Apprentissage

Introduction

- Règles de plasticité: explique comment les connections synaptiques entre neurones sont modifiées
- Modifications synaptiques = mémoire
- Apprentissage=processus de formation des mémoires
- Description du psychologue: «l'apprentissage est l'acte d'**acquérir** des *connaissances*/des *comportements*, de les **modifier** et les **renforcer**

Formes d’apprentissage

- Apprentissage:
  - associatif
  - non-associatif
  - actif
  - par le jeu
  - épisodique
  - etc.

Formes d’apprentissage

L’apprentissage associatif

Expérience de Pavlov:

Formes d’apprentissage

L’apprentissage associatif

Expérience de Pavlov:

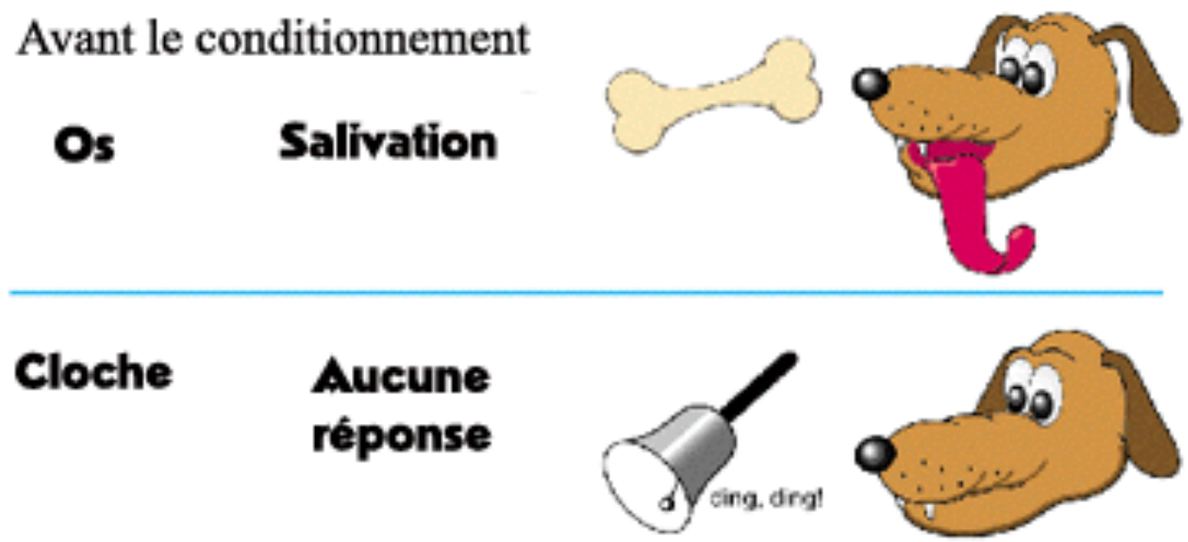
Avant le conditionnement

Os **Salivation**

Formes d’apprentissage

L’apprentissage associatif

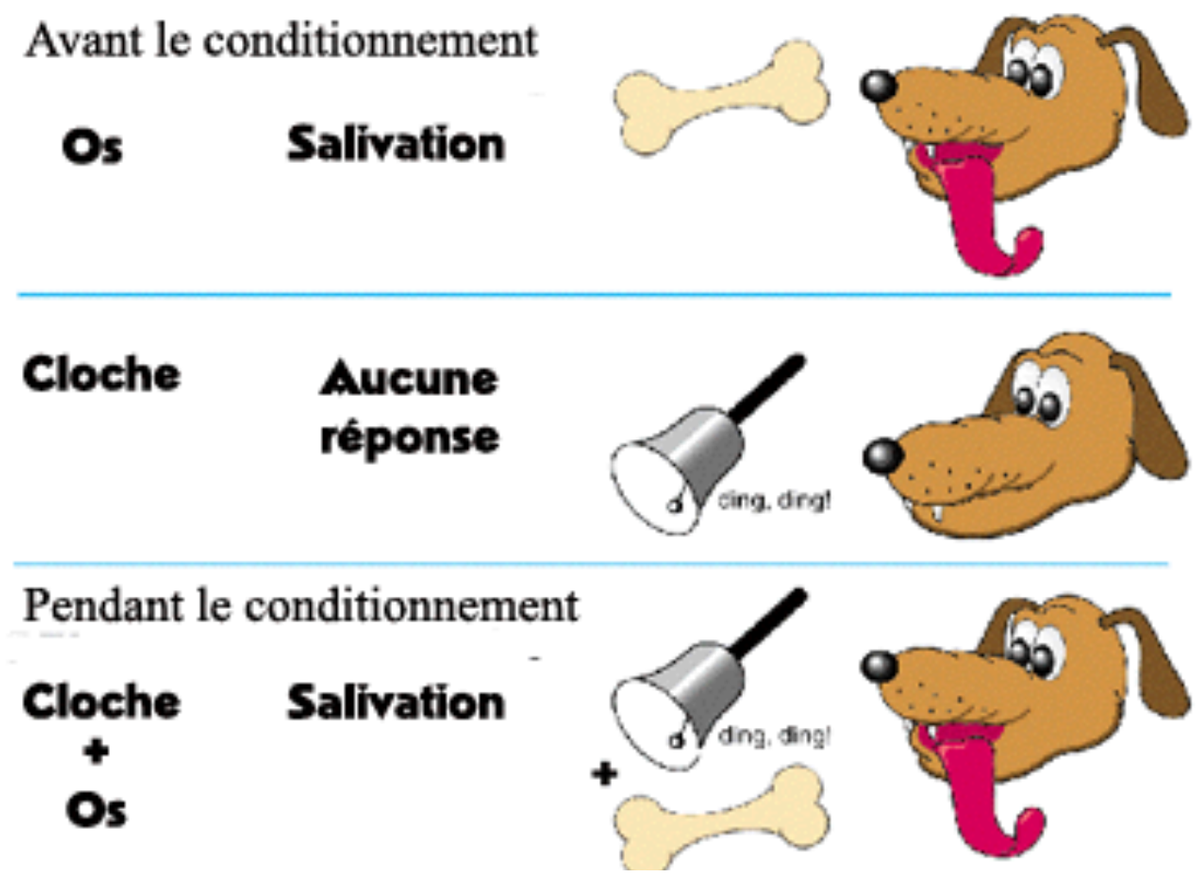
Expérience de Pavlov:



Formes d’apprentissage

L’apprentissage associatif

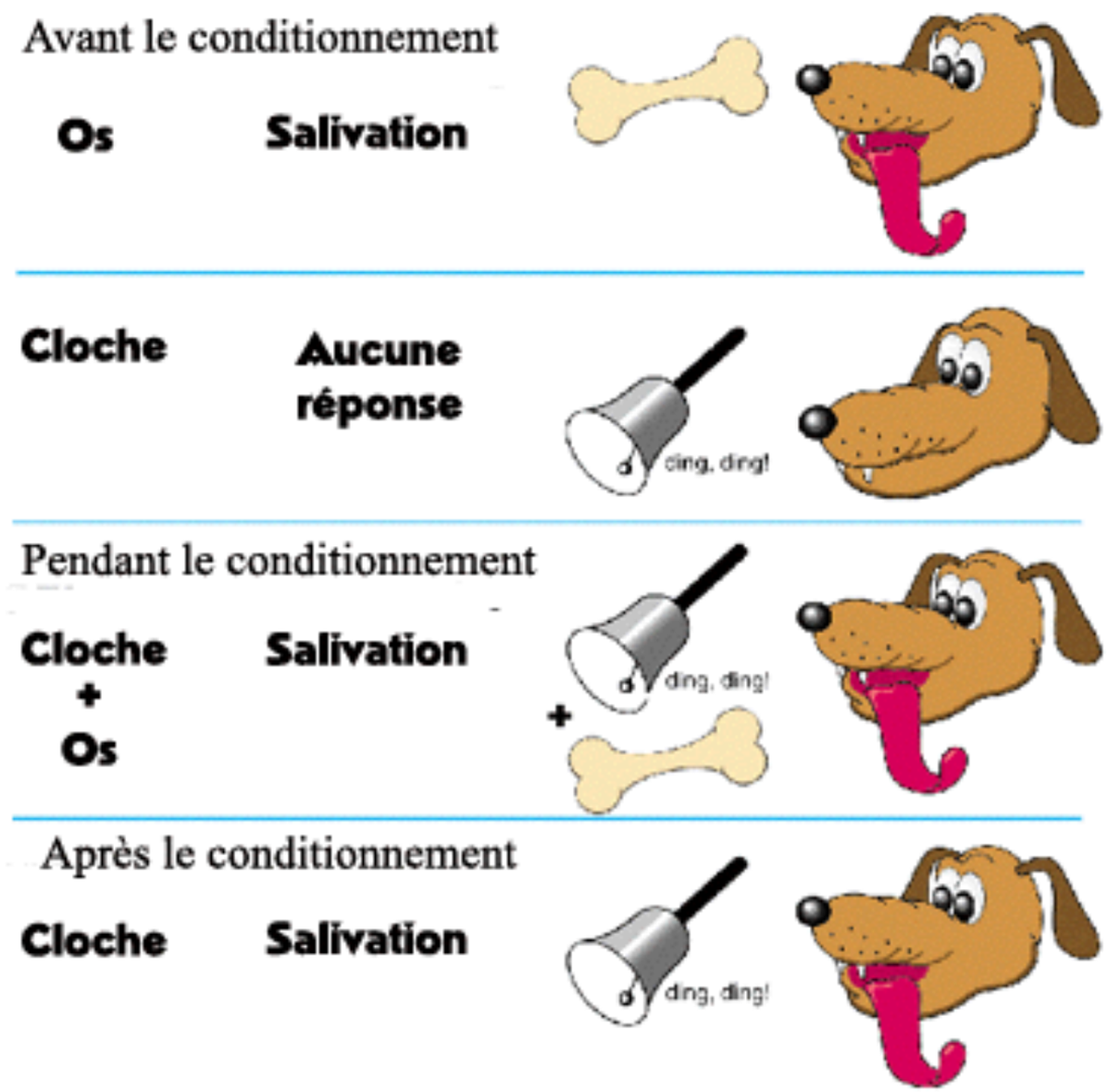
Expérience de Pavlov:



