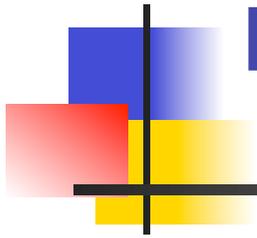


# Modélisation du sommeil et neurones formels



Didier Cugy

S.E.F.S.N - Clinique du sommeil  
CHU -Pellegrin

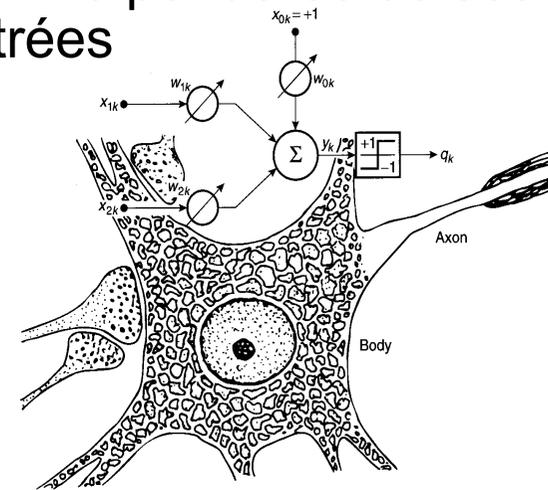


# La machine à traiter l'information

- Approche cybernétique avec la théorie de la boîte noire Shannon et Weaver (1949)
  - Ce qui rentre, informations afférentes
  - Boîte noire, opération centrale
  - Ce qui sort, informations efférentes



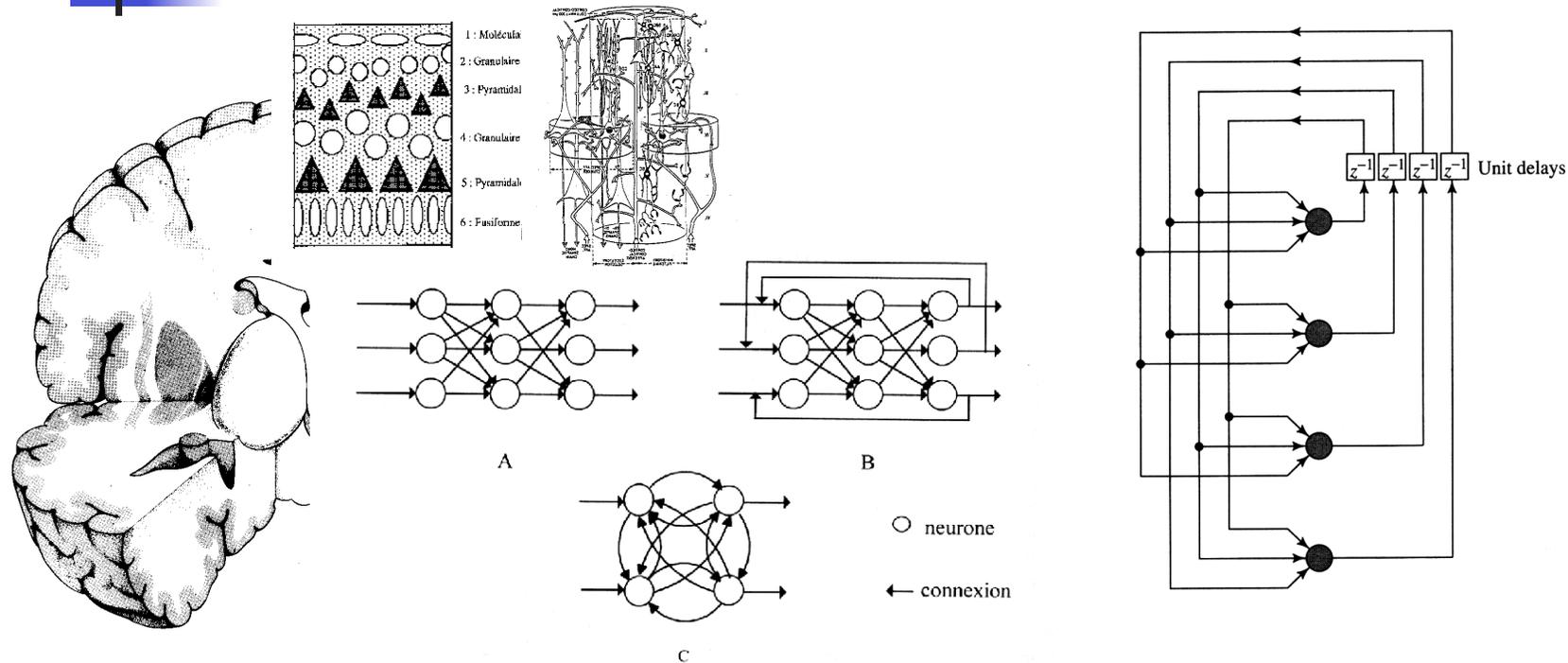
- Approche neuromimétique  
Modèle initial de Mac Culloch et Pitts (1943): le neurone est modélisé comme un système dont la sortie est fonction de la somme pondérée de ses entrées



