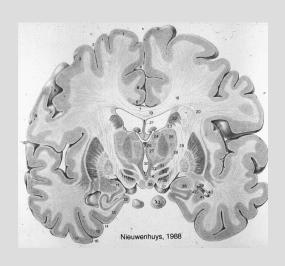
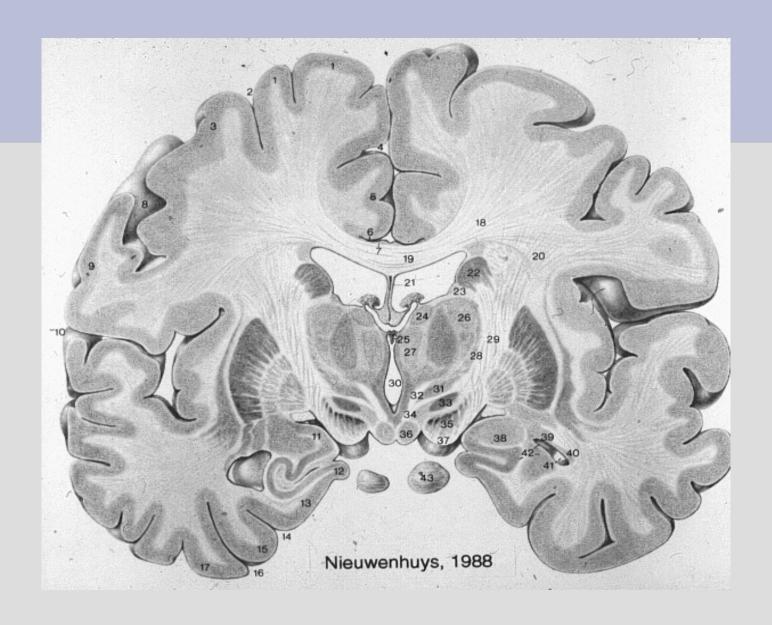
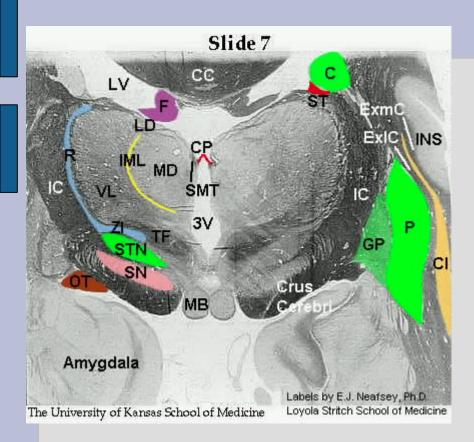
Organisation fonctionnelle des Noyaux Gris Centraux



Dr Bernard PIDOUX, MCU-PH

Laboratoire de physiologie, Faculté de Médecine Pierre & Marie Curie Site Pitié-Salpêtrière, Paris, France.

