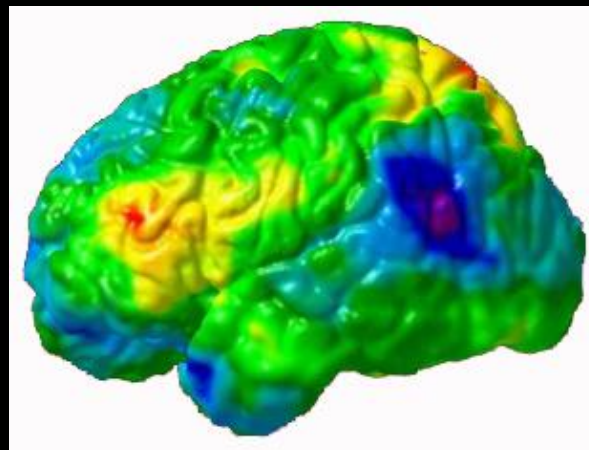


Le cerveau machine à décider: De la motivation à la prise de décision

Jean-Claude Dreher

Equipe 'Neuroéconomie, Prise de décisions et
récompense',
Institut des Sciences Cognitives Marc Jeannerod, CNRS,
Lyon



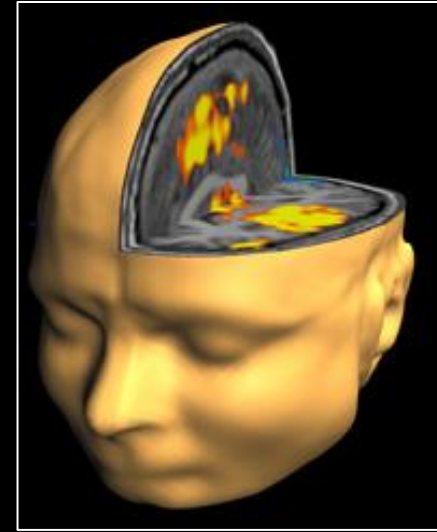
CORTEX



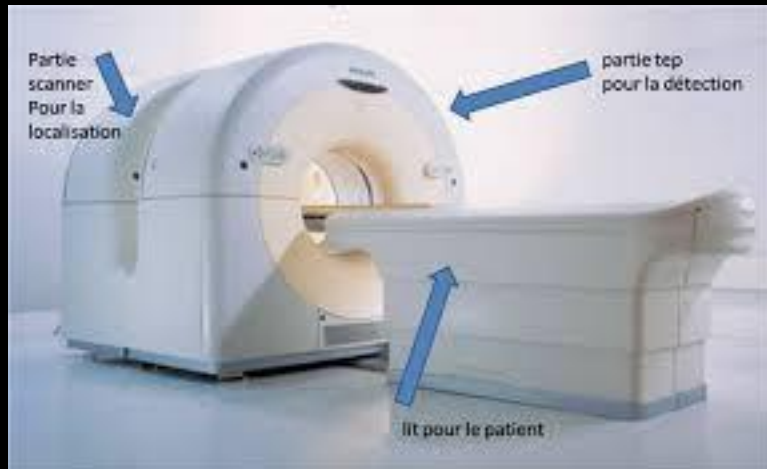
Buts de nos recherches :

Comprendre les mécanismes cérébraux de la prise de décision et de la motivation chez l'homme sain et dans différentes maladies neurologiques ou psychiatriques

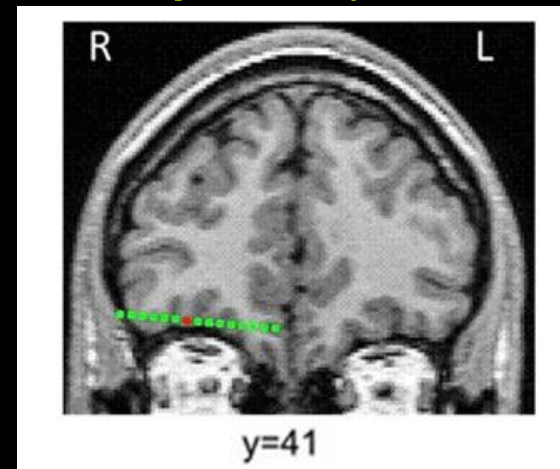
Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf)



Tomographie par émission de positons (TEP)