"Rien n'est aussi pratique qu'une bonne théorie." (K. Lewin)



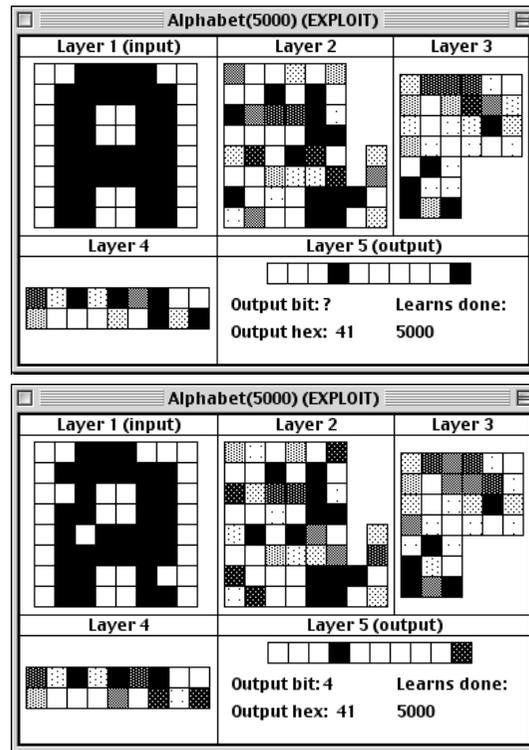
# Approche neuromimétique les réseaux de neurones



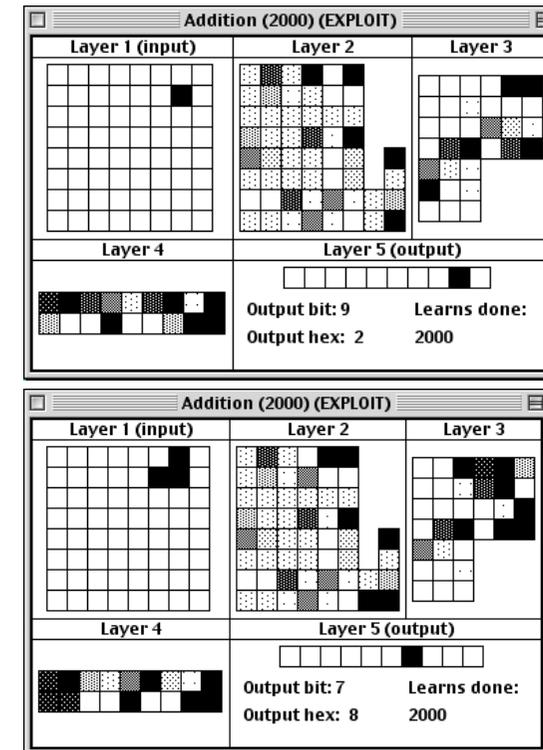
La mémoire du réseau est constituée par l'organisation des différents neurones composant le réseau et les poids synaptiques associés.