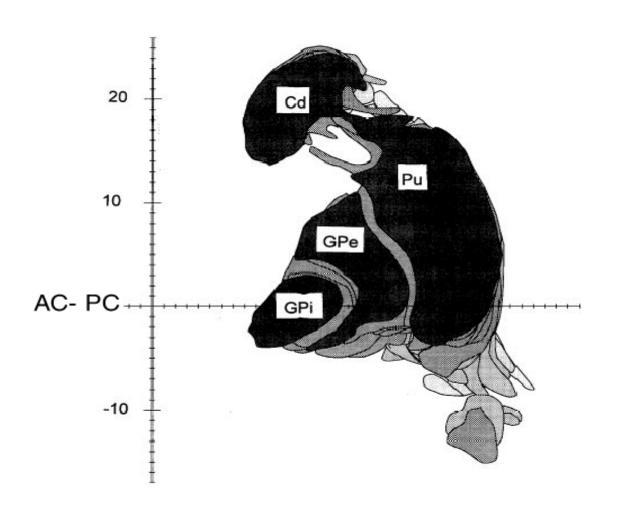




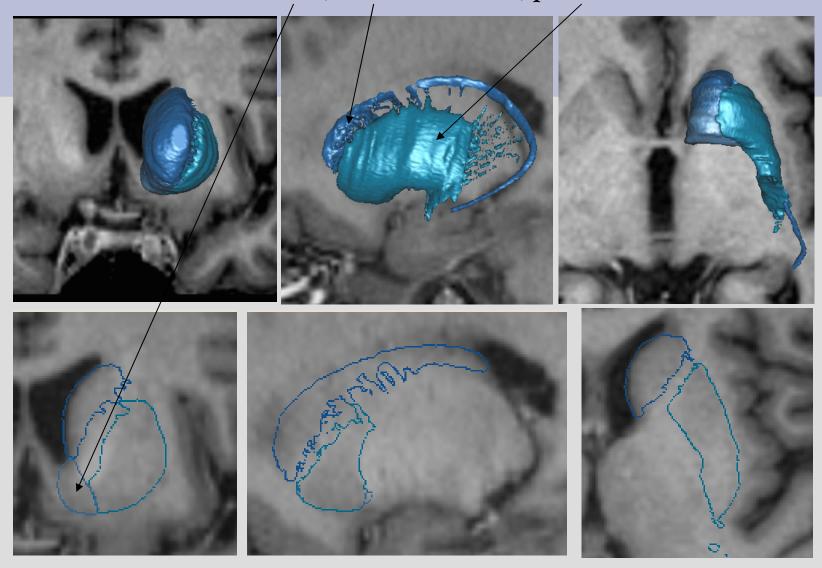
Corpus Callosum (CC) Fornix (F) Lateral Ventricle (LV) Body of Caudate (C) Stria Terminalis (ST) Stria Medullaris Thalami (SMT) Mediodorsal Nucleus (MD) Lateral Dorsal nucleus (LD) Choroid Plexus (CP) forming roof of third ventricle (3V) Internal Medullary Lamina (IML) Ventral Lateral Nucleus (VL) Thalamic fasciculus (TF, contains cerebello-thalamic and pallidothalamic fibers) Reticular Nucleus (R) and Zona Incerta (ZI) Internal Capsule (IC) Subthalamic Nucleus (STN) Substantia Nigra (SN) Crus Cerebri Extreme Capsule (ExmC) Claustrum (CI) External Capsule (ExIC) Putamen (P) Globus Pallidus (GPm, GPI) Amygdala

Mammillary Bodies (MB)
Optic Tract (OT)

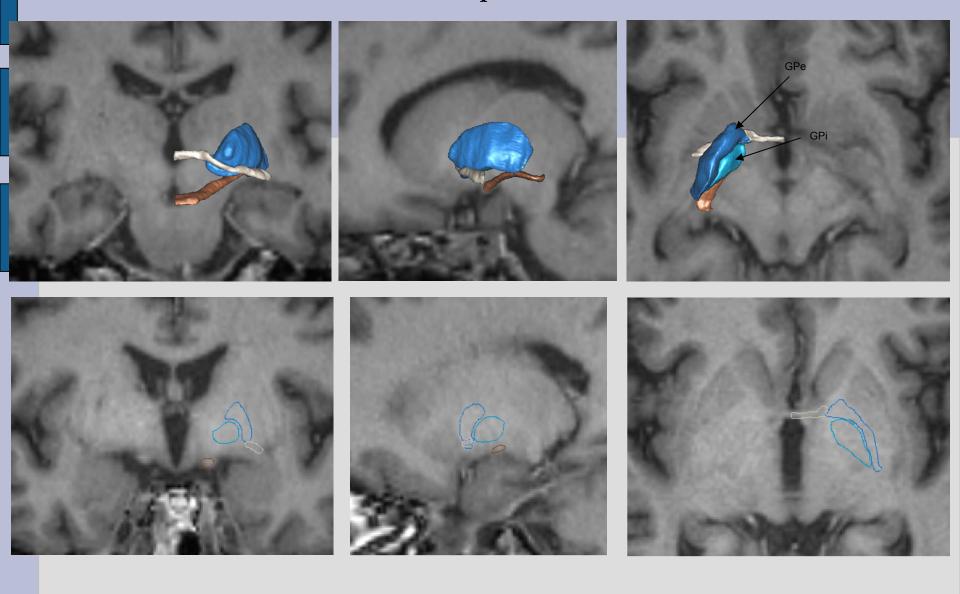
http://www.meddean.luc.edu/lumen/MedEd/Neuro