Formes d’apprentissage

L’apprentissage associatif

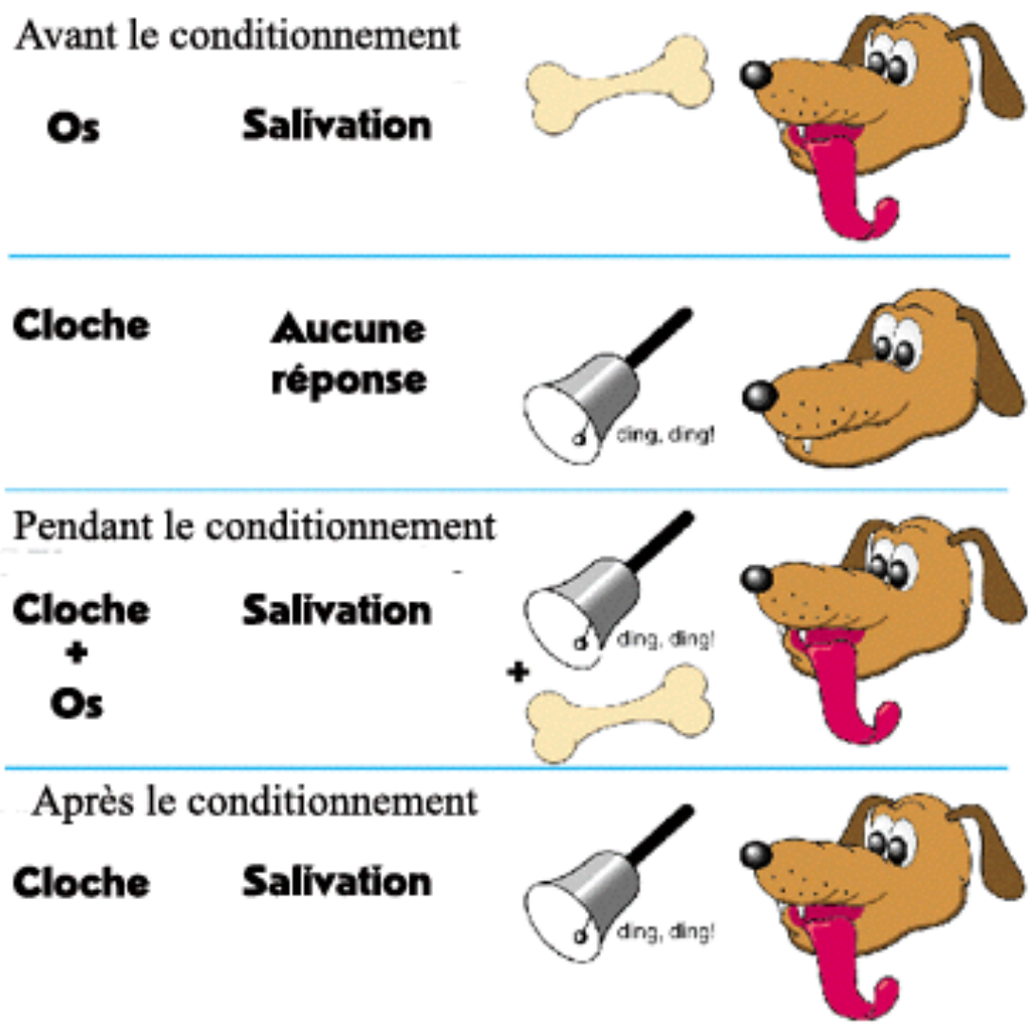
Expérience de Pavlov:

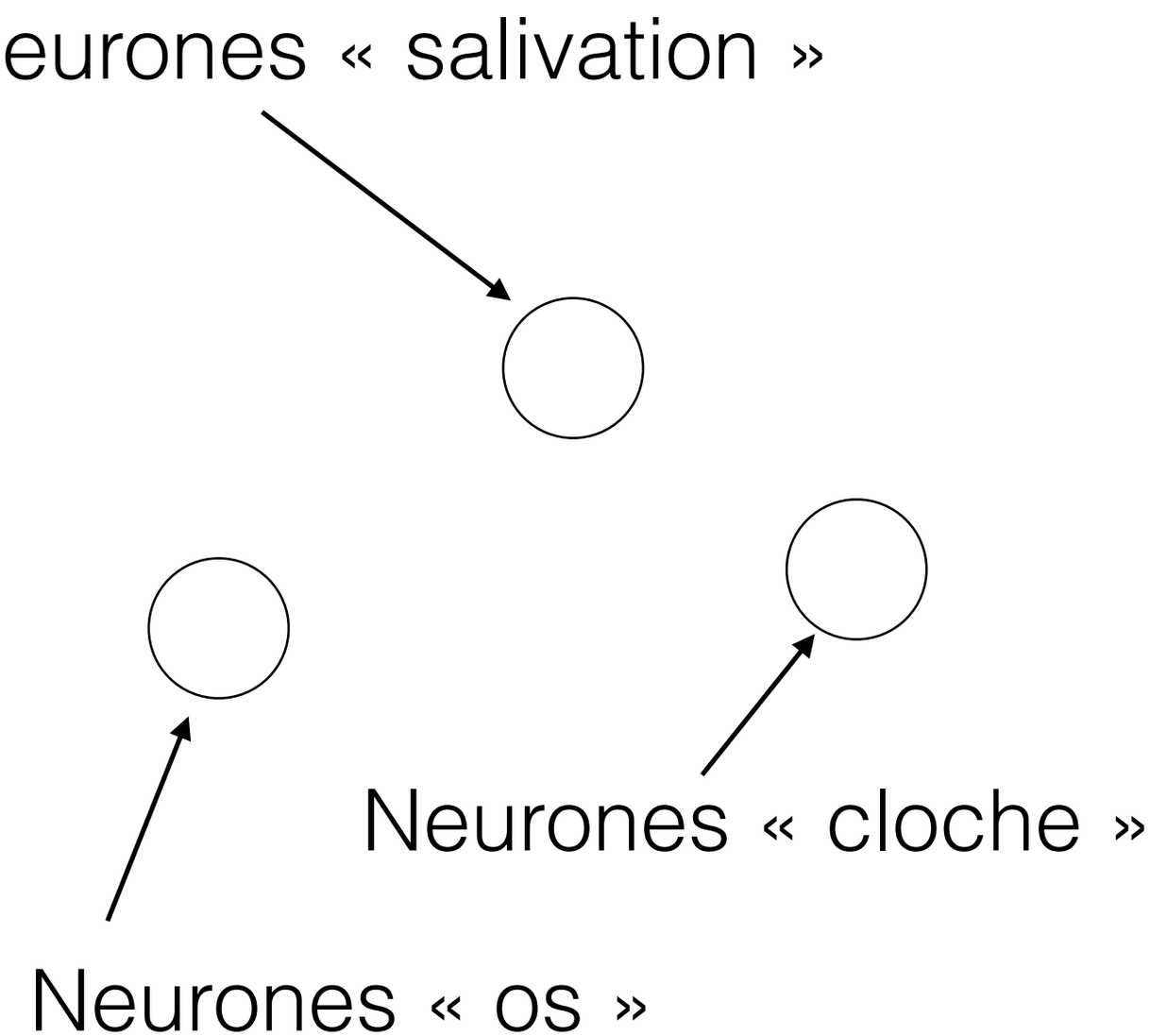


Formes d’apprentissage

L’apprentissage associatif

Interprétation «Hebbienne »