# Traitement de données par réseau de neurones

Reconnaissance de formes

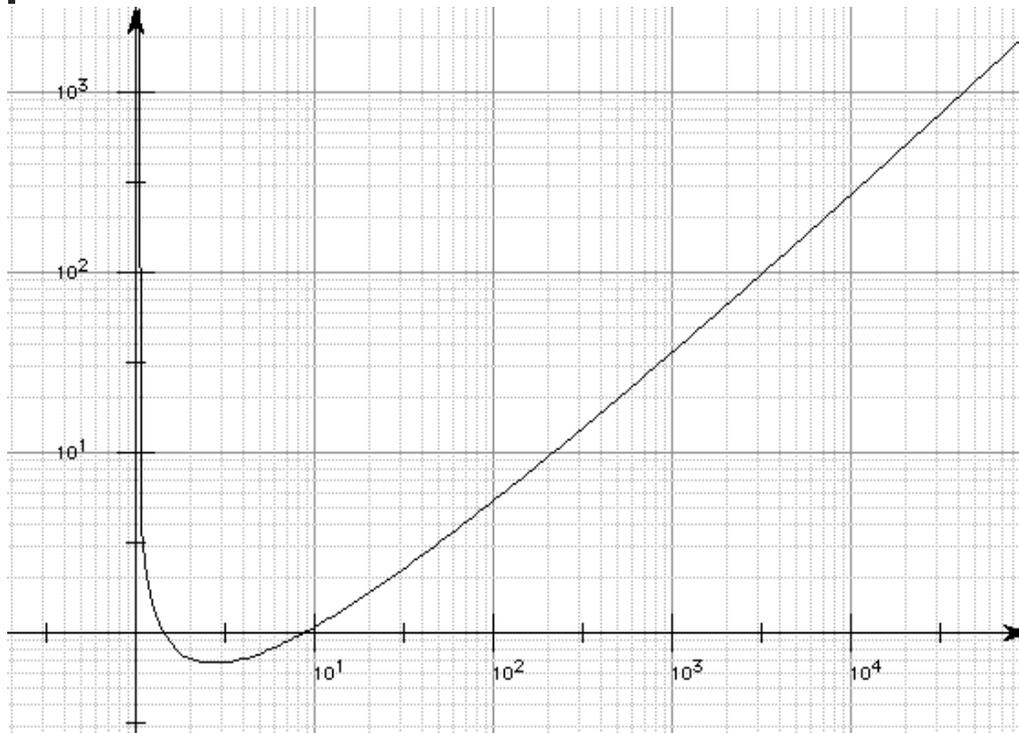


Calcul



Exemples à partir du logiciel Neuron par Didier Cabuzel

# Capacité mnésique d'un réseau de neurones



La capacité maximale du modèle de Hopfield ( $P$ ) si l'on exige qu'il n'y ait aucune erreur de reconnaissance est de l'ordre de :

