

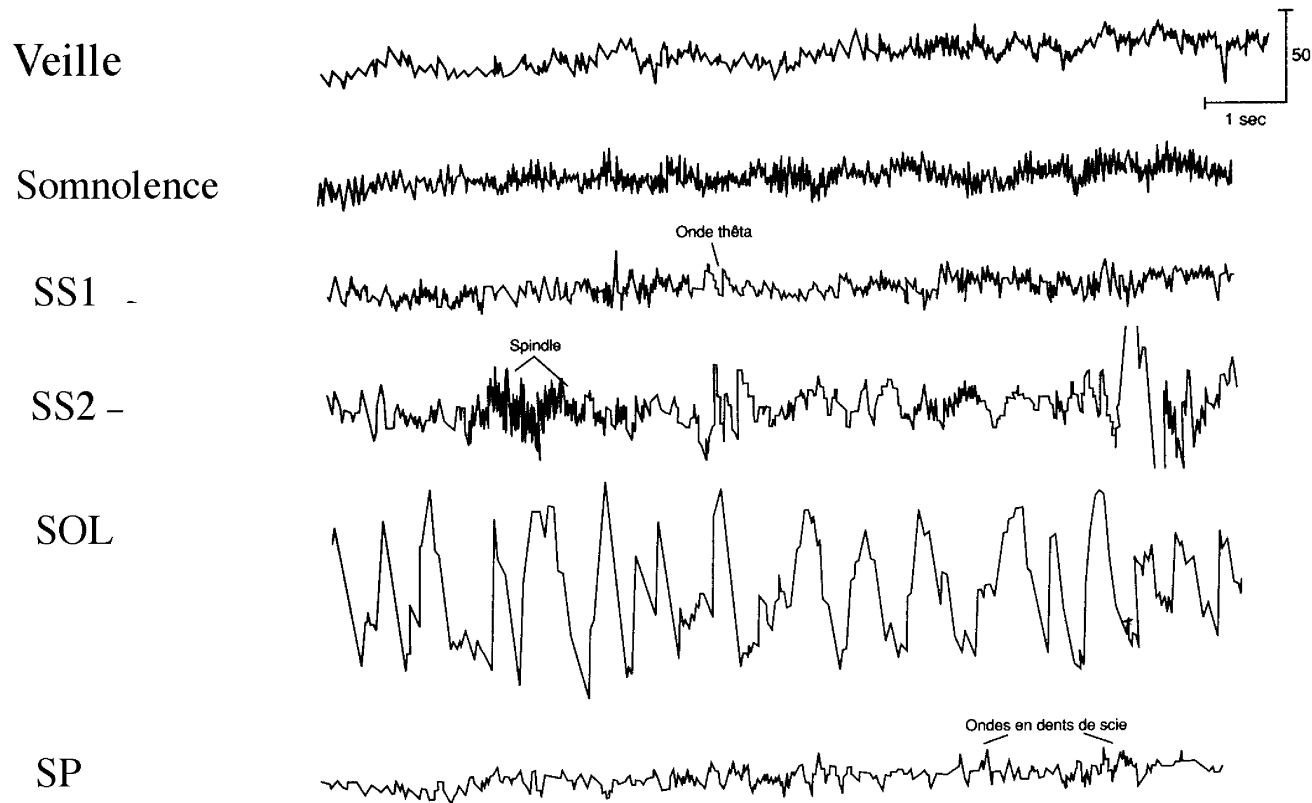
Processus itératifs du sommeil et troubles cliniques