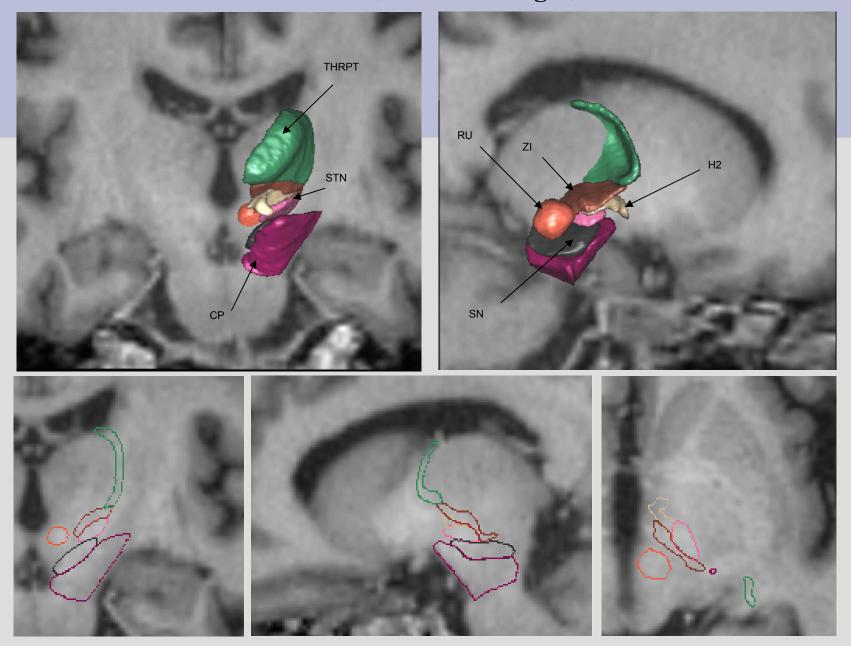
Accumbens, caudate nucleus, putamen



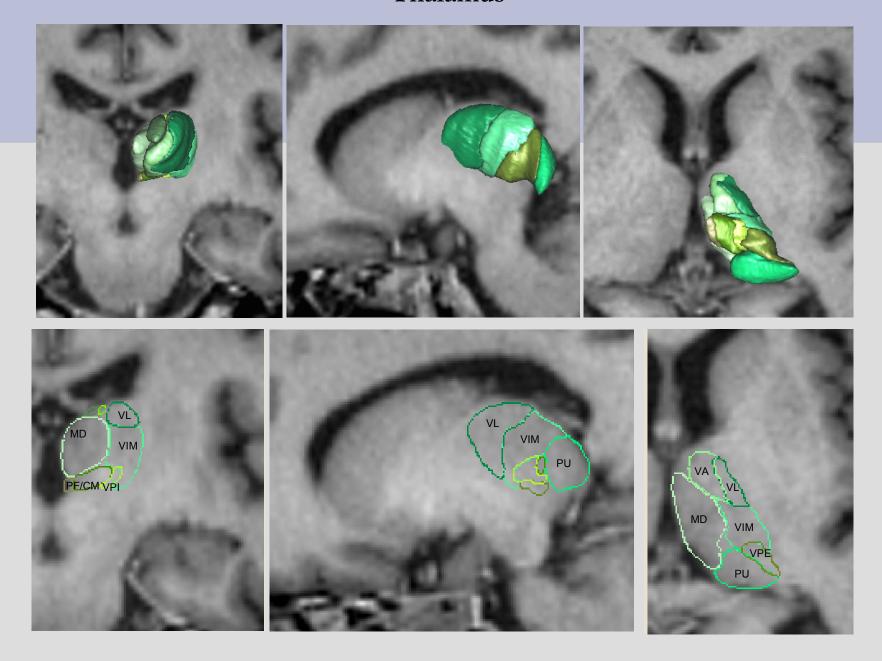
Globus pallidus



Sub-thalamic nucleus, substantia nigra, red nucleus

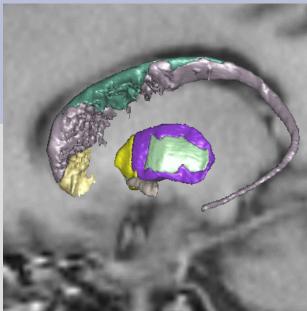


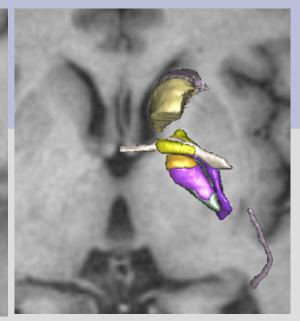
Thalamus

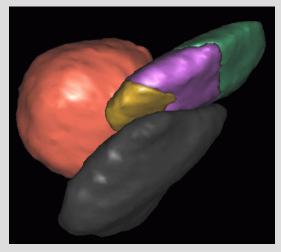


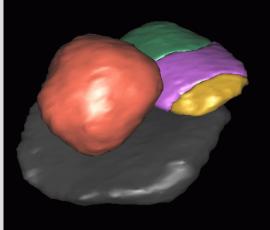
Functional territories

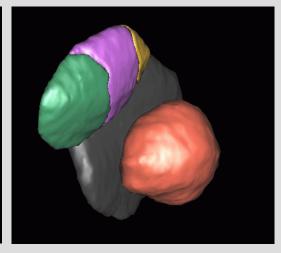


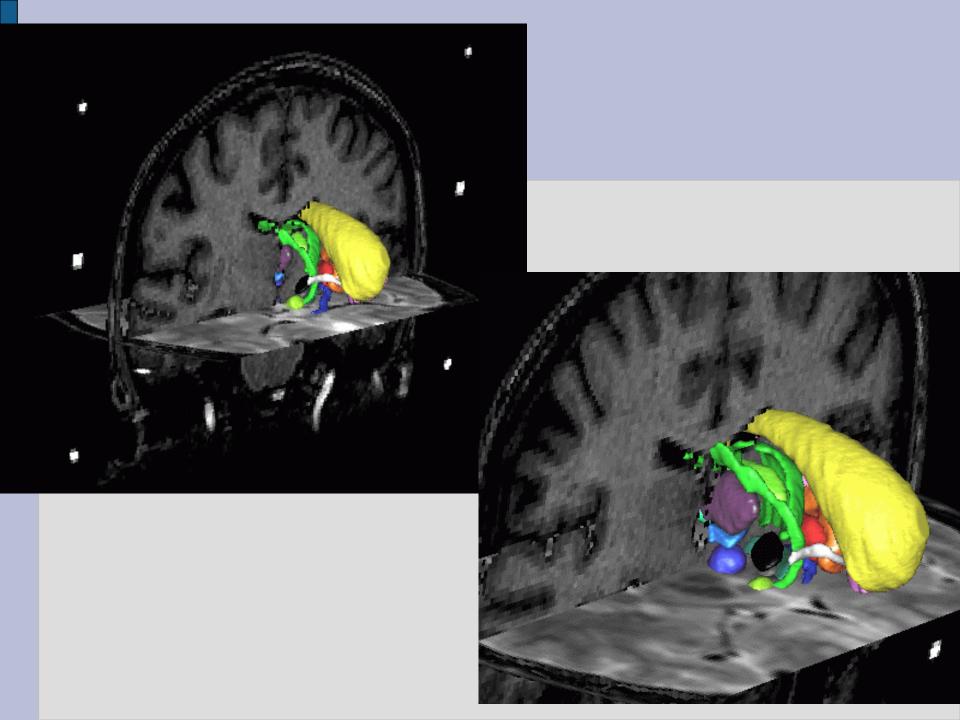






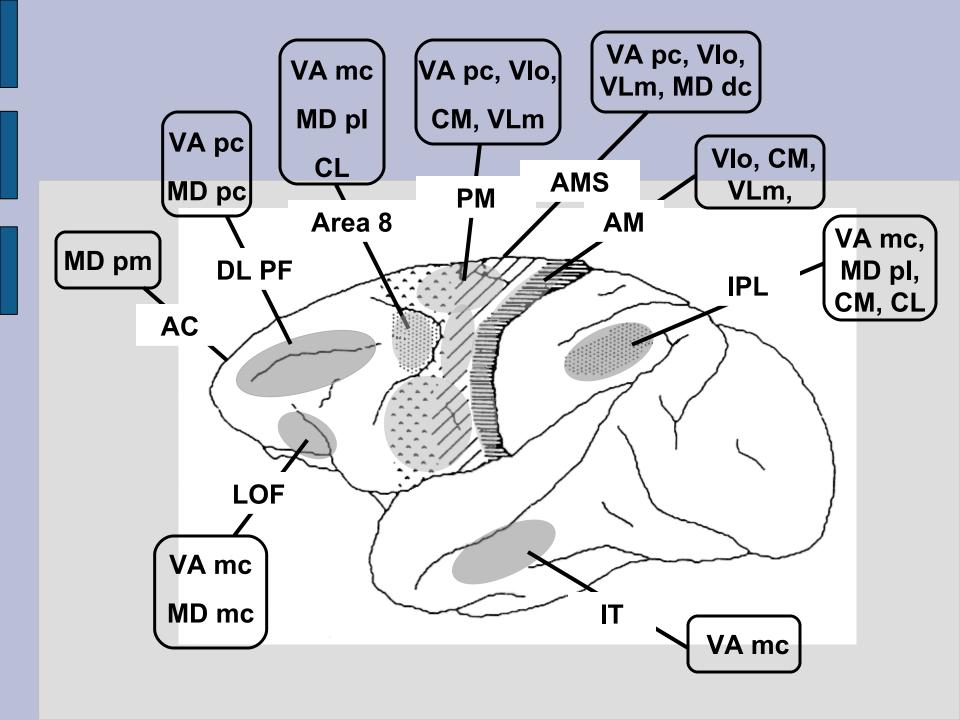






Porte d'entrée et porte de sortie des NGC

- Les NGC sont connectés au cortex moteur et au thalamus dont ils reçoivent des projections afférentes et projettent leurs efférences en retour vers le cortex moteur, le thalamus et le tronc cérébral.
- Le striatum constitue la porte d'entrée principale des messages afférents en provenance du cortex vers les NGC