$$P \leq N / 4 \ln(N)$$

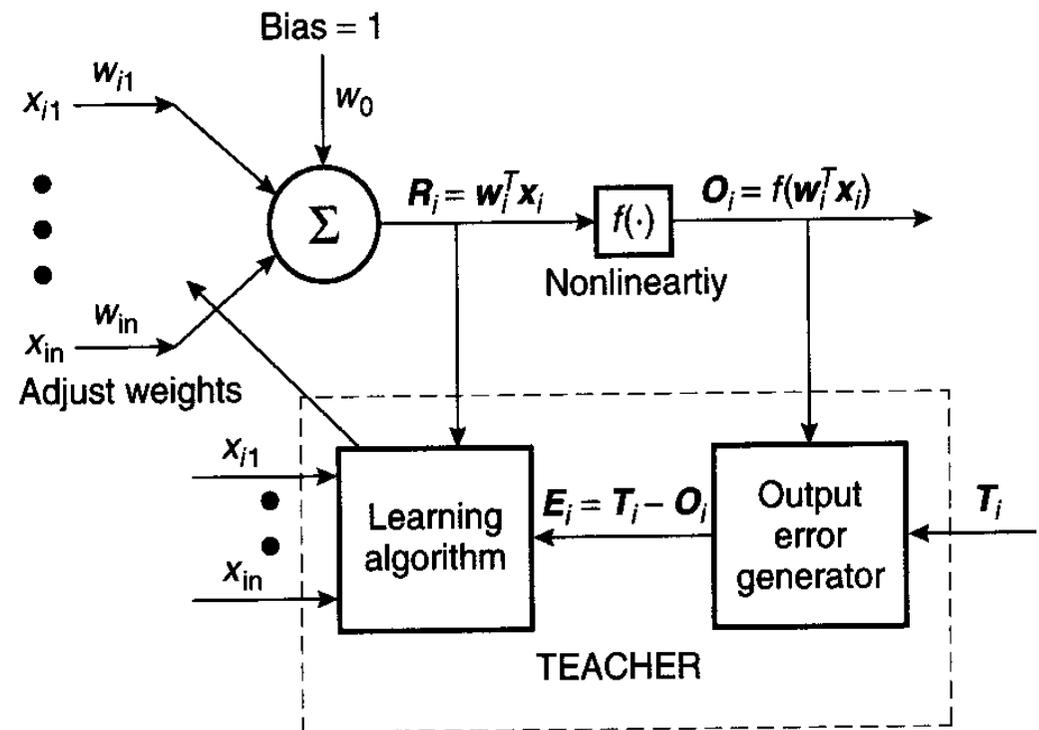
Komlos & Paturi 1988

Dans tous les cas il existe une limite au nombre de prototypes pouvant être reconnus par le réseau.

**Ces mémoires sont SATURABLES**

# Apprentissage supervisé

- L'apprentissage est réalisé au moyen d'un module « enseignant »
- Une fois l'apprentissage réalisé le réseau fonctionne sur un mode déterministe



# Apprentissage Hebbien



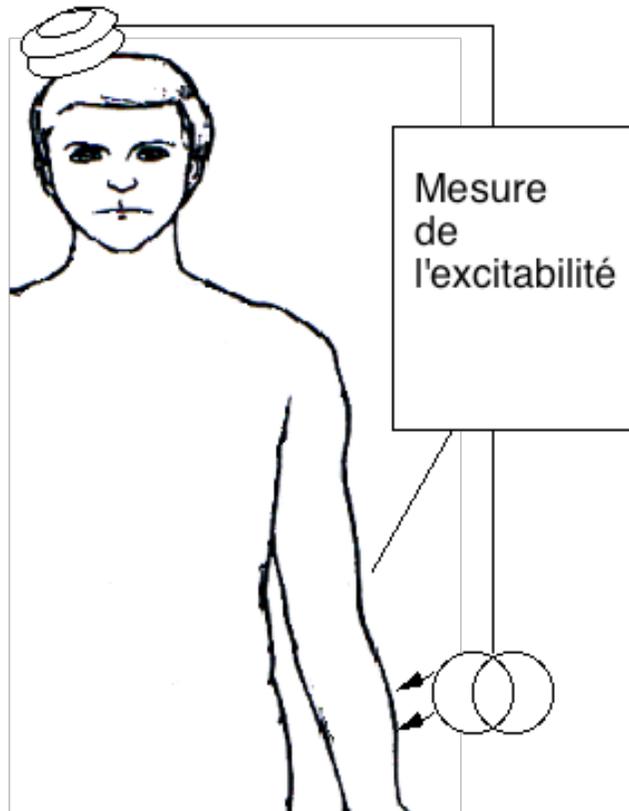
I.M. Sechenov

La loi de Hebb (Stent - 1973), relative à l'évolution du poids synaptique peut être exprimée de la façon suivante :

- Si deux neurones partageant une synapse (pré et post) sont activés simultanément (de façon synchrone), alors le poids de cette synapse est augmenté.
- Si deux neurones partageant une synapse sont activés de façon asynchrone, alors le poids de cette synapse est diminué.