Didier Cugy

Clinique du Sommeil

Hôpital Pellegrin - Bordeaux

Les fluctuations de l'électrogénèse durant le sommeil



Le sommeil est caractérisé par une organisation cyclique

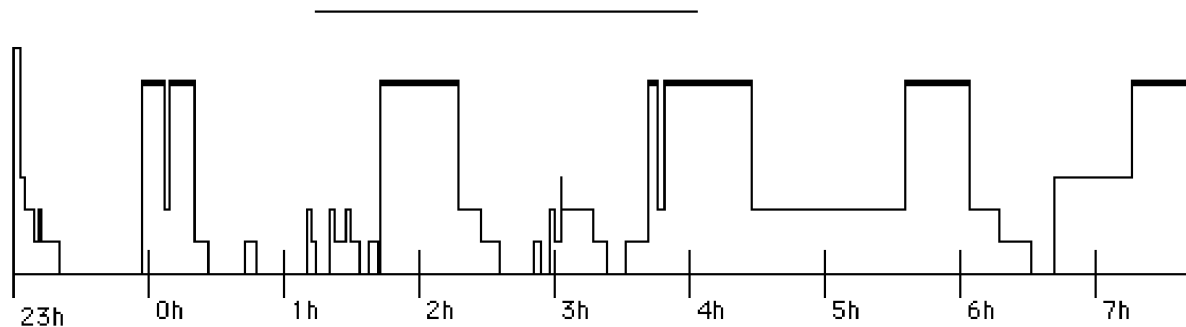
- Organisation circadienne des états de vigilance
- Organisation ultradienne en cycles

Date de l'examen : 28/1/99

Heure de début : 23h

Heure de fin : 7h 41

Eveil
SP
SI
SH
Stade 1
Stade 2
Stade 3
Stade 4



Approche à partir des modèles de régulation du sommeil

- Observations physiologiques :
 - La chronologie et la durée du sommeil sont strictement régulées.
 - Il existe des rebonds spécifiques de Sommeil Lent et de Sommeil Paradoxal après privation sélective
 - Le sommeil orthodoxe et le sommeil paradoxal présentent des différences majeures concernant notamment l'électrogénèse, la thermorégulation et la physiologie cardio-respiratoire.

Hypothèse fonctionnelle

(Feinberg 1974, Borbely 1982, Daan 1984)

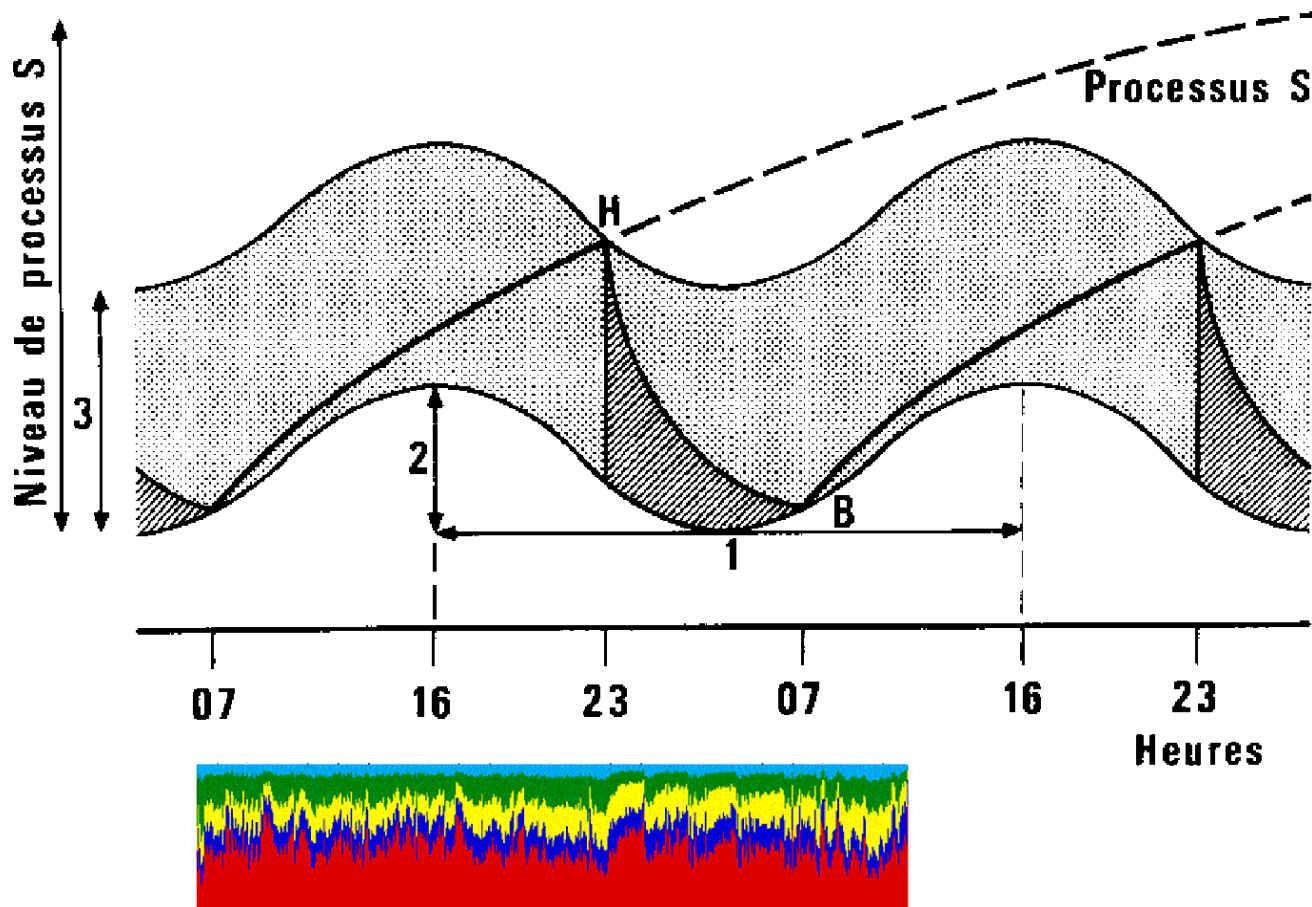
- Le sommeil a pour objet de permettre la récupération de la période d'éveil précédente et de préparer à la période à venir.
- Les données relatives au sommeil orthodoxe sont conformes à cette hypothèse alors que cela n'est pas le cas pour celles relatives au sommeil paradoxal (Borbely 1981, Steriade 1993)

