986, le Perceptron Multi-Couche rétropropagation du gradient de l'erreur dans des systèmes à plusieurs couches, chacune proche du Perceptron.



# Réseaux de Neurones : Modélisation Mathématique

Dans un réseau de neurones, il y a "beaucoup" de neurones interconnectés.

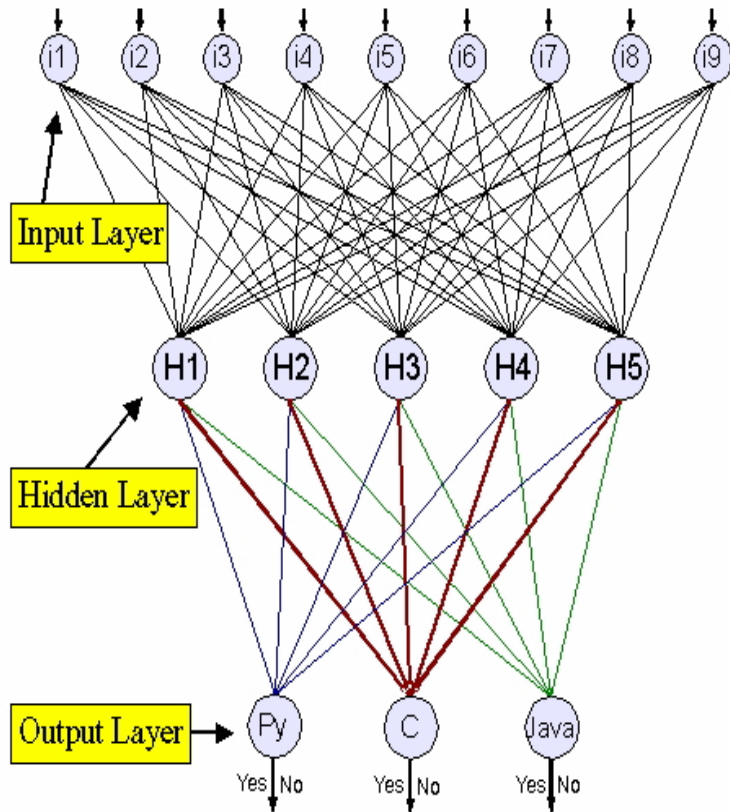
i) Les neurones qui reçoivent l'information de l'extérieur



# Réseaux de Neurones : Modélisation Mathématique

Dans un réseau de neurones, il y a "beaucoup" de neurones interconnectés.

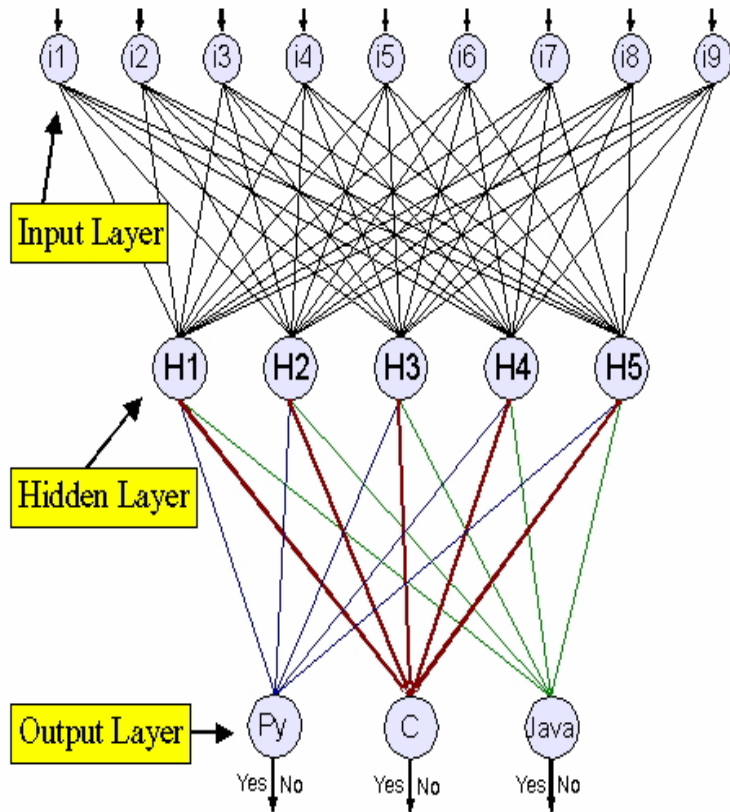
i) Les neurones qui reçoivent l'information de l'extérieur



# Réseaux de Neurones : Modélisation Mathématique

Dans un réseau de neurones, il y a "beaucoup" de neurones interconnectés.