- le GPi et la SNr servent de porte de sortie vers le cortex moteur via des noyaux relais spécifiques du thalamus



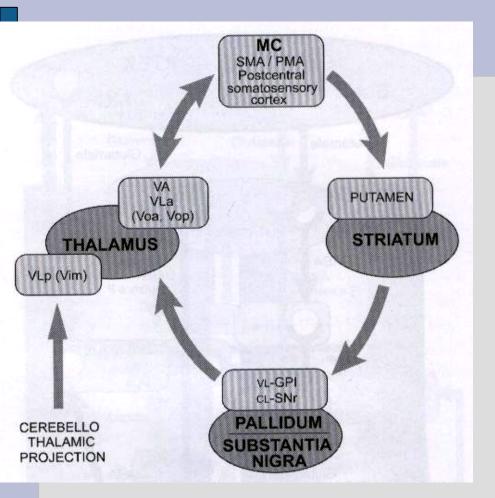
- Noyaux Gris Centraux (NGC) : neurotransmetteur inhibiteur = GABA
- Seul le NST est glutamatergique (excitateur)
- La majorité des neurones du striatum sont des neurones épineux (dendrites recouvertes d'épines).
- synapses afférences corticales sur partie distale des épines
- Les afférences en provenance du thalamus et de la SN font synapse à la base des épines (modulation)

- Les neurones à épines synthétisent également des neuropeptides : substance P, dynorphine ou enképhaline
- normalement silencieux, sauf quand afférence excitatrice corticale active.
- Dans ce cas ils déchargent et inhibent leur cible pallidale (GPi) ou nigrale (SNr)
- Un petit nombre de neurones du striatum sont de grande taille, cholinergiques et déchargent de manière tonique

- Les neurones du pallidum et de la SN sont très différents avec de très longues dendrites, lisses et peu ramifiées.
- La majorité des synapses (90%) sont issues des axones provenant du striatum, le reste du NST.
- Ils sont cent fois moins nombreux que les neurones striataux.

boucles cortico-striato-pallidothalamo-corticales

- modèle de fonctionnement des NGC proposé par Albin, Alexander et Delong dans les années 1980
- décrivent un réseau anatomique comportant plusieurs circuits en parallèles qui impliquent les NGC et les voies thalamo corticales
- Chaque circuit est indépendant et assure un rôle particulier, moteur, associatif ou limbique
- Circuits constitués de *boucles cortico-striato*pallido-thalamo-corticales



Les boucles du circuit corticostriato-pallido-thalamo-cortical d' Alexander et Delong.

