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{align} &\dot{\boldsymbol{x}} = \phi(\boldsymbol{x},\boldsymbol{J},t) \label{eq:SD-plast-x}\\ &\dot{\boldsymbol{J}} = \psi(\boldsymbol{x},\boldsymbol{J},t) \label{eq:SD-plast-J} \end{align} où :

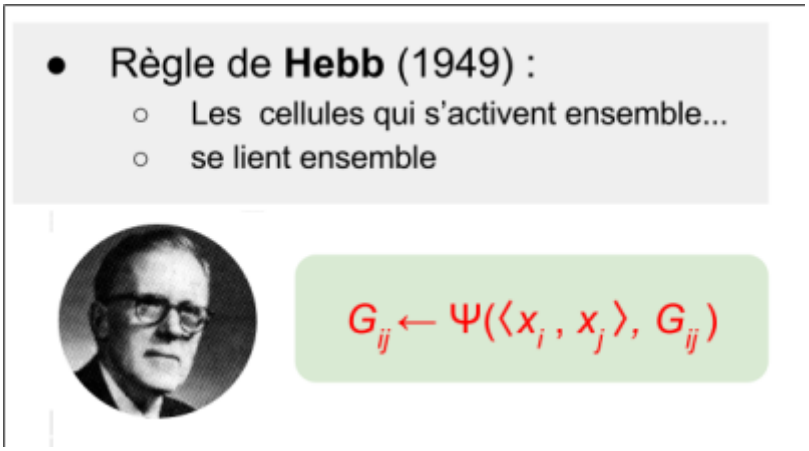
- $\boldsymbol{x}$ est un vecteur représentant l'état du système dynamique
- et $\boldsymbol{J}$ une matrice représentant le graphe de connexions.

- 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.



Le poids J_{ij} est alors une quantité qui évolue au cours du temps sous la forme : \begin{align} \dot{J}_{ij} = F(\boldsymbol{S}_i(t), \boldsymbol{S}_j(t), J_{ij}) \label{eq:plast-hebb} \end{align} 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

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