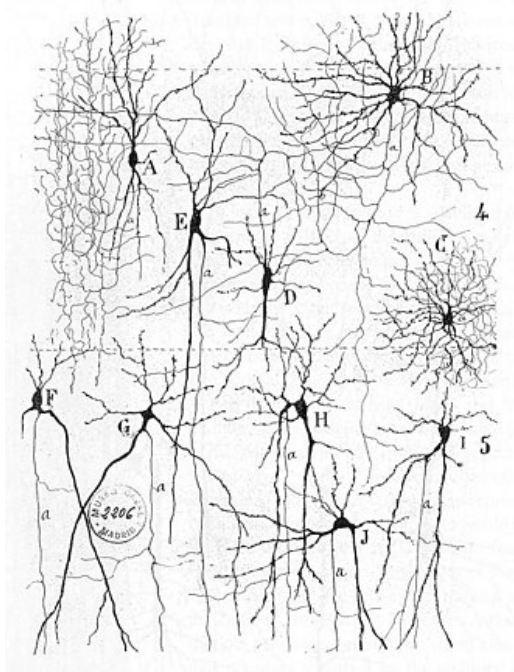


Master systèmes biologiques et concepts physiques

Biophysique du neurone



Jacques Bourg

jacques.bourg@cnrs.fr



Post-doctorant, laboratoire de dynamique corticale et
intégration multisensorielle.

Sixième partie: la plasticité synaptique

Quelle est la différence ?



Le cerveau en action



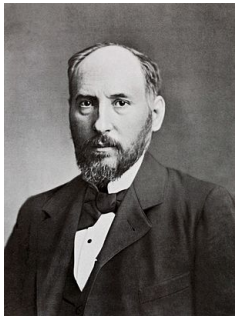
Le cerveau sert avant tout à produire un comportement qui s'adapte à l'environnement: le cerveau **agit** et **apprend** en même temps.

De façon très schématique, on attribue le **comportement** à l'action conjointe des neurones, et **l'apprentissage / l'adaptation** à la modification de la force de leurs connections.

Les variations dans le comportement ont lieu à des **échelles de temps très différentes** (centièmes de secondes vs années).

Le postulat de Hebb

Il y a un lien très fort entre le **comportement** et l'**apprentissage** . Au niveau neuronal ce lien se traduit comme une corrélation entre l'**activité neuronale** et la **modification de connections synaptiques**.



Les souvenirs peuvent être formés par le renforcement de connexions existantes entre neurones, de telle sorte à améliorer l'efficacité de leur communication.