- Les données relatives au Sommeil Paradoxal évoquent plutôt un rapport à l'organisation du sommeil orthodoxe précédent (Meddis 1975).
- L'ensemble des observations évoque :
 - Que le sommeil orthodoxe assumerait les fonctions initiales du sommeil
 - Que le sommeil paradoxal aurait un rôle dans des fonctions complémentaires.

Le modèle de régulation à deux processus (Borbély, Daan & al 1981)

- L'organisation temporelle des états de veille et de sommeil résulterait de l'interaction de deux processus
 - Un **processus homéostasique** régulant le besoin immédiat de sommeil (**Processus S**)
 - Un **processus circadien** assurant la prise en compte du « temps » environnant (**Processus C**)

Le modèle de Borbely



Intérêts et Limites du modèle

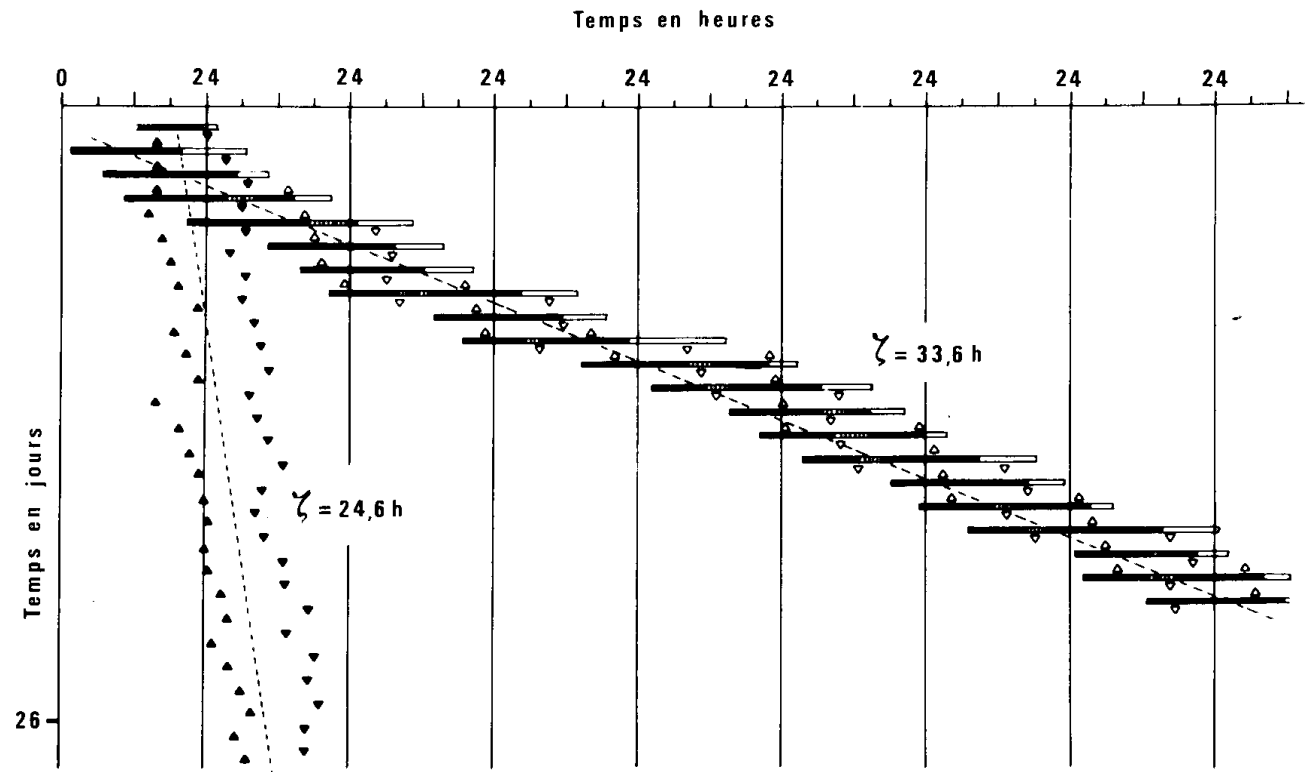
- Le modèle rend compte des modifications observées de l'organisation du sommeil lors des expériences d'isolement temporel. Il en est de même quant aux perturbations de l'organisation du sommeil retrouvées chez les travailleurs postés (Daan 1984, Achermann 1994)
- Il ne peut prédire la survenue des éveils et du passage en sommeil paradoxal.

Le modèle à deux oscillateurs

(Kronauer, Czeisler & al 1982)

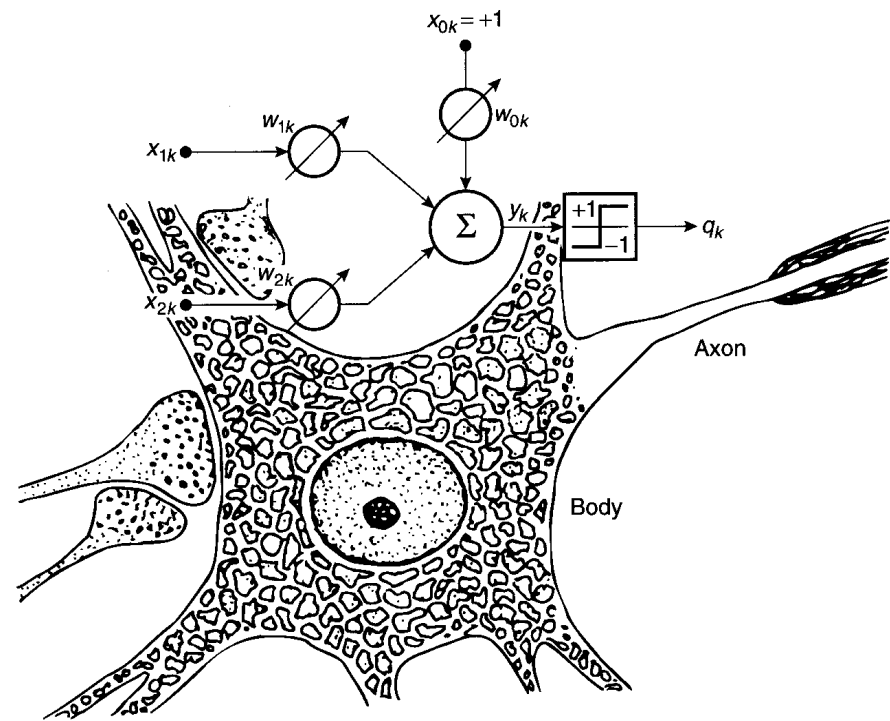
L'alternance veille
sommeil est sous
dépendance de
l'interaction de deux
oscillateurs.