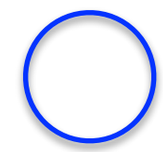




Formes d’apprentissage

L’apprentissage associatif

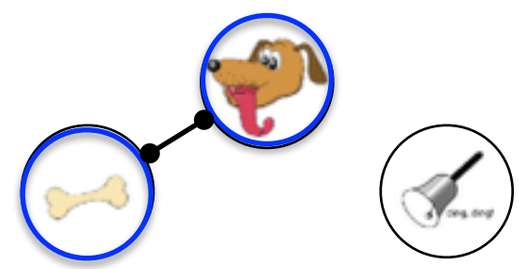
Interprétation «Hebbienne »



neurones actifs

Avant le conditionnement

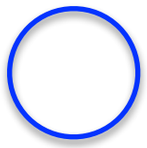
Os **Salivation**



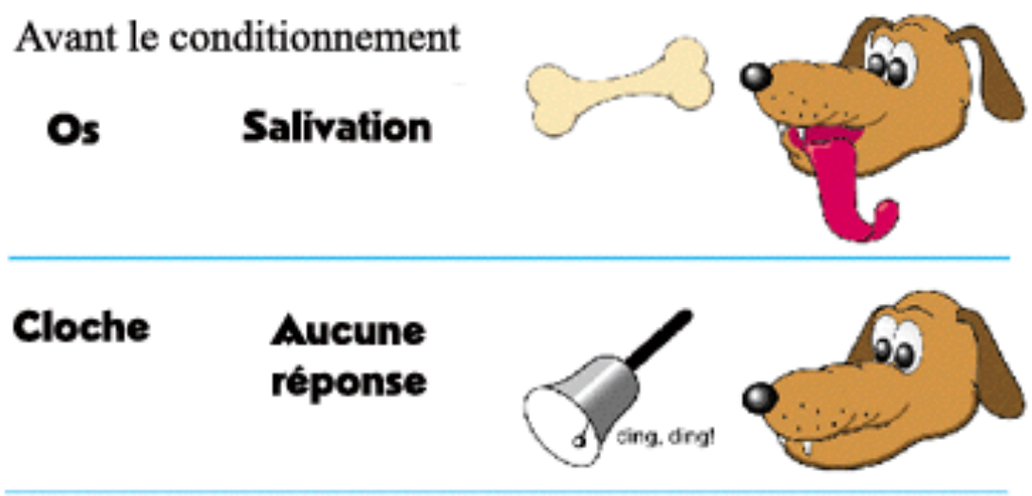
Formes d'apprentissage

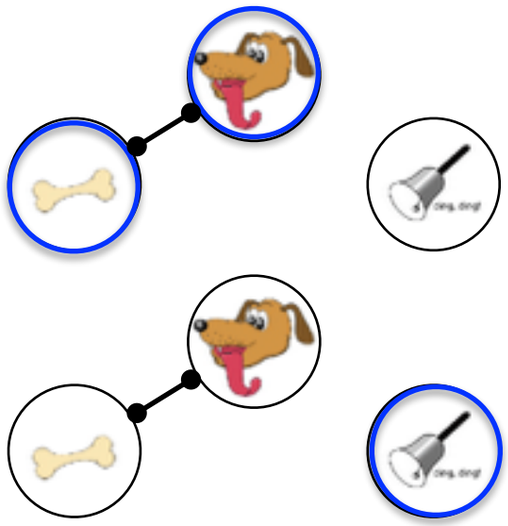
L'apprentissage associatif

Interprétation «Hebbienne »



neurones actifs

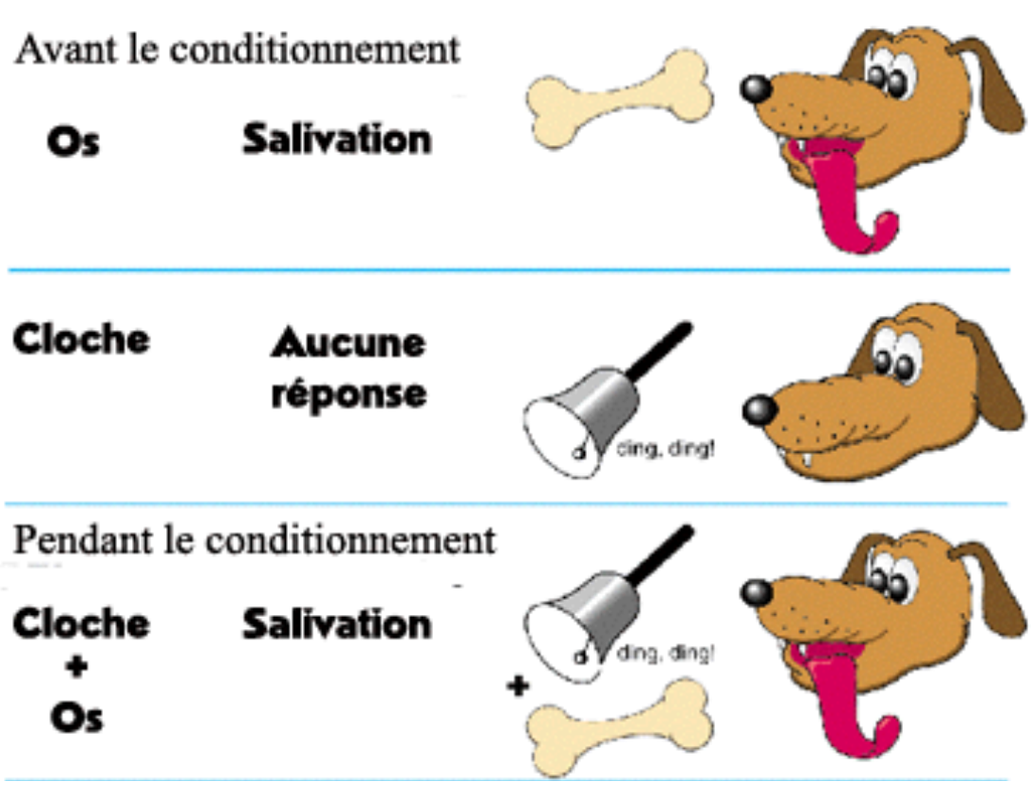


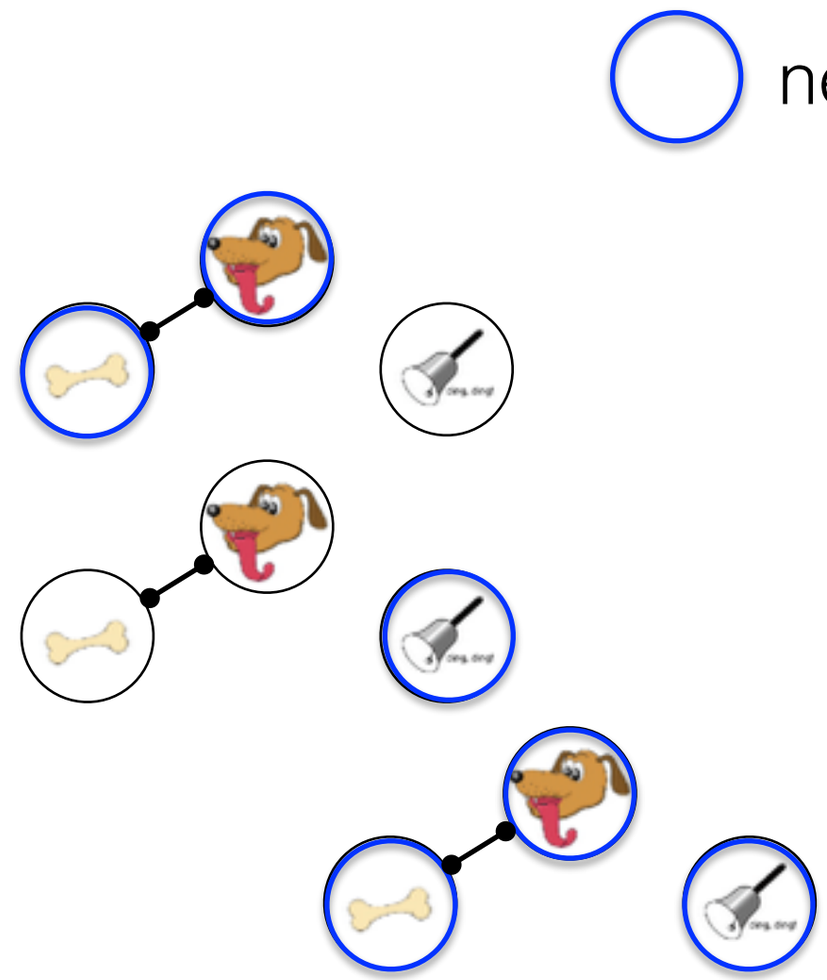


Formes d'apprentissage

L'apprentissage associatif

Interprétation «Hebbienne »