Santiago Ramón y Cajal, 1894

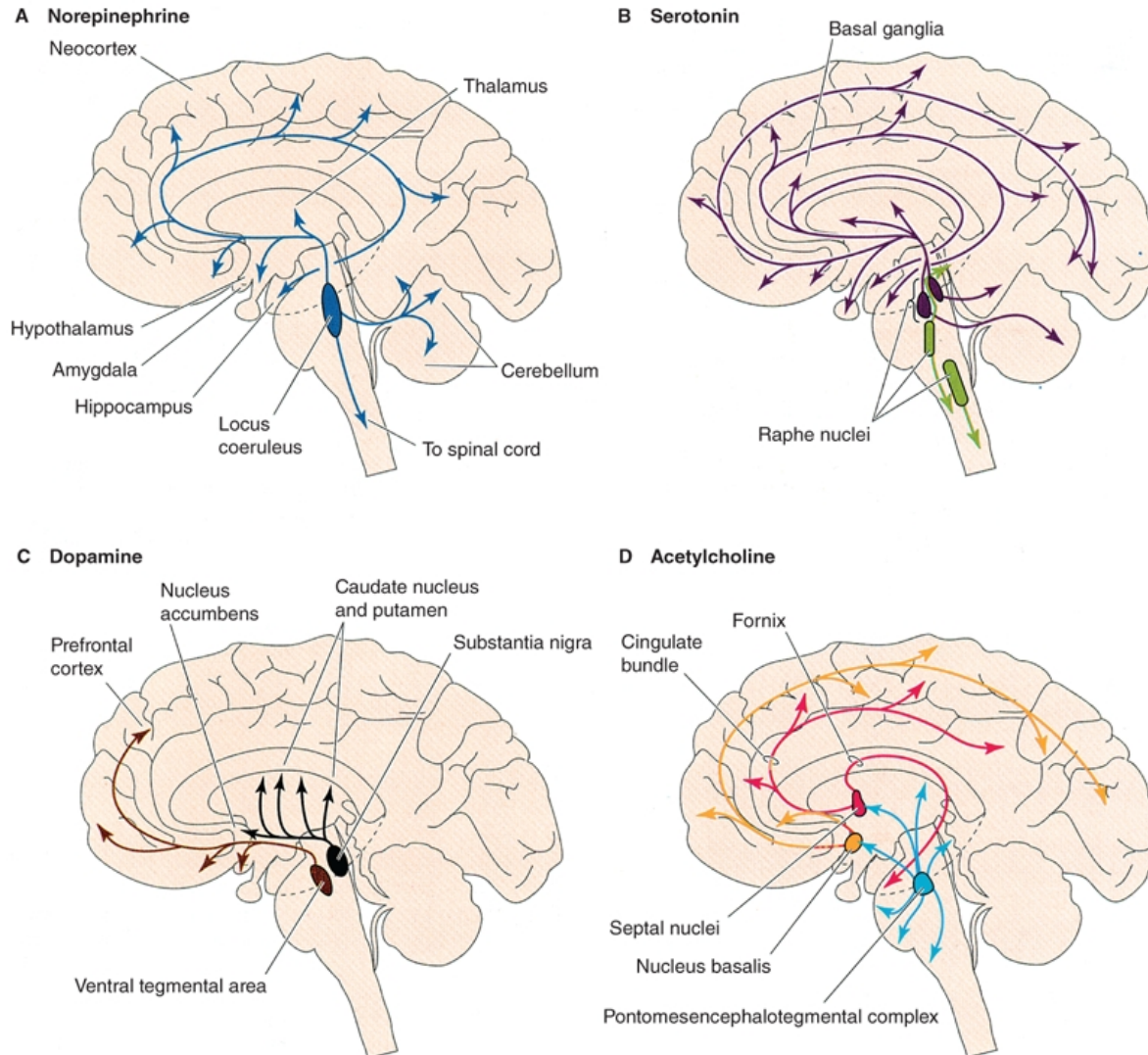


“Quand un axone d'une cellule A est assez proche pour exciter une cellule B de manière répétée et persistante, une croissance ou des changements métaboliques prennent place dans l'une ou les deux cellules ce qui entraîne une augmentation de l'efficacité de A comme cellule stimulant B.”

Donald Hebb , 1949

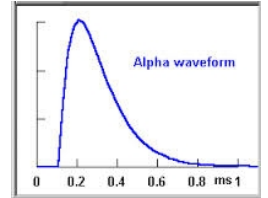
« des neurones qui s'excitent ensemble se lient entre eux. », en anglais
“fire together wire together”

Les systèmes neuromodulateurs



Source: Kim E. Barrett, Susan M. Barman, Scott Boitano, Heddwen L. Brooks: Ganong's Review of Medical Physiology, 25th Ed.
www.accessmedicine.com
Copyright © McGraw-Hill Education. All rights reserved.

Les deux types de plasticité synaptique



- La plasticité synaptique à court terme:

- * Changement de l'efficacité synaptique lié à l'histoire de l'activité **présynaptique**.
- * Echelle de temps : millisecondes – minutes.
- * Deux variantes: facilitation et dépression synaptique.
- * Rôle dans le fonctionnement du cerveau: “adaptation” (?).

<http://audition.ens.fr/dp/illusion/>

- La plasticité synaptique à long terme:

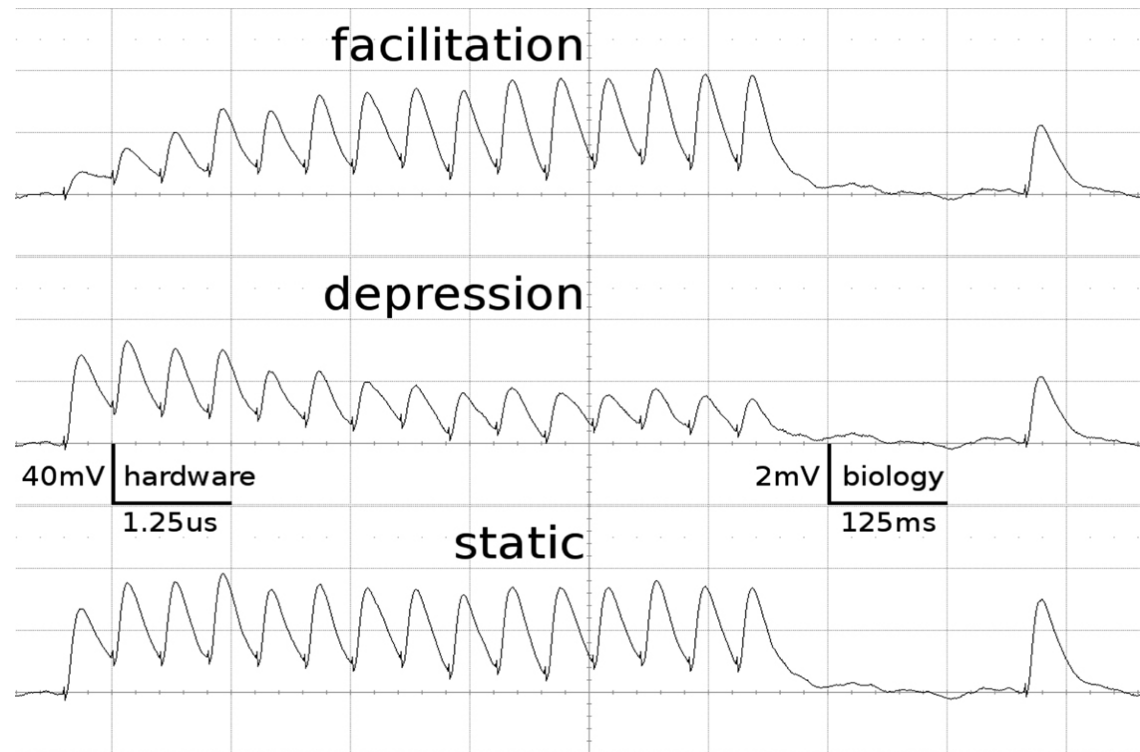
- * Changement persistant des connections synaptiques lié l'histoire de l'activité **presynaptique et post-synaptique**.
- * Echelle de temps : minutes-années.
- * Deux variantes: potentiation/dépression synaptique à long terme.
- * Rôle: apprentissage, mémoire à **long terme**.

Fatigue synaptique

Lorsque le neurone présynaptique est soumis à une stimulation intensive, la re-synthèse et le transport de neurotransmetteur peuvent ne pas être suffisamment rapides pour remplir les besoins en neurotransmetteur.

La synapse demeure inactive jusqu'à ce que le neurotransmetteur soit à nouveau disponible.