MC – cortex Moteur Primaire

SMA – Aire Motrice Supplémentaire PMA – aire prémotrice

VL-GPi – Partie ventro latérale du Pallidum Interne

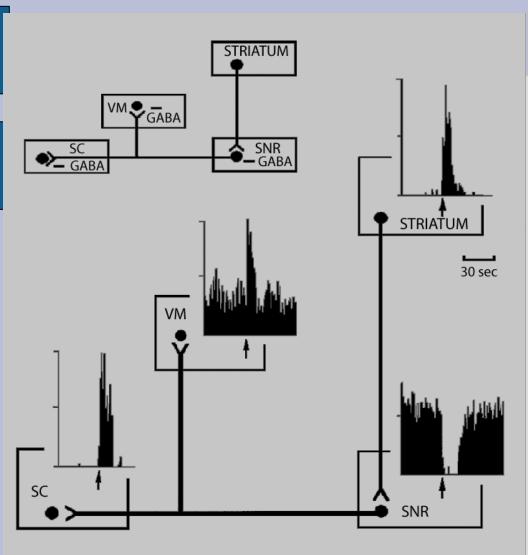
CL-SNr – partie caudolatérale de la Substance Noire pars reticulata

VLp – partie postérieure du noyau ventro latéral du thalamus (Vim – ventral intermédiaire dans la dénomination d'Hassler)

VA – ventral antérieur

VLa – partie antérieure du thalamus ventro latéral (**Voa** et **Vop** selon Hassler)

Le circuit oculomoteur



Effet de la stimulation du striatum (flèche) sur l'activité neuronale de la SNR, du Colliculus Supérieur et du cortex oculomoteur.

Les histogrammes traduisent le nombre de potentiels d'actions émis par seconde par le neurone enregistré. Enregistrements unicellulaire par microélectrode.

SC – Colliculus supérieur SNR – Substance Noire Reticulata

VM – Cortex visuo moteur

Les boucles cortico-striato-pallidothalamo-corticales

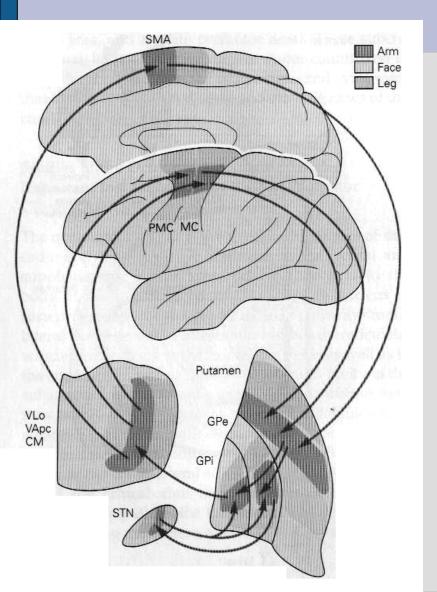
- Le circuit moteur squelettique (postures, mouvements)
- Le circuit préfrontal dorsolatéral (préparation et programmation des actions fonctions exécutives)
- Le circuit orbitofrontal latéral (réponse aux stimuli sociaux, empathie)
- Le circuit cingulaire antérieur (limbique motivation des comportements)

Le circuit moteur squelettique

Afférences:

- cortex moteur précentral (aires 4 et 6 de Brodmann)
- et cortex somatosensoriel post central
- Efférences corticales (projections en sortie) vers le putamen.
- le putamen projette sur GPi ventral et SNr.
- ces noyaux projettent respectivement sur les noyaux Vop (VLa) et Voa (VA) du thalamus.