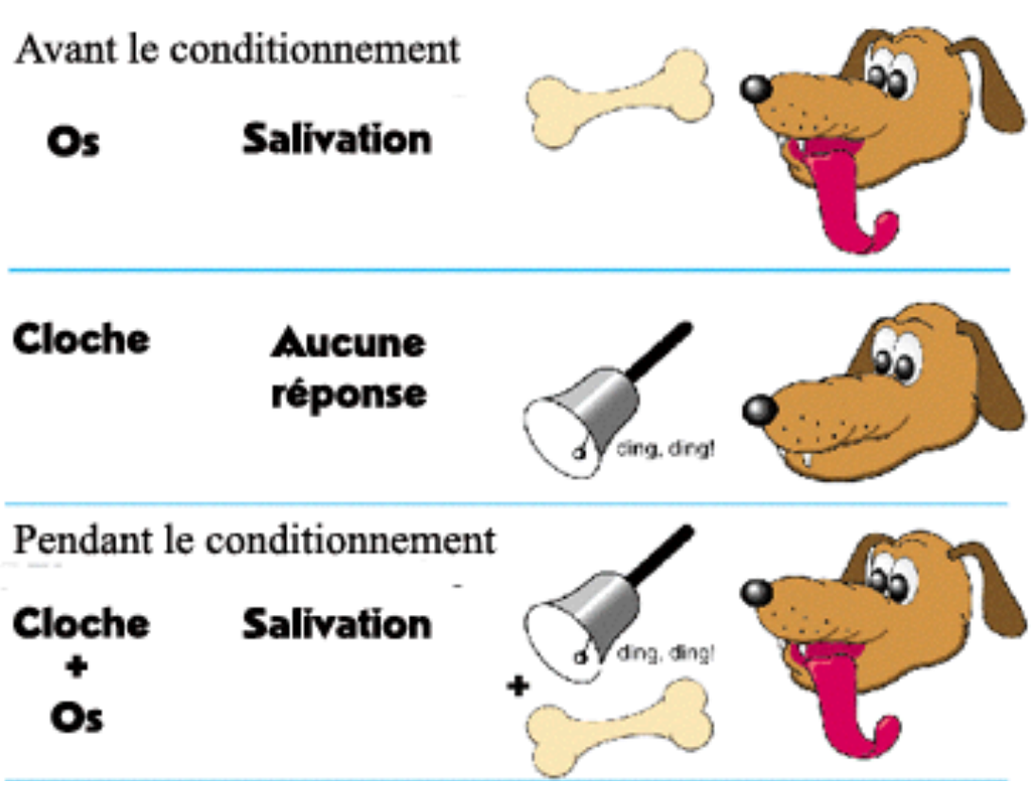


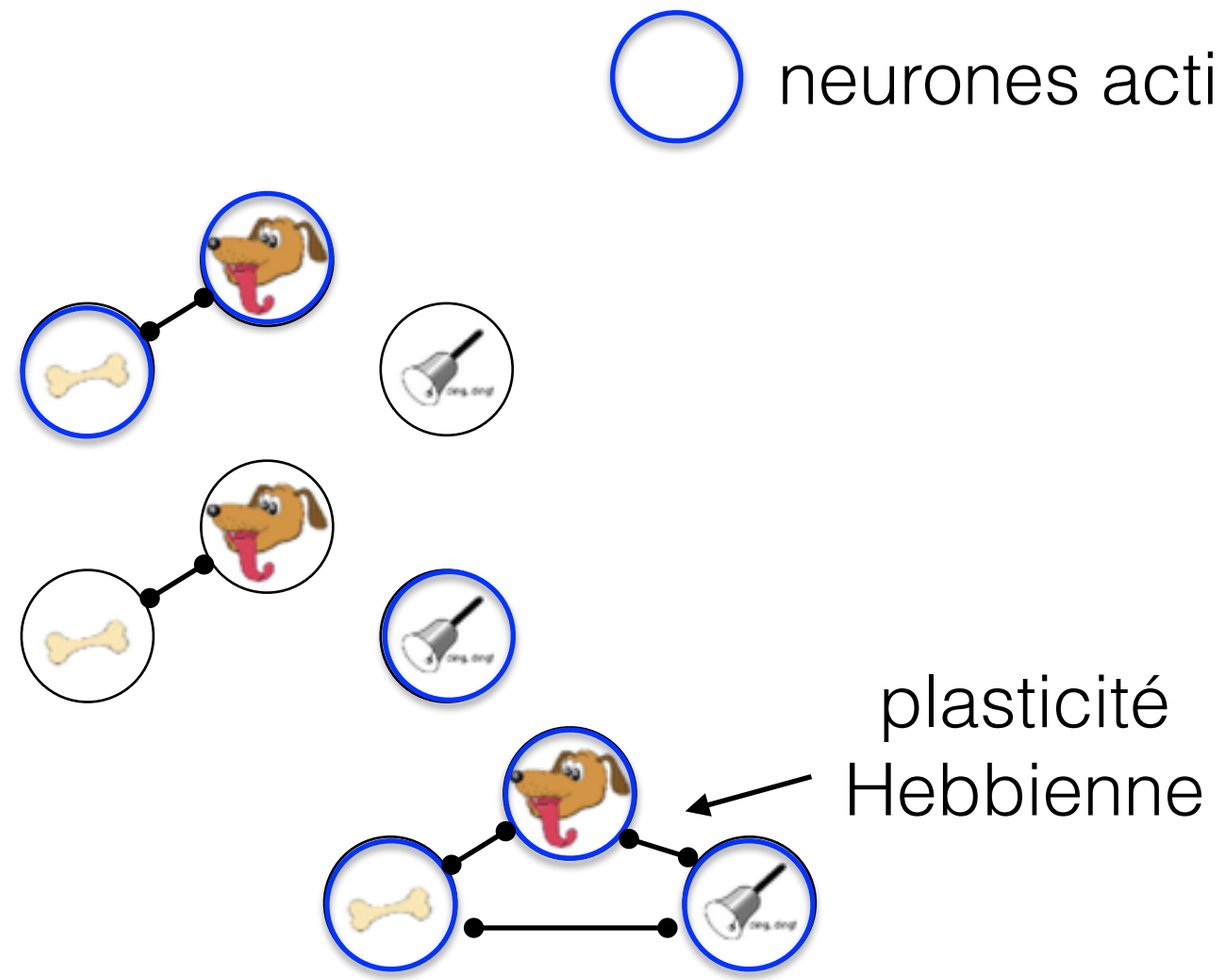


Formes d'apprentissage

L'apprentissage associatif

Interprétation «Hebbienne »