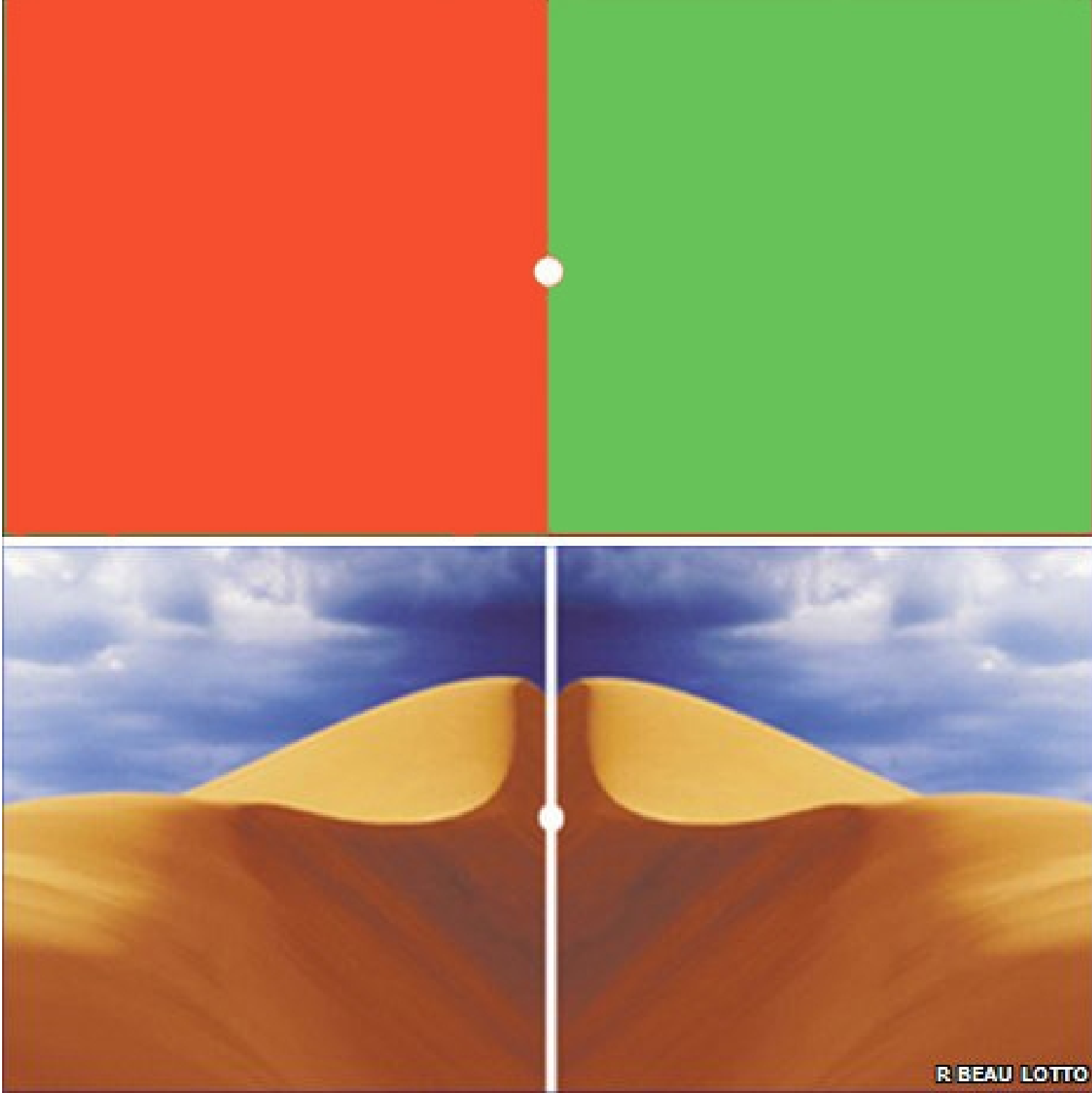
Plasticité synaptique à court terme



Quand les potentiels d'action se succèdent à un certain rythme, le calcium Ca^{++} peut ne pas être évacué ou résorbé instantanément. Lors de l'arrivée d'un potentiel d'action, l'effet cumulé du calcium arrivant et cumulé va provoquer une plus grande quantité de vésicules synaptiques libérés: **facilitation synaptique**.

La dépression synaptique est due à une baisse des vésicules synaptiques disponibles.

Rôle de la plasticité synaptique à court terme dans la perception ?





Questions fondamentales

- En neurosciences sensorielles, on présente plusieurs répétitions d'un stimuli, et on observe des réponses légèrement différentes à chaque répétition.

Le cerveau est-il bruité ? Comment compense-t-il ce bruit ?

- En neurosciences des systèmes, on apprend des tâches comportementales à des animaux, et une fois qu'ils les ont apprises, on enregistre leur activité cérébrale. Lorsqu'on présente un stimulus, les animaux ne font jamais la tâche exactement de la même façon.

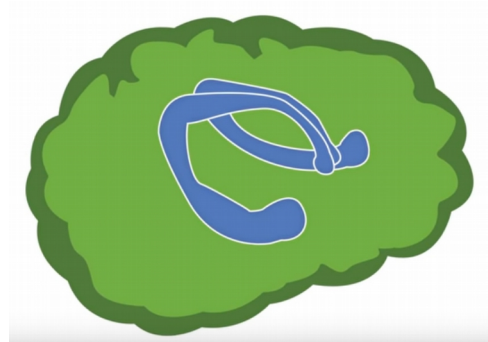
Quel est le lien entre la variabilité neuronale et la variabilité comportementale ?