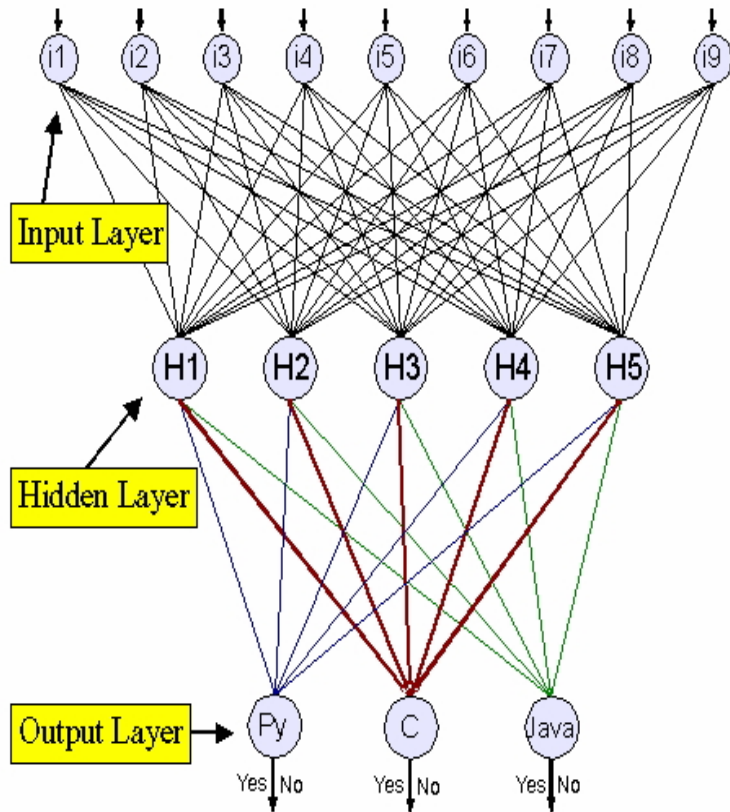
ii) Des neurones "cachés" qui traitent l'information



# Réseaux de Neurones : Modélisation Mathématique

Dans un réseau de neurones, il y a "beaucoup" de neurones interconnectés.

iii) Les neurones qui renvoient la réponse finale



# Réseaux de Neurones : Modélisation Mathématique

Un réseau de neurones est caractérisé par :

- une temporisation des événements : ex : temps discret - sans retard
- $N$  neurones
- $\mathcal{X}_i$  charge électrique du neurone  $i$
- $w_{ij}$  la pondération de la quantité de messenger allant du neurone  $i$  vers le neurone  $j$
- $\phi$  le type de fonction réponse : Seuil ; Linéaire ; Sigmoidale ; Probabiliste.

$$\mathcal{X}_k(\text{temps } n) = \phi\left(\sum_j w_{jk} \mathcal{X}_j(\text{temps } n - 1)\right).$$

# Réseaux de Neurones : Modélisation Mathématique

Un réseau de neurones est caractérisé par :

- une temporisation des événements : ex : temps discret - sans retard
- $N$  neurones
- $\mathcal{X}_i$  charge électrique du neurone  $i$
- $w_{ij}$  la pondération de la quantité de messenger
- $\phi$  le type de fonction réponse.
- apprentissage : les poids  $w_{ij}$  sont modifiés si la réponse en sortie est "mauvaise"

$$\mathcal{X}_k(\text{temps } n) = \phi\left(\sum_j w_{jk}(\text{RESULTAT}) \mathcal{X}_k(\text{temps } n - 1)\right).$$

# Réseaux de Neurones : APPLICATIONS

## APPLICATIONS :

- a) Reconnaissance de Forme
- b) Traitement d'image
- c) Transformations mathématiques (ex : transfo de Fourier, traitement du signal)
- d) Prédiction et contrôle
- e) psychologie, linguistique...

## Mise en oeuvre : BE2

- Image bmp : noir et blanc / 30\*30 pixels :  
traitement d'image / reconnaissance de forme
- Réseaux de neurones et Algo génétique
- Modèle informatique
- Choix du langage
- ...