

## 2.5 Plasticité

La synapse biologique est l'interface permettant la communication entre les neurones.

- Il s'agit d'une petite surface d'échange chimique ("bouton" synaptique) située à l'extrémité de l'arborisation terminale des axones.
- A l'arrivée d'un potentiel d'action,
  - les synapses libèrent des neurotransmetteurs qui agissent sur les canaux ioniques des dendrites de la cellule post-synaptique ("libèrent" des ions),
  - ce qui a pour effet de modifier le potentiel de membrane de la cellule post-synaptique.

L'efficacité d'une synapse dépend de plusieurs facteurs, comme

- la taille du bouton synaptique,
- la quantité de neurotransmetteurs disponibles,
- ainsi que la sensibilité de la cellule post-synaptique.

Cet ensemble de facteurs peut être résumé sous la forme d'une valeur unique  $J_{ij}$  : le "poids" de la synapse,

- où  $j$  est l'index du neurone pré-synaptique
- et  $i$  l'index du neurone post-synaptique.

La **plasticité synaptique** est un mécanisme biologique qui modifie l'efficacité de la synapse au cours du temps.

En reprenant les notations précédentes:  $\begin{aligned} \dot{x} &= \phi(x, J, t) \\ \dot{J} &= \psi(x, J, t) \end{aligned}$  où :

- $x$  est un vecteur représentant l'état du système dynamique
- et  $J$  une matrice représentant le graphe de connexions.

- 
- On considère l'évolution des poids synaptiques comme "lente" par rapport à la dynamique d'activation (autrement dit, les poids synaptiques sont quasi-stationnaires sur de petits intervalles de temps).
  - La plasticité modifie donc les caractéristiques de la fonction de réponse des neurones et vice-versa.
  - Le mécanisme de plasticité introduit une interdépendance complexe entre le graphe, l'activité et le signal d'entrée s'il existe.
  - Cette dynamique lente a un impact sur le comportement du réseau de neurones sur le long terme.

### 2.5.1 Plasticité de Hebb

Dans le cadre proposé par Donald Hebb [heb49](#), la plasticité est essentiellement un mécanisme **local** dépendant des échanges entre les cellules pré et post-synaptiques. La règle de Hebb inscrit dans la

structure du graphe les conjonctions d'activité pré et post-synaptique se produisant de façon répétée au cours du temps.

- **Règle de Hebb (1949) :**

- Les cellules qui s'activent ensemble...
- se lient ensemble



$$G_{ij} \leftarrow \Psi(x_i, x_j, G_{ij})$$

Le poids  $J_{ij}$  est alors une quantité qui évolue au cours du temps sous la forme :  $\dot{J}_{ij} = F(\boldsymbol{S}_i(t), \boldsymbol{S}_j(t), J_{ij})$  avec  $\boldsymbol{S}_j(t) = \{s_j(t)\}_{t \in [t_0, t]}$  l'activité pré-synaptique,  $\boldsymbol{S}_i(t) = \{s_i(t)\}_{t \in [t_0, t]}$  l'activité post-synaptique, et  $F$  la fonction de mise à jour des synapses.

Il s'agit essentiellement, selon l'idée initiale de Hebb, d'un mécanisme de sélection dans lequel **des activités corrélées tendent à se connecter, et des activités décorrélées à se déconnecter**. Ce modèle de plasticité synaptique, dite "potentiation à long terme" (Long Term Potentiation - LTP), a été confirmé à de nombreuses reprises par les observations



- bli73
- bipoo98

- !**
- Lorsque l'activité est elle-même induite par le signal d'entrée, le graphe reflète en partie les covariances présentes dans le signal.
  - La règle de Hebb est une règle essentiellement additive et s'interprète comme "**plus de la même chose**".
  - En pratique, le mécanisme facilitateur de Hebb est couplé avec un mécanisme stabilisateur (soustractif) qui évite la divergence du processus (via un principe de sélection compétitive) :
    - abbott00

From:

<https://wiki.centrale-med.fr/informatique/> - **WiKi informatique**

Permanent link:

[https://wiki.centrale-med.fr/informatique/public:ncom:2.5\\_plasticite](https://wiki.centrale-med.fr/informatique/public:ncom:2.5_plasticite)

Last update: **2017/04/06 22:49**