Ce modèle explique
l'état de
désynchronisation
interne observé chez les
sujets placés en
isolement temporel



Approche à partir des modèles neuromimétiques

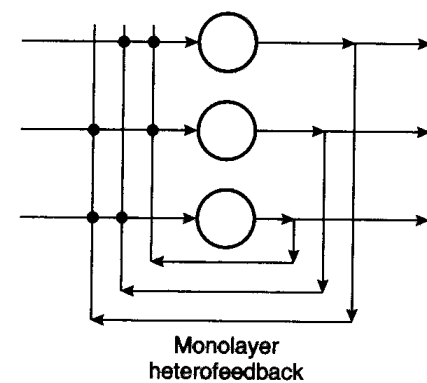
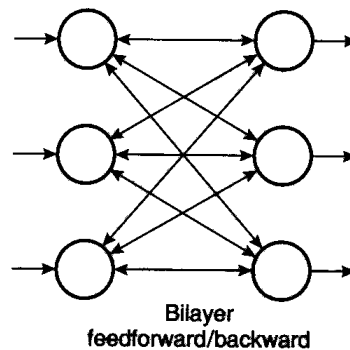
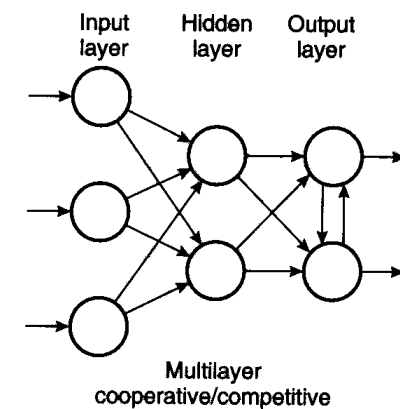
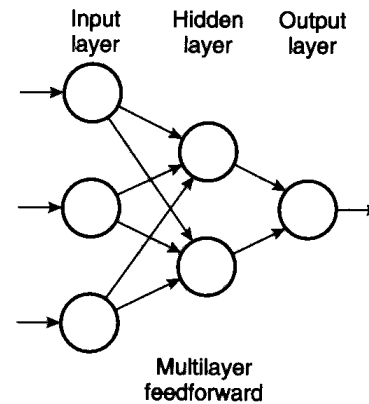
- Modèle initial de Mac Culloch et Pitts (1943): le neurone est modélisé comme un système dont la sortie est fonction de la somme pondérée de ses entrées



