

## 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:  $\dot{\mathbf{x}} = \phi(\mathbf{x}, \mathbf{J}, t)$   $\text{\label{eq:SD-plast-x}}$   $\dot{\mathbf{J}} = \psi(\mathbf{x}, \mathbf{J}, t)$   $\text{\label{eq:SD-plast-J}}$  où :

- $\mathbf{x}$  est un vecteur représentant l'état du système dynamique
- et  $\mathbf{J}$  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



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

Le poids  $J_{ij}$  est alors une quantité qui évolue au cours du temps sous la forme :  $\dot{J}_{ij} = F(S_i(t), S_j(t), J_{ij})$  avec  $S_j(t) = s_j(t)$  l'activité pré-synaptique,  $S_i(t) = s_i(t)$  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**