Somatotopie du circuit moteur NGC – thalamo cortical



Arm = bras Face = visage Leg = jambe

SMA - Aire Motrice Supplémentaire

PMC - Cortex Pré Moteur

MC - Cortex Moteur

GPe - Globus Pallidus externe

GPi - Globus Pallidus interne

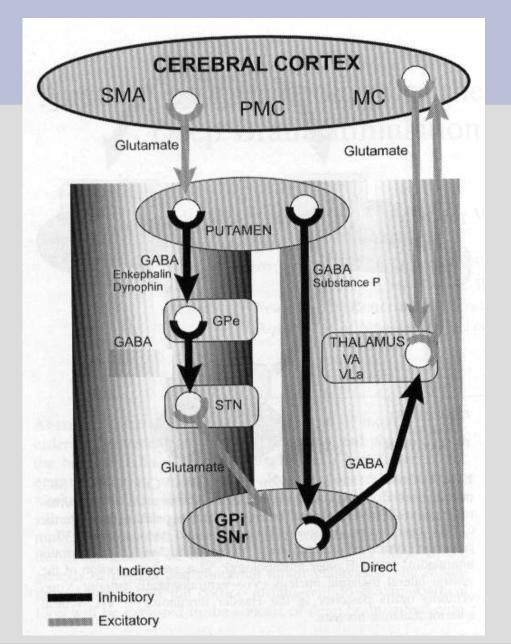
STN - Noyau Sub Thalamique

THALAMUS:

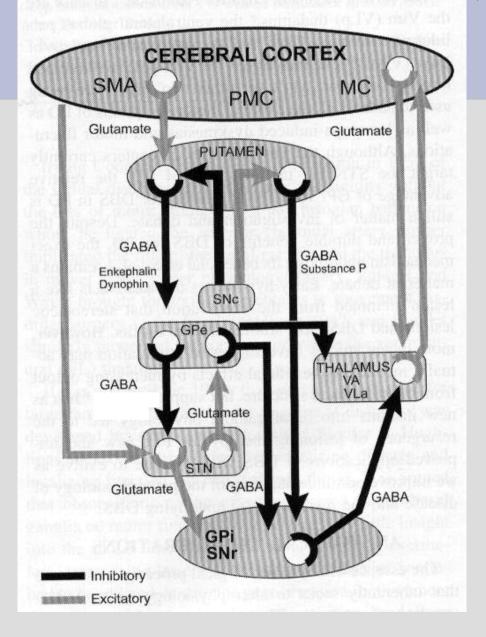
CM - Centre Médian VApc - noyau Ventral Antérieur parvo cellulaire

VLo - noyau ventro latéral pars oralis

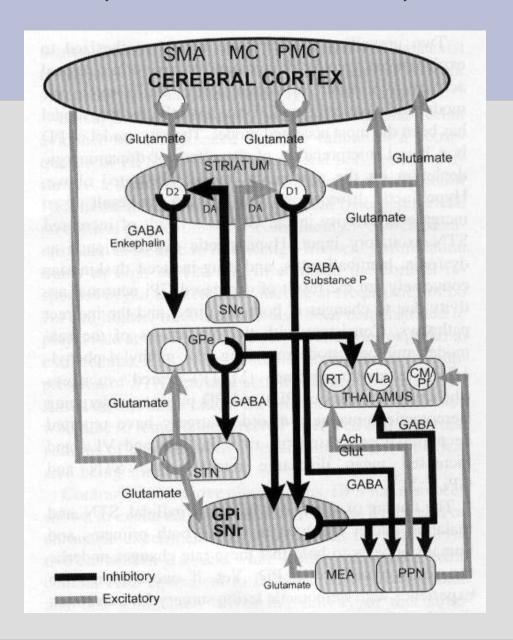
Voies striato GP/SNr directe et indirecte



Voie directe, voie indirecte, SNc



Voie directe, voie indirecte, DOPAMINE



Autres Circuits CSPTC (1)

Circuit préfrontal dorsolatéral

- impliqué dans les fonctions exécutives (préparation et programmation des actions)
- fonctions mettant en jeu les aires associatives.
- il prend son origine dans les aires 9 et 10 de Brodmann
- projette sur la tête du noyau caudé qui projette sur le GPi/SNr.
- de ces noyaux les projections gagnent les noyaux Ventral Antérieur et Medio Dorsal du thalamus
- qui projettent en retour sur le cortex préfrontal dorsal

Autres Circuits CSPTC (2)