Les neurones peuvent être associés entre eux pour créer des réseaux

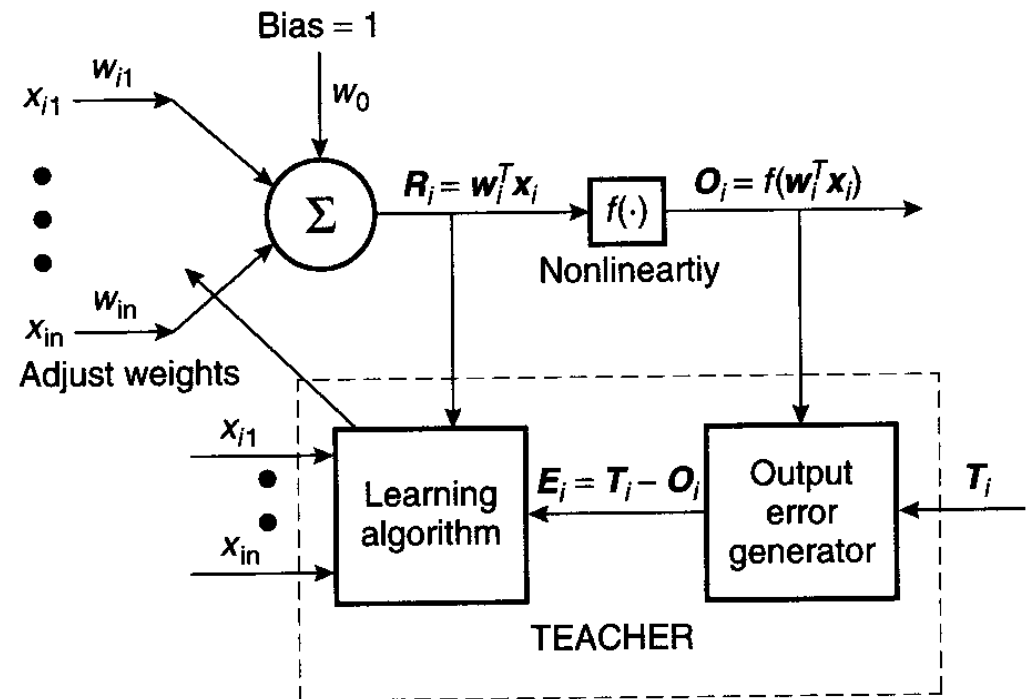
- Caractéristiques

- Complexité
- Capacité
- Sensibilité au bruit
- Paradigme fonctionnel



Le perceptron et les réseaux de Hopfield

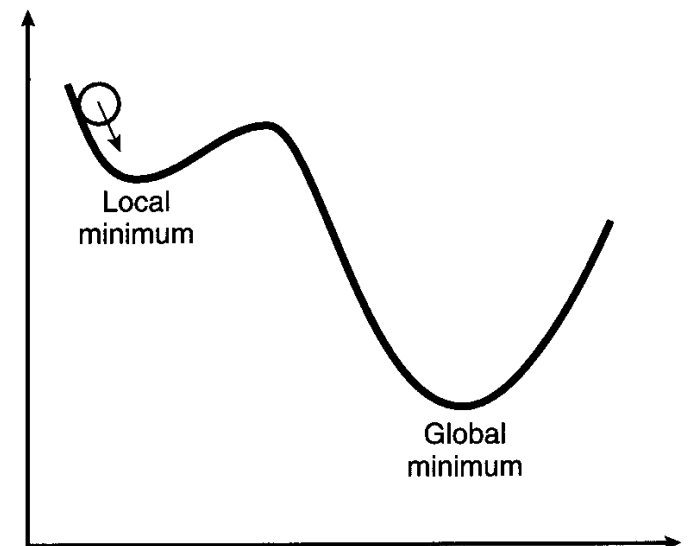
- Il s'agit d'un type de réseau caractérisé par un apprentissage dit supervisé (au moyen d'un module « enseignant »)