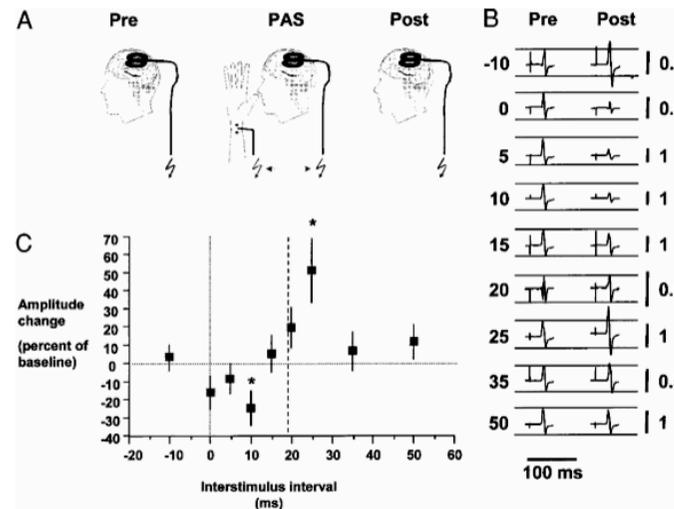
# Potentialisation Hebbienne chez l'homme

Stimulation Magnétique



Stimulation électrique

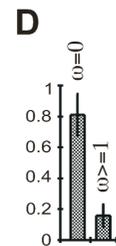
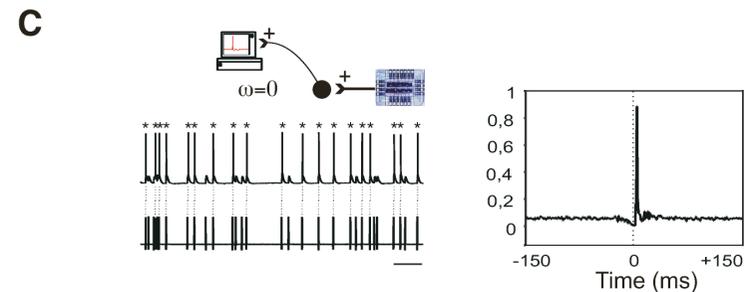
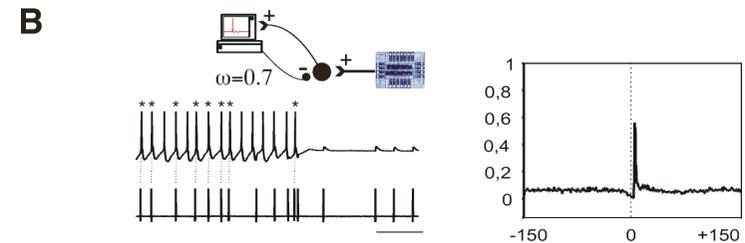
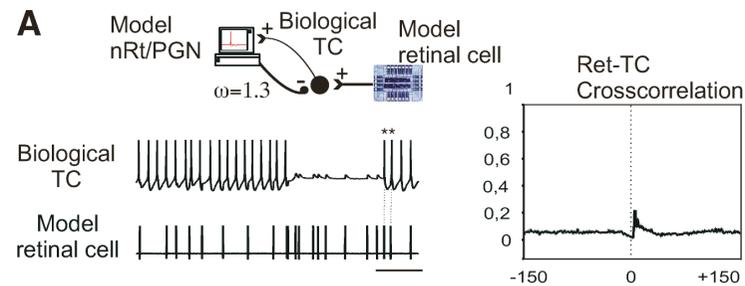
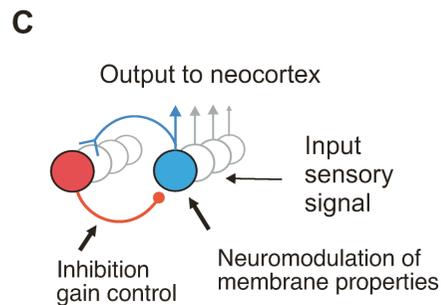
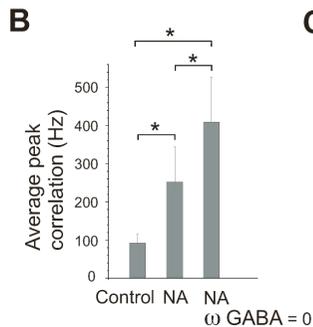
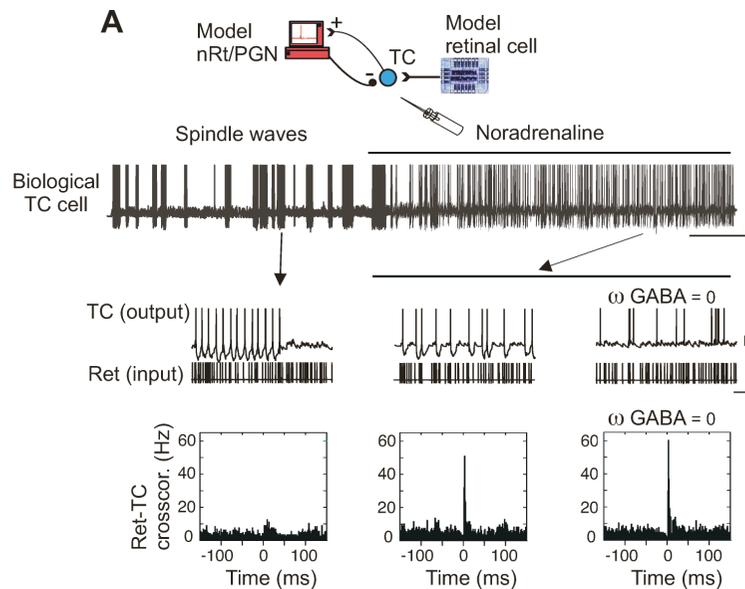
Mise en évidence chez l'homme d'une potentialisation Hebbienne corticale par stimulations Magnétiques et Electriques Synchronisées.