Plasticité synaptique à long terme

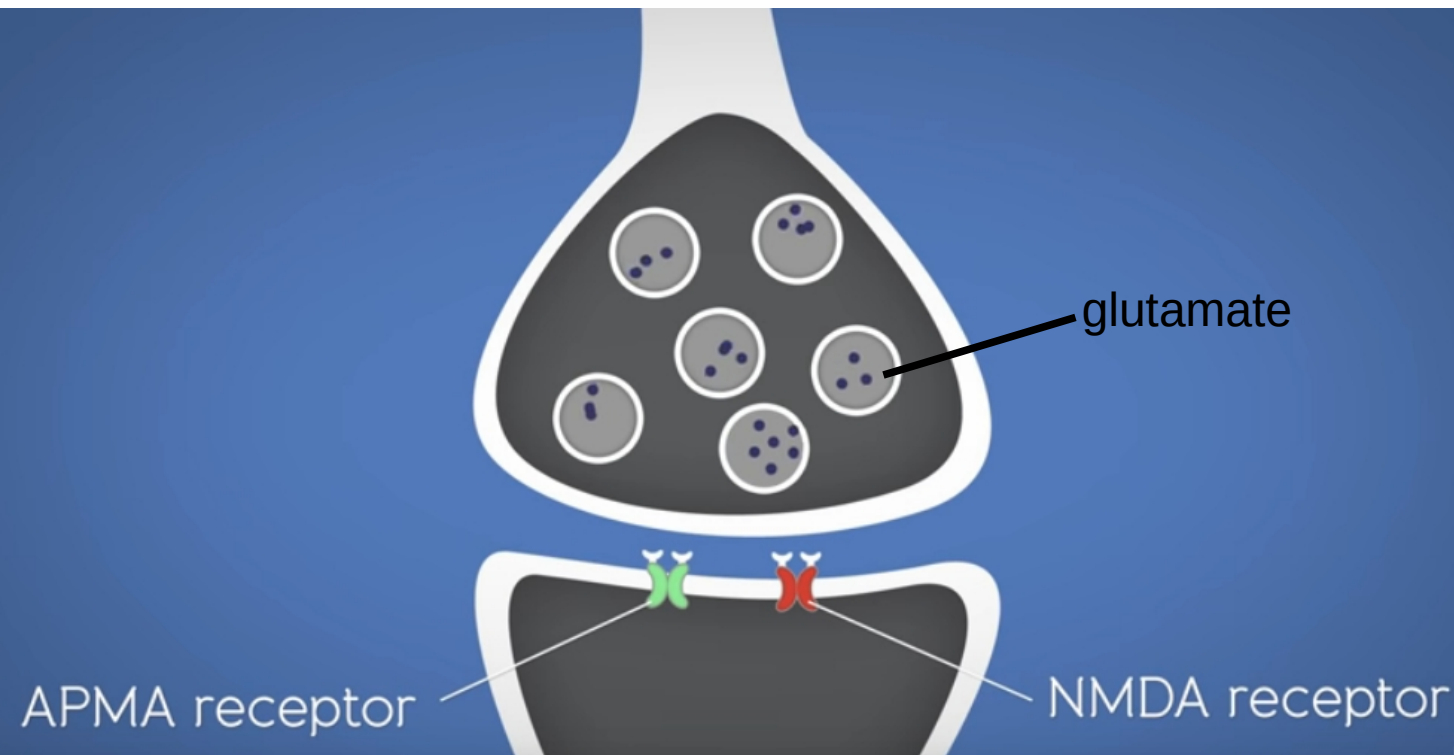
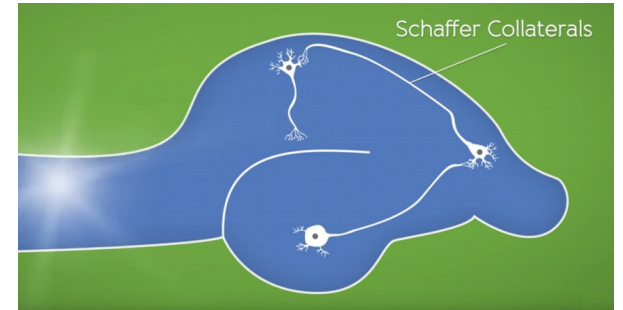