- Une fois l'apprentissage réalisé celui-ci fonctionne sur un mode déterministe

Inconvénient des réseaux déterministes

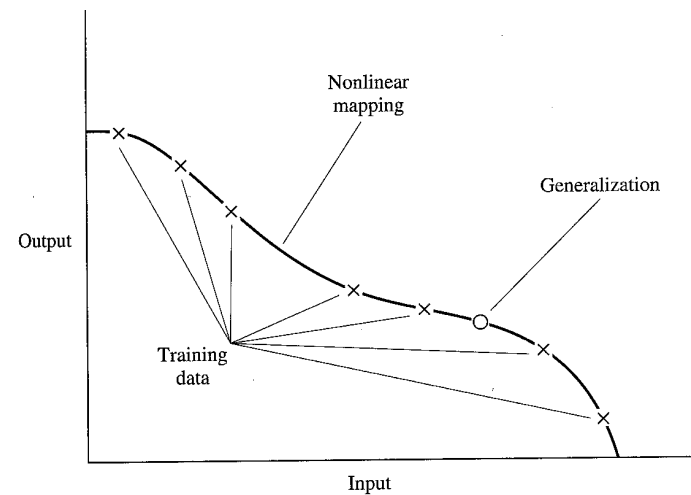
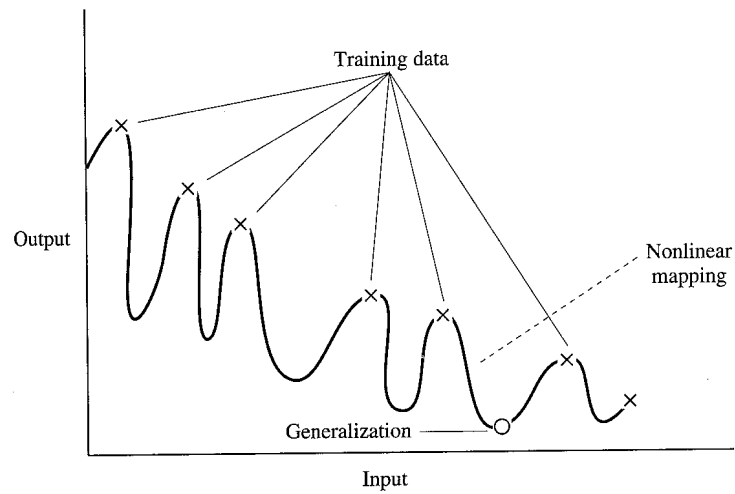
- Le « programme » et la « mémoire » du réseau sont constitués par les poids synaptiques propres aux différentes connexions.
- Les algorithmes d'apprentissage ont pour effet de minimiser « l'énergie globale du réseau » toutefois. Ceux-ci présentent dans certains cas le défaut de se bloquer sur des minima locaux de la fonction d'énergie.



Le recuit simulé et les réseaux probabilistes

- Kirkpatrick propose en 1983 d'utiliser la méthode dite du recuit simulé afin de permettre l'optimisation des systèmes complexes.
- Cette méthode (connue en métallurgie pour la fabrication des alliages) est constituée de deux phases :
 - Une phase de chauffage
 - Une phase de refroidissement progressif permettant l'auto-arrangement du système et la minimisation de son énergie globale

Recuit et fonction d'énergie

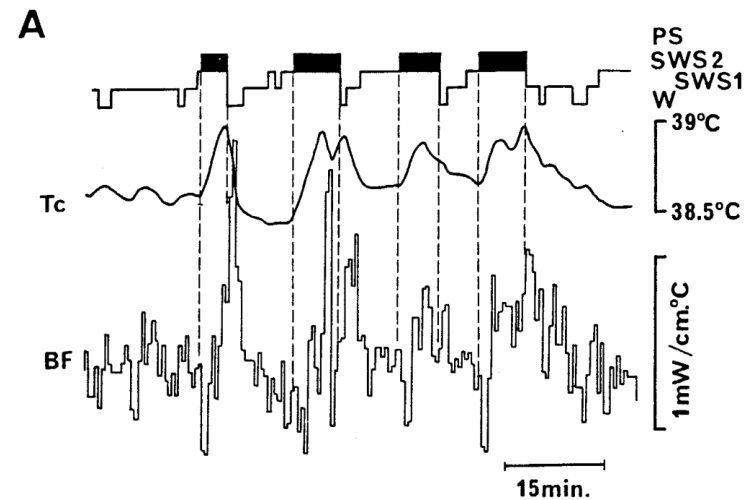


Les machines de Boltzmann

- Il s'agit de modèles fonctionnels de réseaux de neurones probabilistes proposés initialement par Hinton 1986 et Sussmann 1988.
- Ces modèles présentent des capacités d'auto-apprentissage, l'apprentissage se décomposant en deux phases alternant successivement.
 - Durant la première phase l'ensemble des associations « entrées sorties » est présenté au réseau et recuit.
 - Durant la seconde phase seules les entrées sont activées les sorties pouvant évoluer librement

Le modèle est-il légitime ?