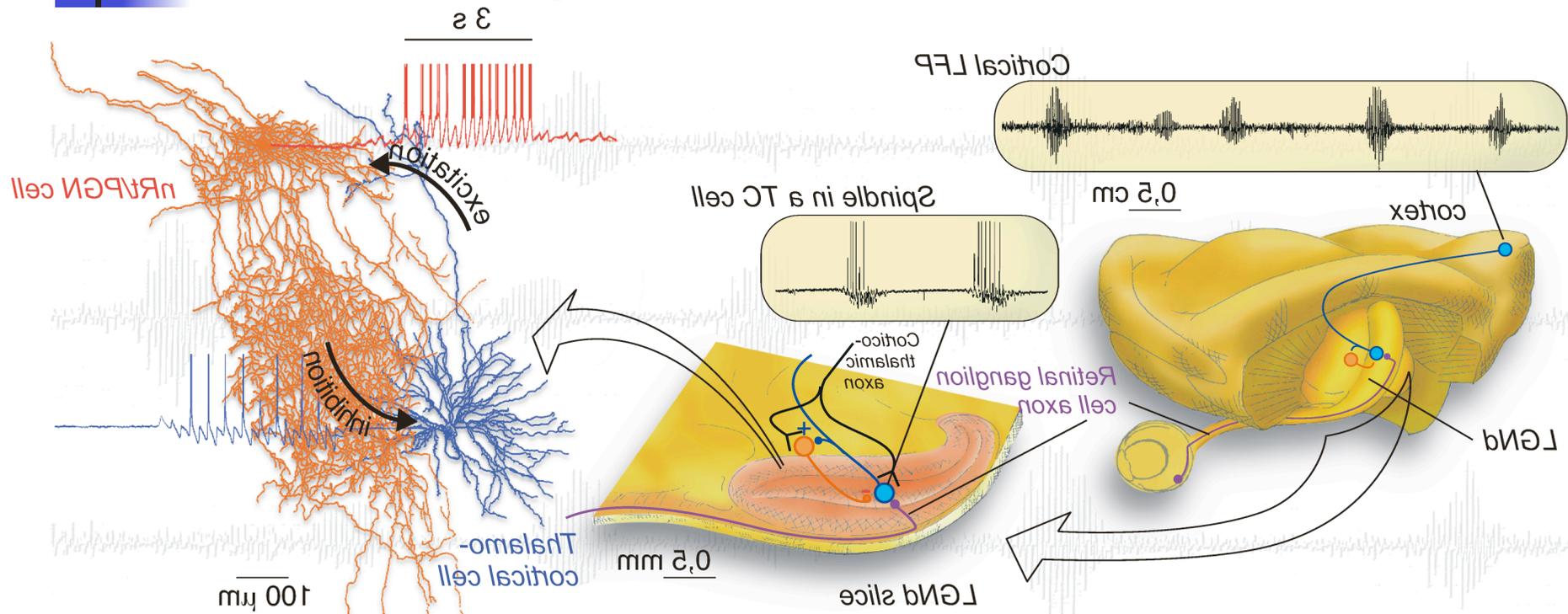
**Katja Stefan, Joseph Claßen & al ; Brain(2000), 123, 572-584 (Rostock)**  
Synaptic modification by correlated activity : Hebb's postulate revisited  
**Bi G; Poo M. Annu Rev Neurosci 2001;24;139-66**