Circuit orbitofrontal latéral

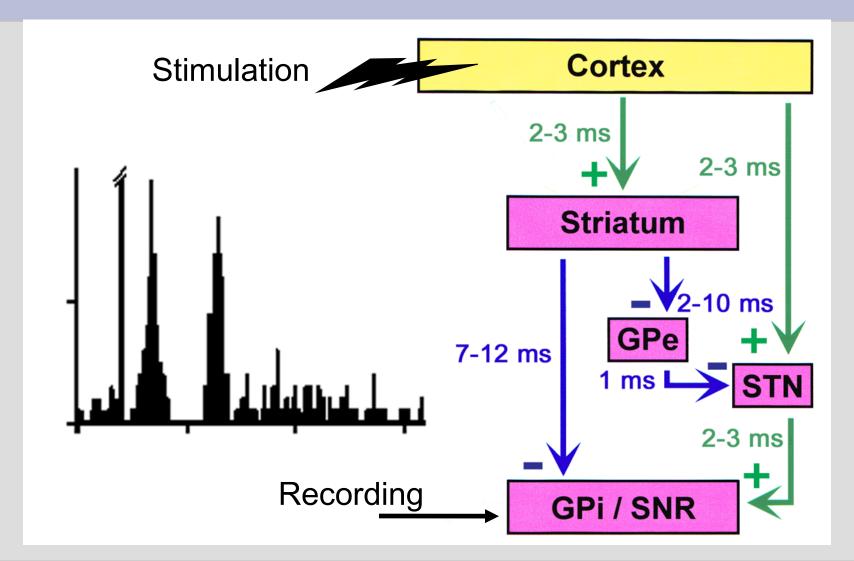
- Ce circuit joue un rôle dans l'empathie et les réponses appropriées aux stimuli sociaux.
- origine dans le cortex orbito frontal latéral
- implique la partie ventro médiane du noyau caudé,
- le pallidum interne et la SNr
- le thalamus qui projette en retour sur le cortex orbito frontal.

Autres Circuits CSPTC (3)

Circuit cingulaire antérieur

- Ce circuit joue un rôle important dans la motivation des comportements.
- projette sur le striatum ventral.
- celui-ci reçoit également des afférence *limbiques* de l'amygdale, l'hippocampe et le cortex entorhinal.
- le striatum ventral projette sur le pallidum ventral
- qui relaie vers les noyaux Centre Médian et Para fasciculaire du thalamus.

Les NGC interviennent dans le calibrage temporel de l'exécution des mouvements (amplitude)



Le Striatum est actif dans toutes les phases de l'organisation des mouvements

Movement execution

Movement initiation

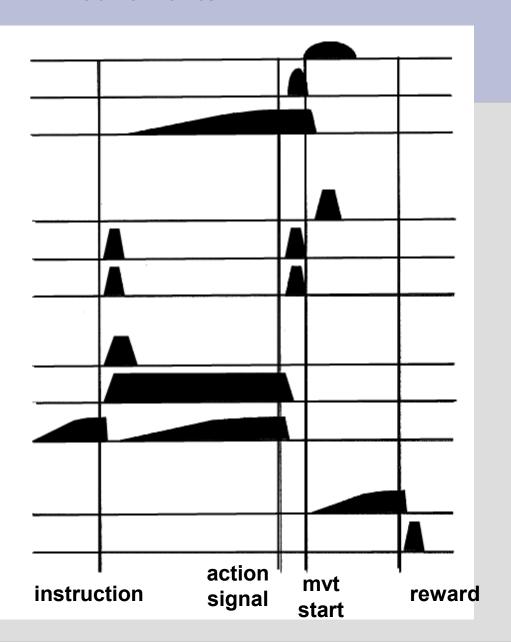
Movement preparation

Visual response

Auditory response

Short term memory
Work memory
Prediction, waiting

Waiting for a reward Reward



D'après W. Schultz

Dysfonctionnement des Circuits CSPTC

L'altération du fonctionnement du circuit CSPTC moteur squelettique

- donne naissance à des pathologies du mouvement
- dans le sens d'un ralentissement (akinésie de la maladie de Parkinson par exemple)
- ou des mouvements involontaires (syndromes hyperkinétiques, dyskinésies).

Si les désordres fonctionnels touchent les autres circuits

- ils peuvent donner lieu à des troubles de l'action (impulsivité, apathie) pour le circuit associatif;
- troubles de l'humeur (manie, dépression) ou troubles obsessionnels compulsifs (TOC) pour le circuit limbique orbito frontal latéral

Texte et figures du cours sont disponibles sur :

http://www.physio.chups.jussieu.fr

cliquer sur

programmes des enseignements

aller au paragraphe

MASTER M1 SPECIALISE EN NEUROPHYSIOLOGIE

Noyaux Gris Centraux (Ganglions de la Base) cliquer sur :

Physiologie des Noyaux Gris Centraux