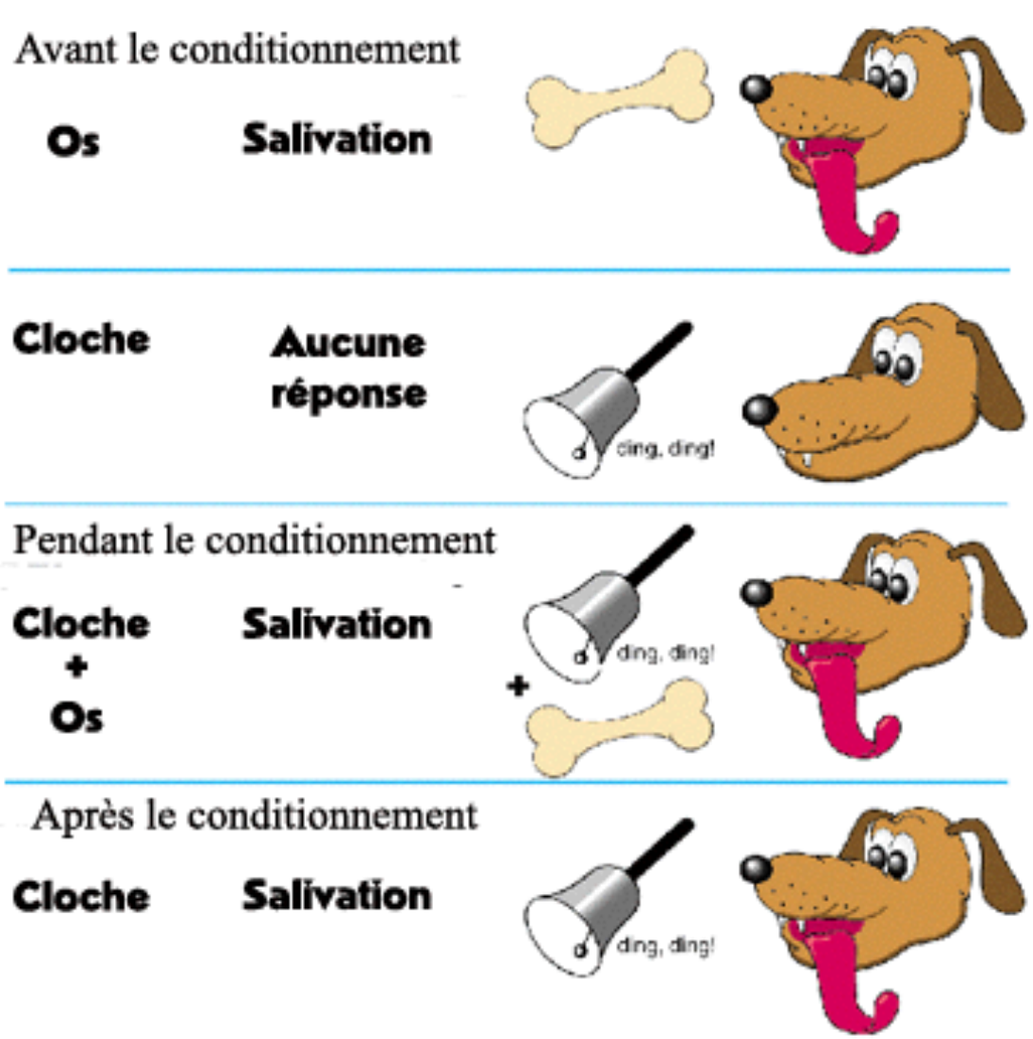


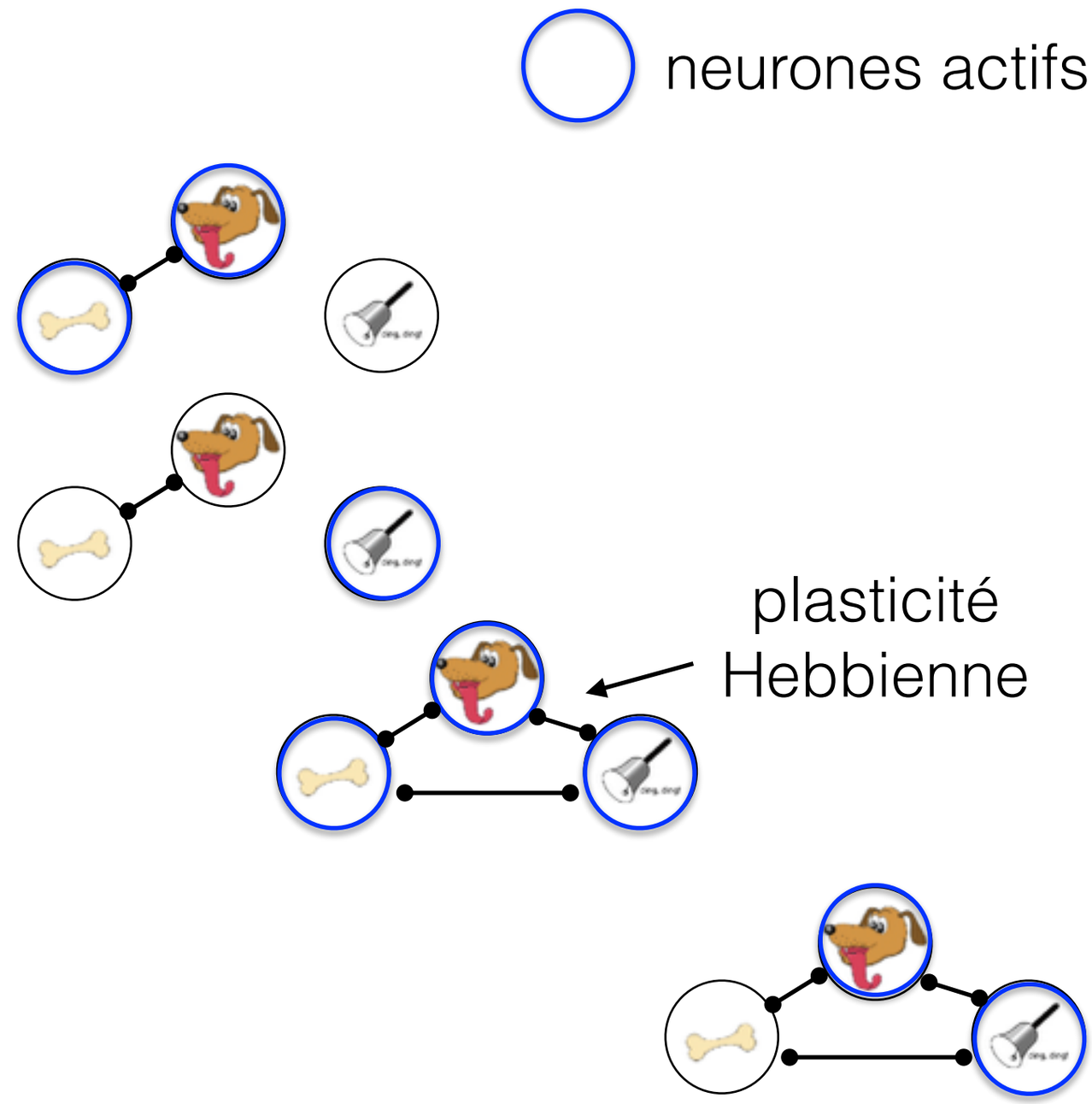


Formes d'apprentissage

L'apprentissage associatif

Interprétation «Hebbienne »