Lomo et Bliss 1966

Potentialisation à long terme

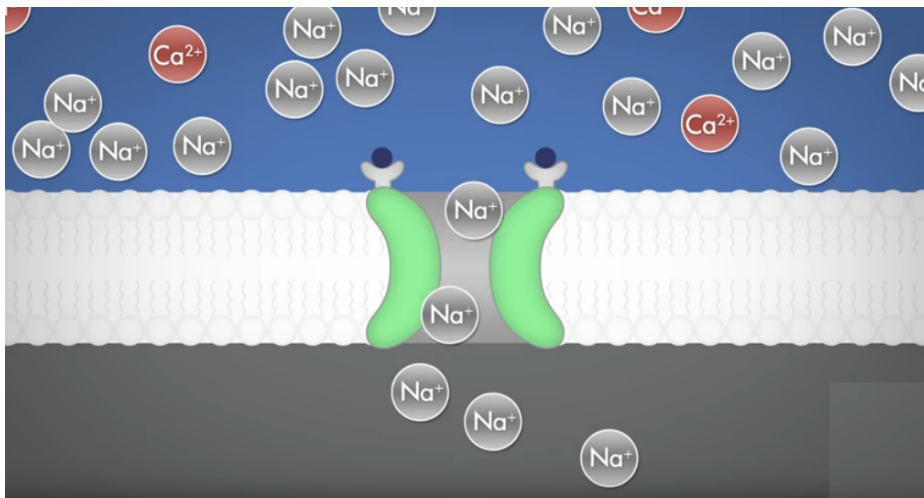


L'hippocampe

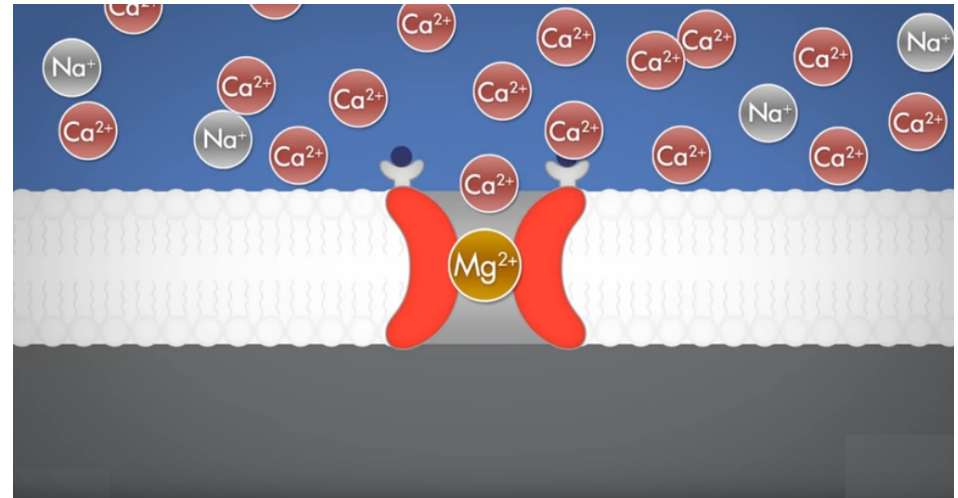


Plasticité synaptique à long terme

Potentialisation à long terme



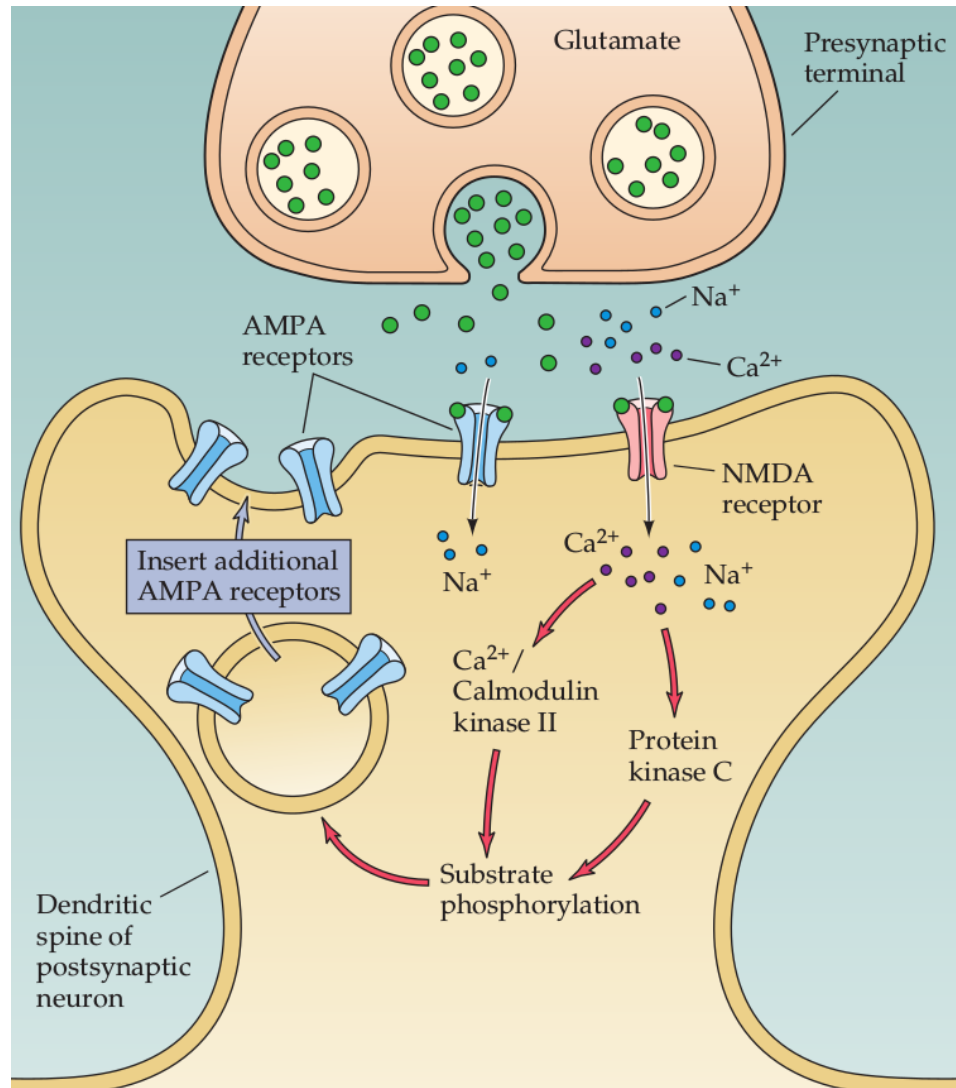
-AMPA: perméable au sodium



-NMDA: perméable au sodium, mais surtout au calcium. Bloqué par le magnésium Mg²⁺