# Flux informationnels

## Le thalamus : un filtre actif



# Flux de données et filtrage thalamique



## Feedback inhibition controls spike transfer in hybrid thalamic circuits

Gwendal Le Masson<sup>+</sup>, Sylvie Renaud-Le Masson<sup>†</sup>, Damien Debay<sup>‡</sup> & Thierry Bal<sup>‡</sup>

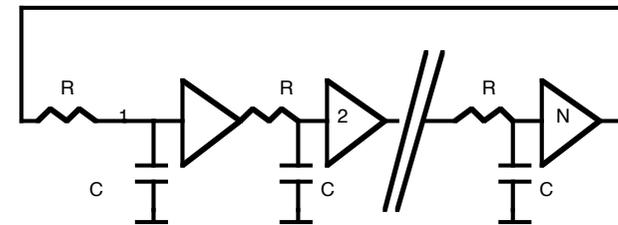
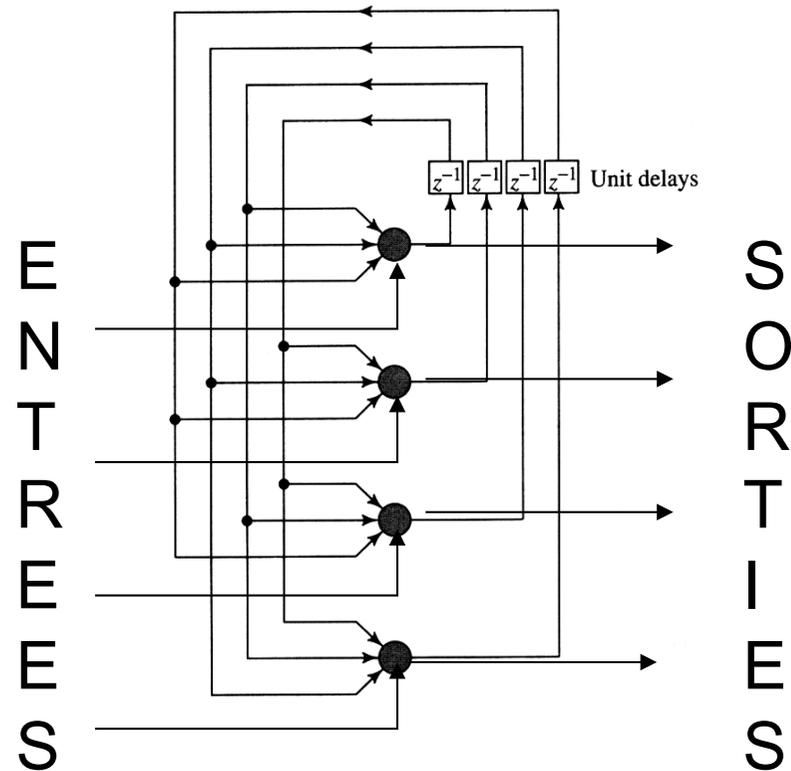
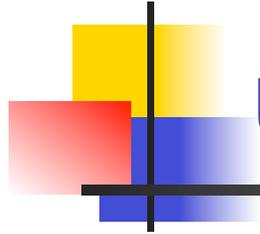
NATURE | VOL 417 | 20 JUNE 2002

## Synaptic background activity controls spike transfer from thalamus to cortex

Jakob Wolfart<sup>1,3,4</sup>, Damien Debay<sup>1,4</sup>, Gwendal Le Masson<sup>2</sup>, Alain Destexhe<sup>1</sup> & Thierry Bal<sup>1</sup>