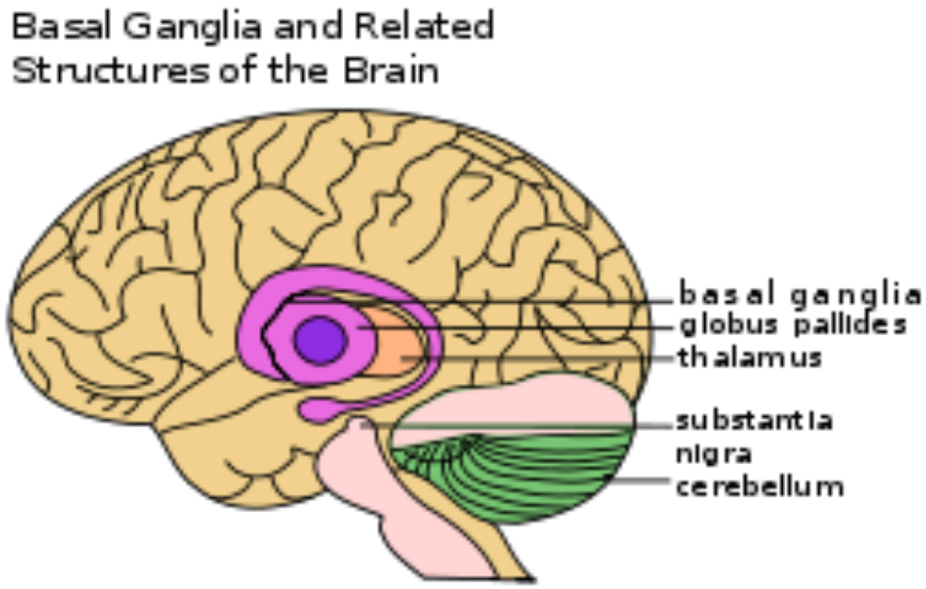




Domaines d’apprentissage

- Apprentissage psychomoteur

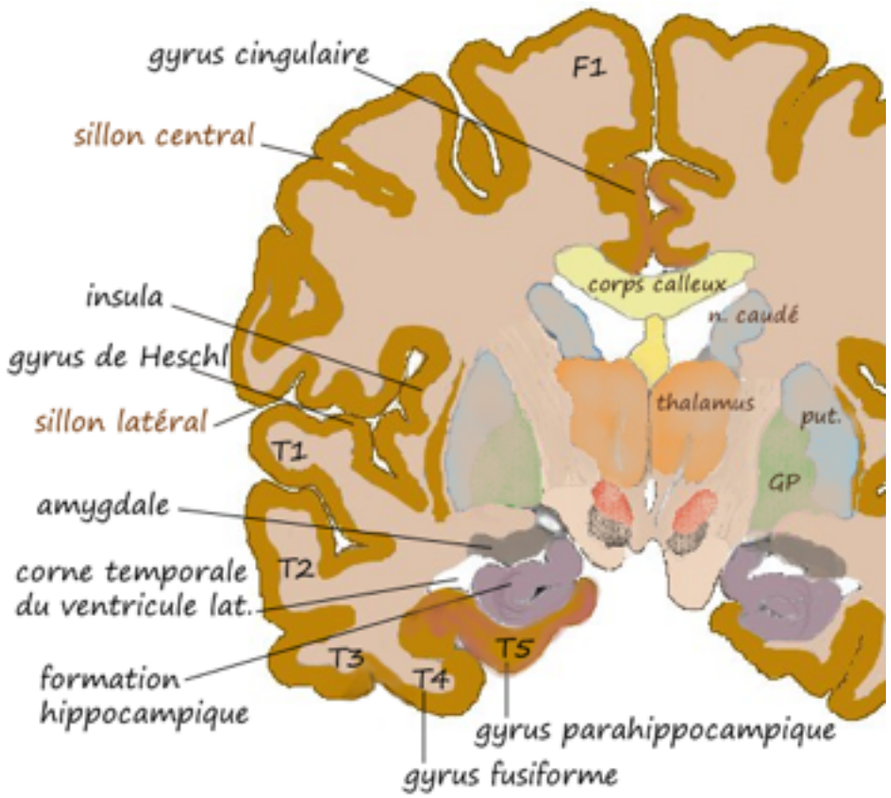
exemples: marcher, jouer au foot, conduire une voiture, etc.
régions du cerveau associées: cervelet, ganglion de la base, cortex moteur



Domaines d’apprentissage

» Apprentissage affectif

exemples: apprécier, ne pas apprécier.
régions du cerveau associées: amygdale (système limbique), cortex

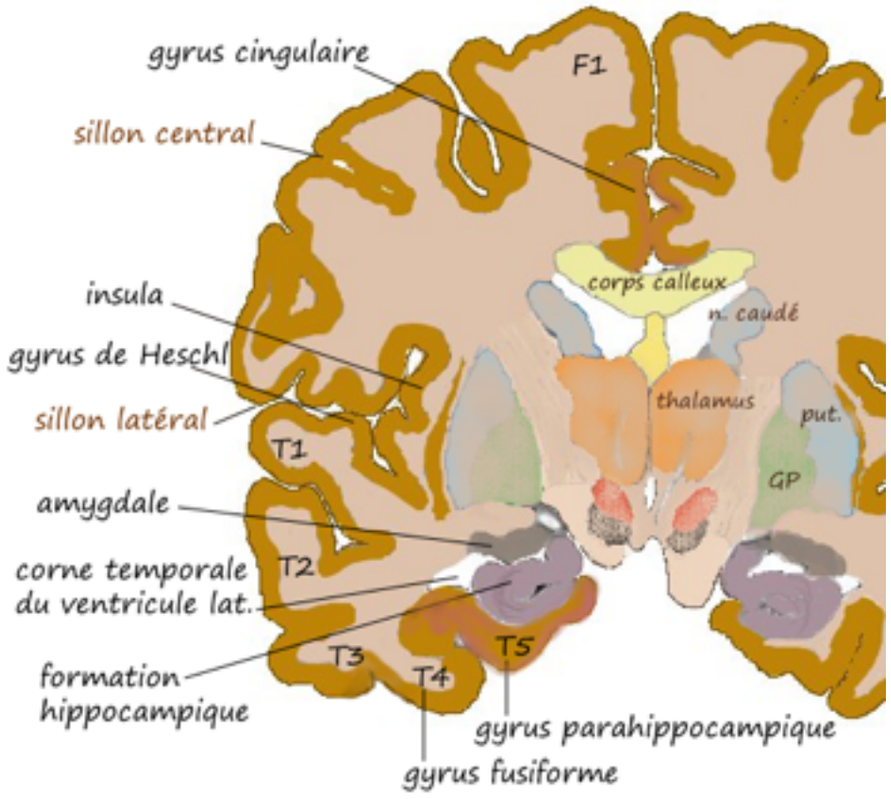


Domaines d’apprentissage

» Apprentissage cognitif

exemples: faire des calculs, tenir un discours, résoudre des problèmes, etc.

régions du cerveau associées: cortex



Domaines d’apprentissage

» Apprentissage perceptif

régions du cerveau associées: cortex

exemple 1:

sans apprentissage

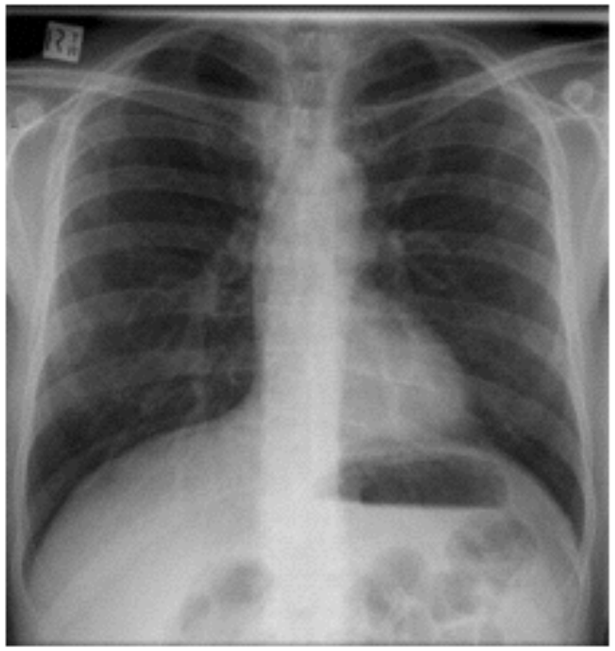
avec apprentissage

Domaines d’apprentissage

» Apprentissage perceptif

régions du cerveau associées: cortex

exemple 2:



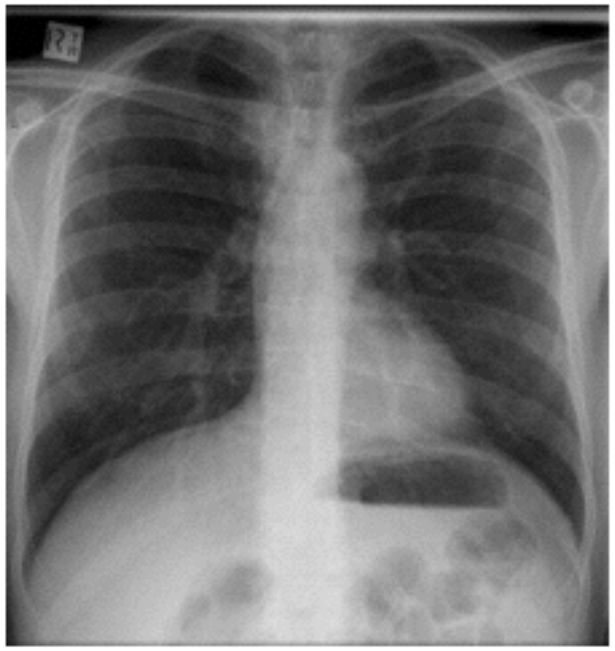
sans apprentissage

Domaines d’apprentissage

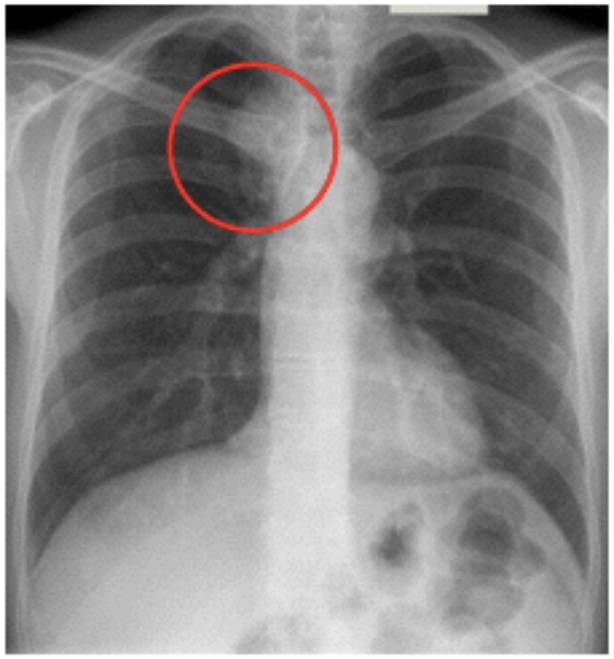
» Apprentissage perceptif

régions du cerveau associées: cortex

exemple 2:



sans apprentissage



avec apprentissage

Domaines d’apprentissage

» Apprentissage perceptif

régions du cerveau associées: cortex

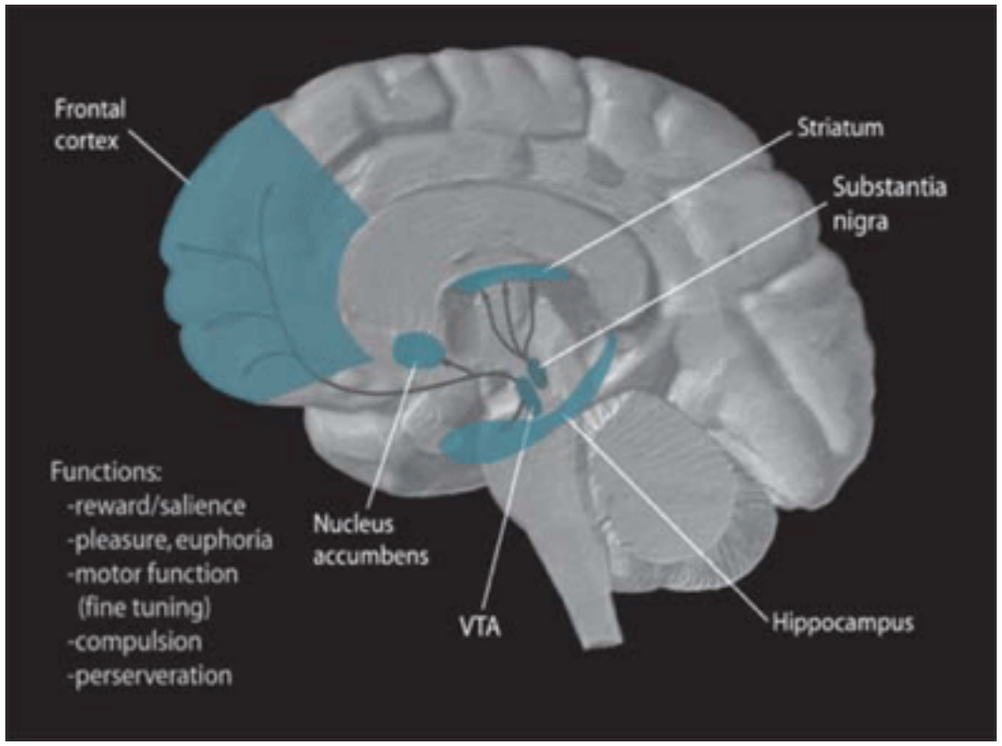
exemple 3: goûter du vin

sans apprentissage =>
dégueu ça pique !

avec apprentissage =>
blablablalba … vanille …
blablabla …barrique …blablabla
… hiboux… bla bla bla

Apprentissage modulé par motivation/récompense

- Idée: zones du cerveau spécialisée dans la récompense/motivation
- Aire tegmentale ventrale: neurones **dopaminergiques** qui projettent dans le cortex (supérieur) et l'hippocampe, et **module** la plasticité



Pour comprendre l’apprentissage

- Enregistrer un comportement
- Enregistrer l’activité neuronale
- Mesurer la force des connections entre les neurones
- Très difficile de faire tout ça !

=> autre approche:
travailler sur des systèmes plus contrôlés

L’apprentissage machine (machine learning)

- But: trouver des algorithmes qui peuvent apprendre de données, et faire des prédictions sur des données

- Domaine en pleine expansion, les machines les plus performantes sont des réseaux de neurones.

L’apprentissage machine (machine learning)

- Exemples de tâche
  - classification
  - regression
  - clustering
  - estimation de densité
  - etc.

L’apprentissage machine (machine learning)

- Apprentissage supervisé
- Apprentissage non-supervisé
- Apprentissage par renforcement
- Applications

Apprentissage supervisé

- But: inférer une fonction F à partir d'un ensemble d'apprentissage

- Ensemble d'apprentissage:

$$\{ \ \{\xi_j^\mu\}_{j=1,\ldots,N} \rightarrow \nu^\mu, \ \mu = 1, \ldots, p \ \}$$

données

labels

- Intérêt:
  on peut ensuite utiliser cette fonction sur des données ne faisant pas partie de l'ensemble d'apprentissage

Apprentissage supervisé

» Exemple

Ensemble d'apprentissage:

$$\{ \ \{\xi_j^\mu\}_{j=1,\ldots,N} \to \nu^\mu, \ \mu = 1, \ldots, p \ \}$$

→ chat

→ chien

→ chien

→ chat etc.

Une fois la fonction apprise:

→ ?

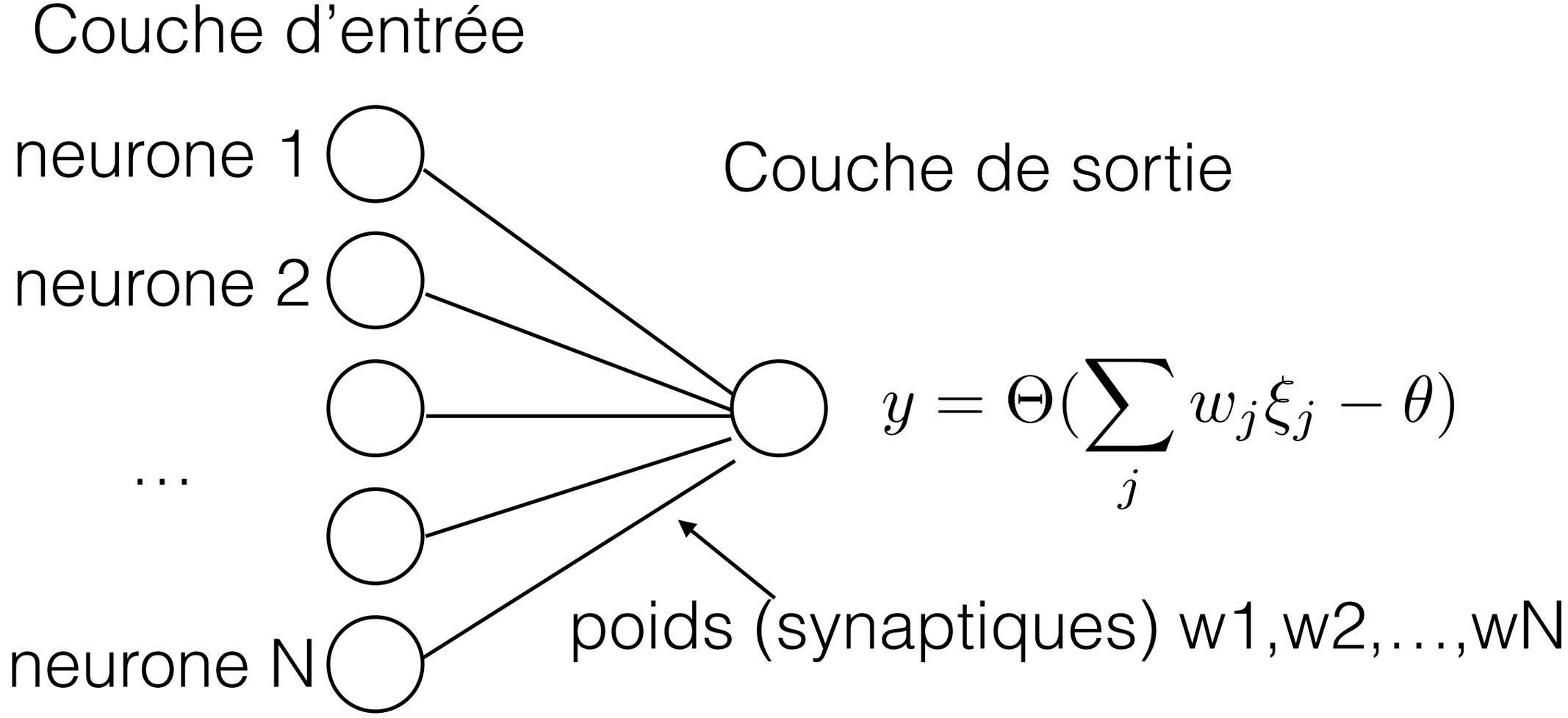
Apprentissage supervisé

- Pour inférer la fonction F « correctement »,
  il faut un ensemble d’apprentissage grand