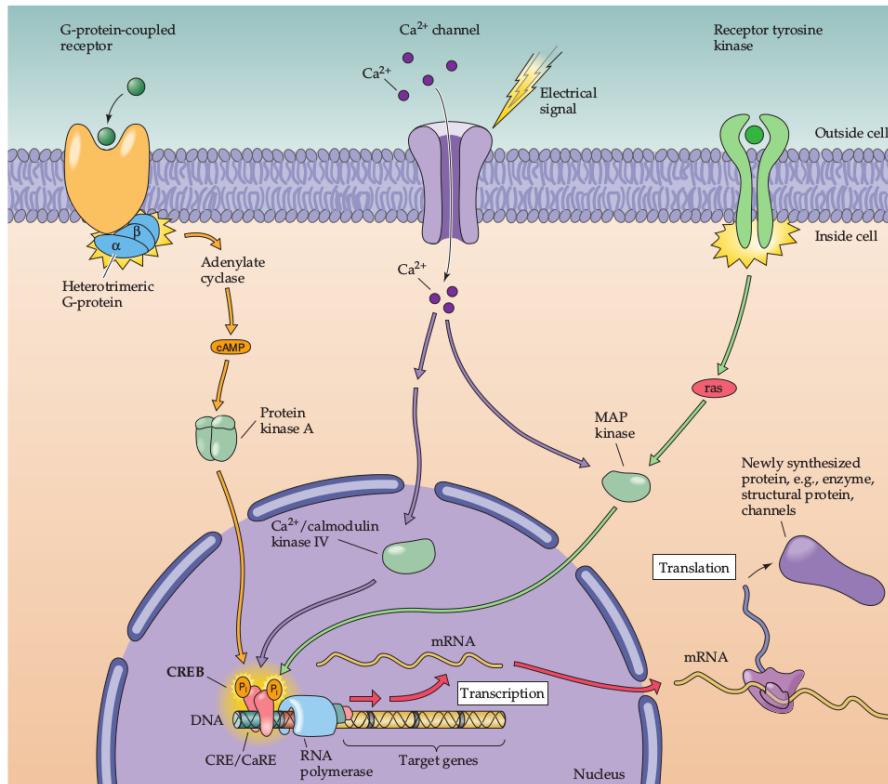
Plasticité synaptique à long terme

Potentialisation à long terme

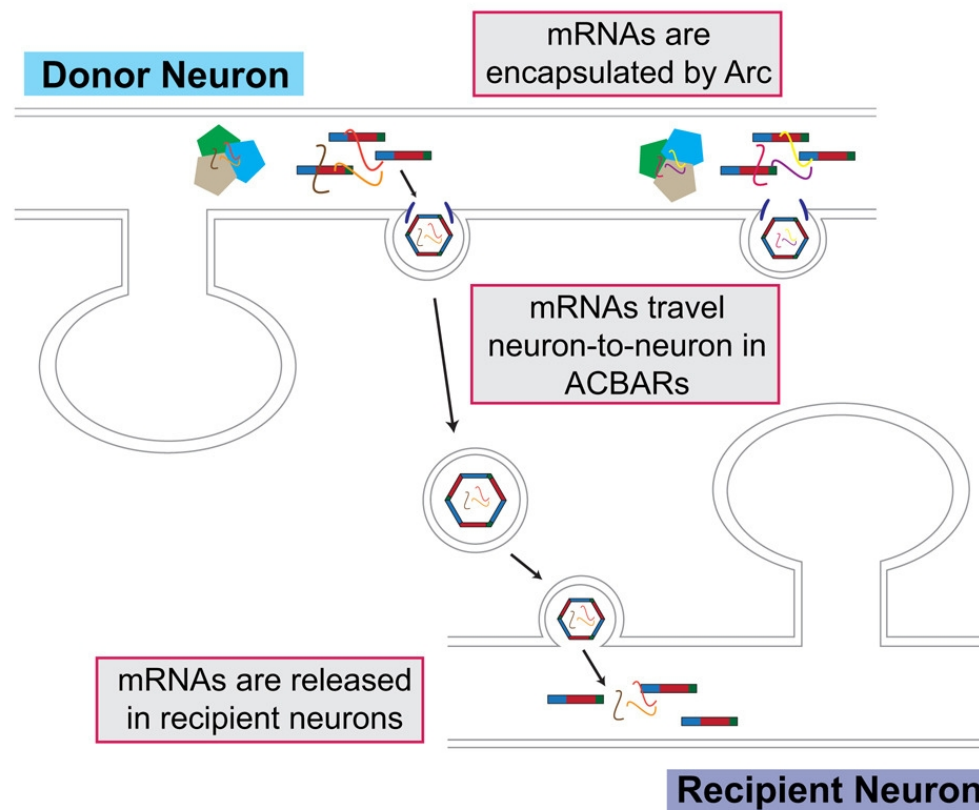


Plasticité synaptique à long terme

Potentialisation à long terme

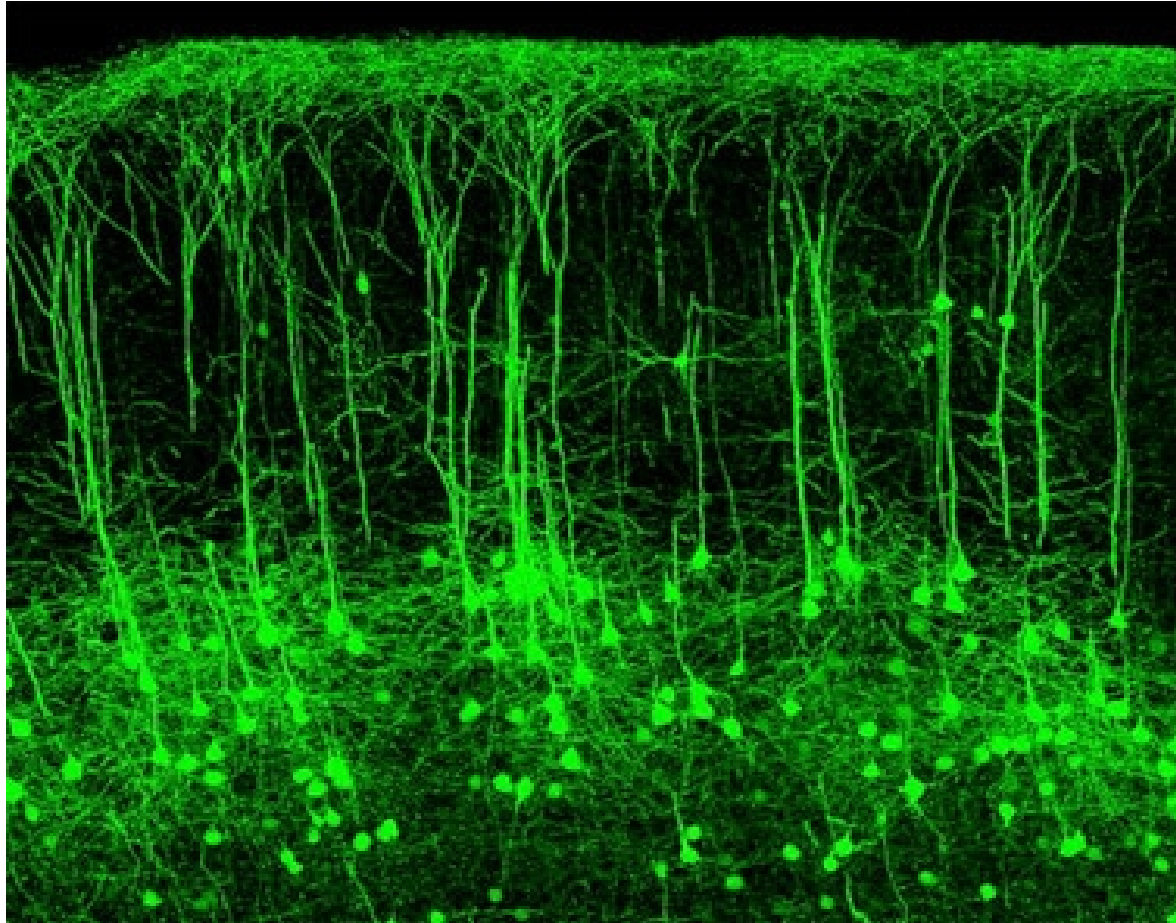


Un mécanisme insoupçonné de communication entre neurones



The Neuronal Gene Arc Encodes a Repurposed Retrotransposon Gag Protein that Mediates Intercellular RNA Transfer. Pastuzyn et al. Cell January 11, 2018.

Merci !



Jacques Bourg

136

bourg@unic.cnrs-gif.fr