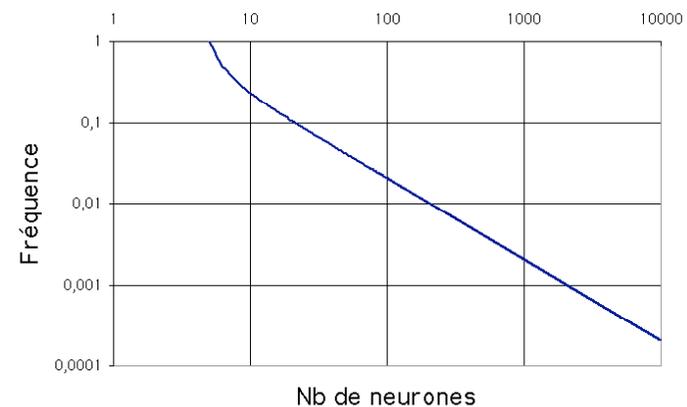
VOLUME 8 | NUMBER 12 | DECEMBER 2005 NATURE NEUROSCIENCE

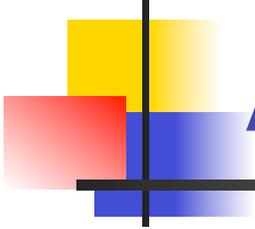
# Réseau de hopfield déafférenté un modèle d'oscillateur



$$f = \frac{1}{2\pi RC} \operatorname{tg}\left(\frac{2\pi}{N}\right)$$

$$\operatorname{tg}\left(\frac{2\pi}{N}\right) \cong \frac{2\pi}{N} \quad f = \frac{1}{NRC}$$



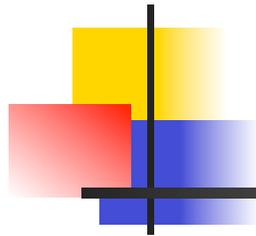


# Auto-oscillation et loi de Hebb

---

L'application du modèle d'oscillateur constitué de neurones chainés les uns aux autres fait qu'il est possible d'appliquer le 2ème principe de la loi de Hebb (Si deux neurones partageant une synapse sont activés de façon asynchrone, alors le poids de cette synapse est diminué - Stent 1973) à ce modèle dans le cas de l'auto-oscillation.

Ceci suggère qu'une fonction de filtrage informationnel par réduction globale des poids synaptiques pourrait être associée au sommeil à ondes lentes et peut être de façon plus généralisée aux activités EEG synchrones.



# Impact fonctionnel

---

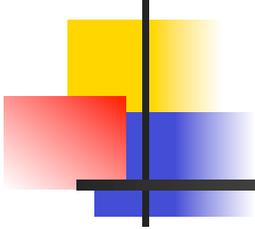
La réduction globale des poids synaptiques diminue « l’empreinte mnésique » liée aux apprentissages antérieurs et devrait permettre ainsi d’optimiser la capacité de mémorisation du réseau.

Il pourrait ainsi être associé au sommeil lent une fonction de restauration de la capacité à mémoriser.

Neuronal Regulation vs Synaptic Unlearning in Memory Maintenance Mechanisms, David Horn & Nir Levy, school of physics and astronomy, Tel Aviv University, Israel, 21 April 1998

<http://citeseer.ist.psu.edu/153694.html>

David Horn, Nir Levy, and Eytan Ruppin. Memory maintenance via neuronal regulation. *Neural Computation*, 10:1--18, 1998.

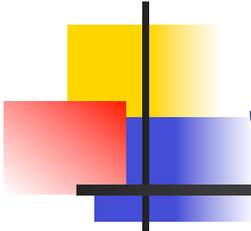


# Et le sommeil paradoxal ?

---

Il est associé au sommeil paradoxal une activité généralisée identifiée par les PGO.

Cette activité généralisée pourrait être assimilée à celle d'un générateur de bruit et par la même participer à des fonctions d'optimisation de la mémoire.



# Je pense donc j'essuie