Apprentissage supervisé

» Le perceptron:

Une machine qui permet de faire des classifications binaires



$\xi_{i=1\ldots N}$ (fréquences de décharge)

Apprentissage supervisé

» Le perceptron:

- Phase d'apprentissage: pour un ensemble d'apprentissage, on règle les poids synaptiques pour que le neurone de sortie donne la bonne réponse

C'est à dire:

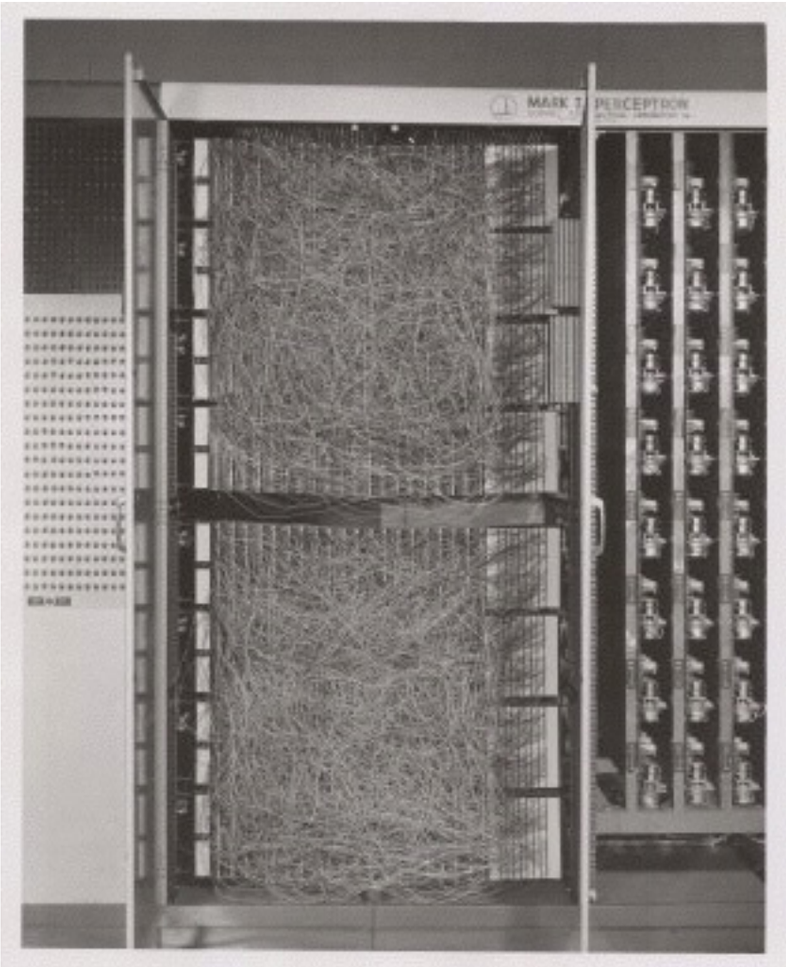
pour $\{ \{\xi_j^\mu\}_{j=1,\ldots,N} \rightarrow \nu^\mu, \ \mu = 1, \ldots, p \}$

on veut $\Theta(\sum_j w_j \xi_j^\mu - \theta) = \nu^\mu$ pour chaque exemple μ

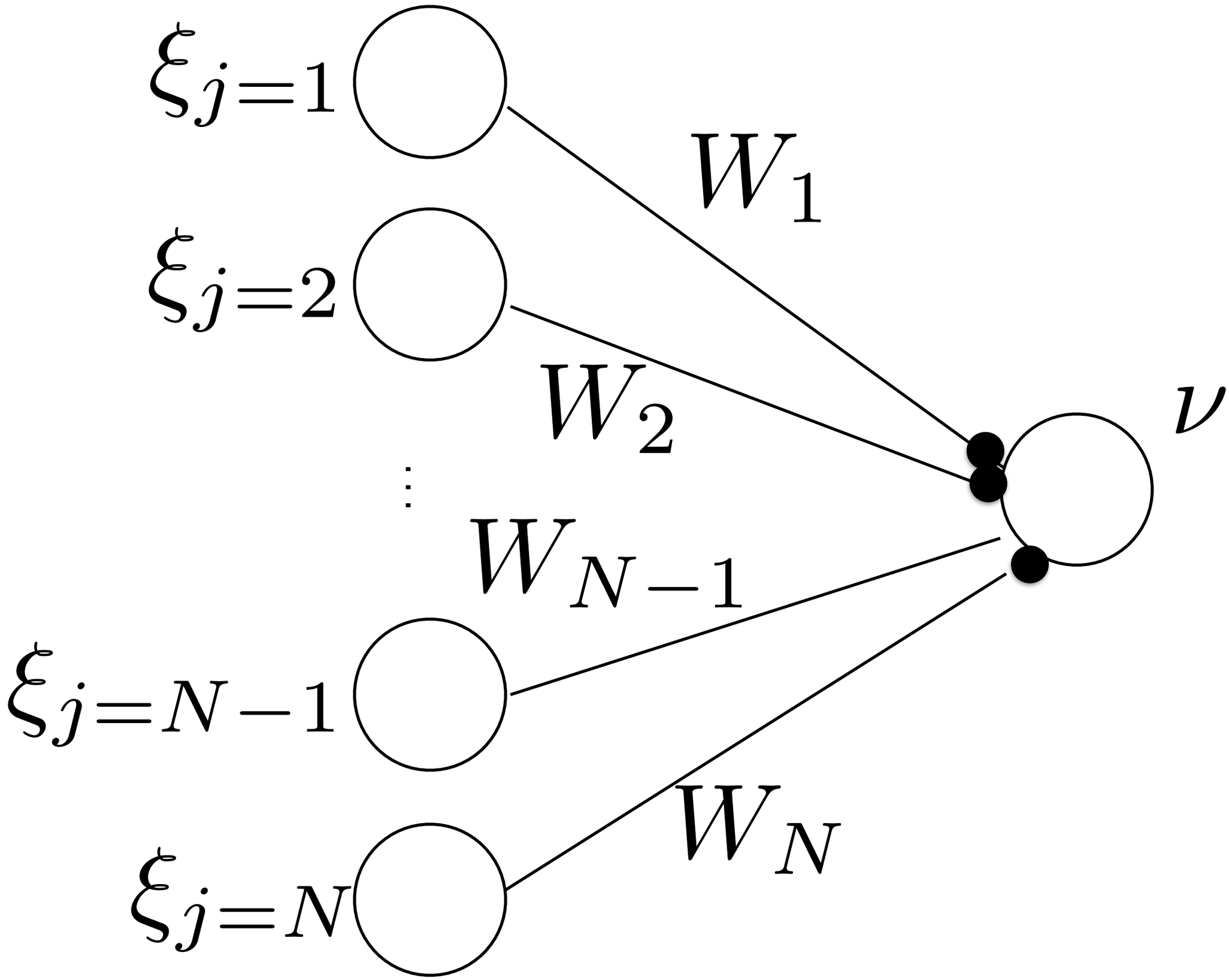
- Ensuite on peut utiliser la machine sur des entrées nouvelles

Apprentissage supervisé

- Le perceptron:



le perceptron Mark I de Rosenblatt


$\xi_{j=1}$
$\xi_{j=2}$
$\xi_{j=N-1}$
$\xi_{j=N}$
W_1
W_2
W_{N-1}
W_N
ν