- Il existe chez le mammifère des variations de température cérébrale associées au sommeil (Denoyer 1991)
- De même l'activité neuronale est liée à la température (Deboer 1995-1998)

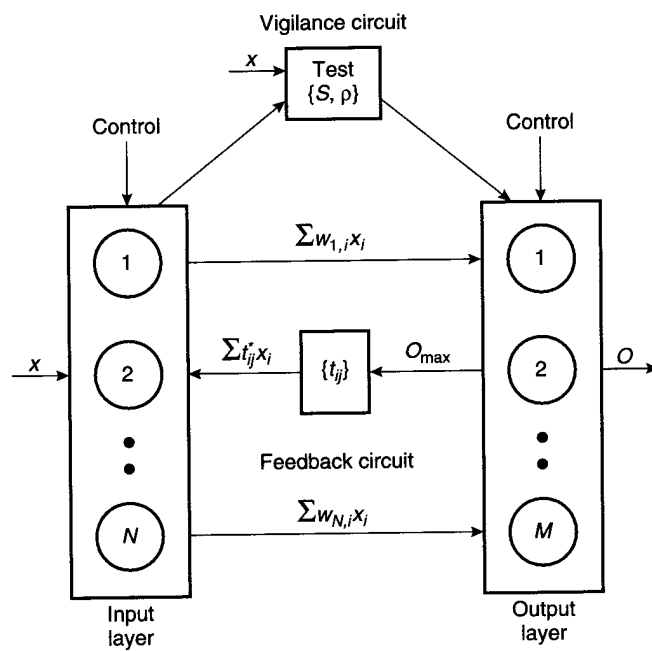


Apport des modèles neuromimétiques

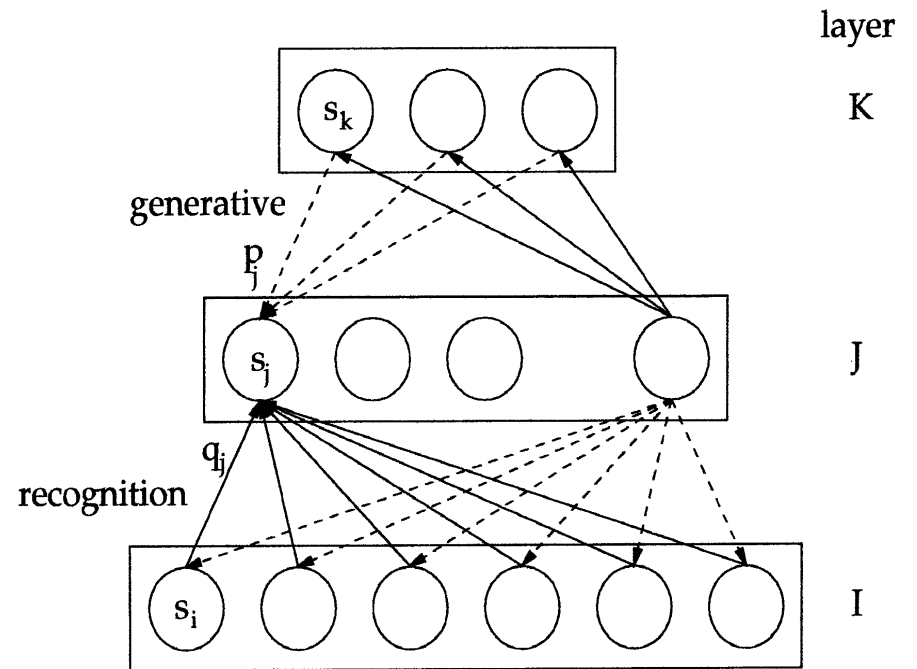
- Permettent une approche fonctionnelle du sommeil en terme de consolidation des apprentissages et d'oubli.
- Permettent d'élaborer une théorie « biologique du rêve »
- Toutefois nécessitent d'être validés sur le vivant

Evolution des modèles

Adaptative Resonance Theory (Grossberg 1988)



Sleep Wake Algorithm (Hinton 1995)



Conclusion

- Les données actuelles relatives aux processus homéostasiques liés au sommeil ainsi que celles que l'on peut proposer à partir des modèles neuromimétiques ouvrent la voie à une approche fonctionnelle dans laquelle le sommeil n'est plus une petite mort mais un temps d'un processus nécessaire à l'adaptation à notre environnement.