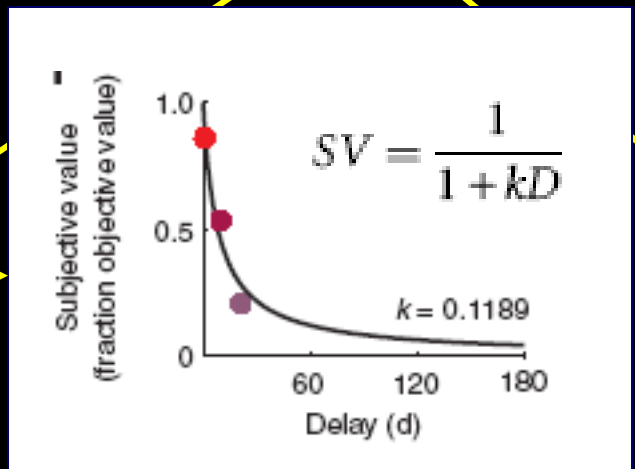


StéréoElectroEncéphaloGraphie (SEEG)



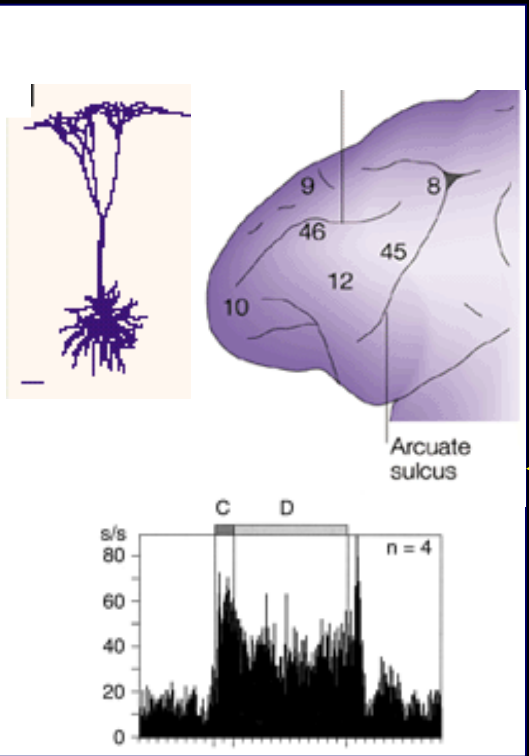
Approche: Liens entre activation cérébrale, mécanismes neurophysiologiques et processus impliqués dans la prise de décision et le traitement des récompenses

Performance
comportementale



Modèles

Neurocomputationnels



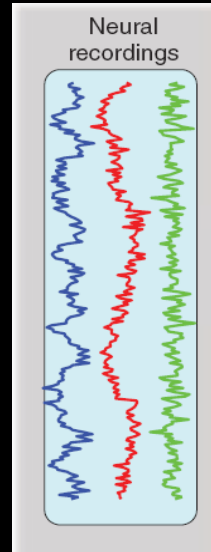
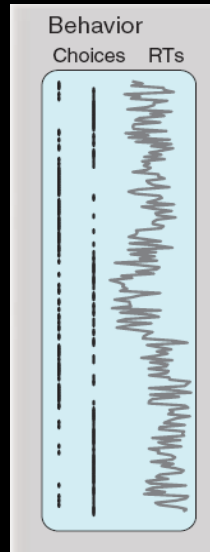
Electrophysiology
(monkeys, Intra-cranial
human recordings)

Activation
Cérébrale
(fMRI)

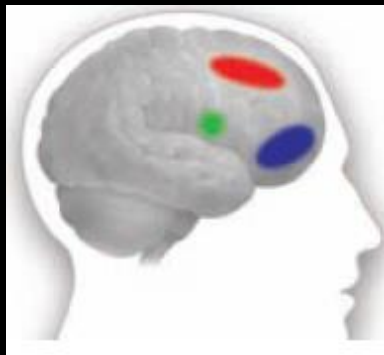
IRMf basée sur les modèles

Caractérisation de la façon dont une région effectue un certain calcul

Behavioral and fMRI Data



Trials

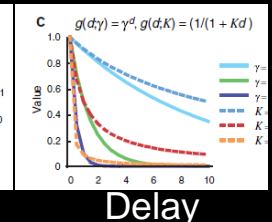
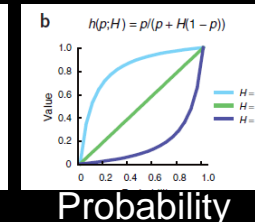
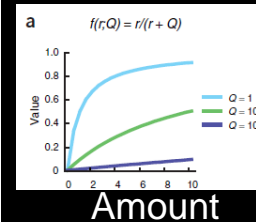


Computational Models

Examples :

Reward value V :

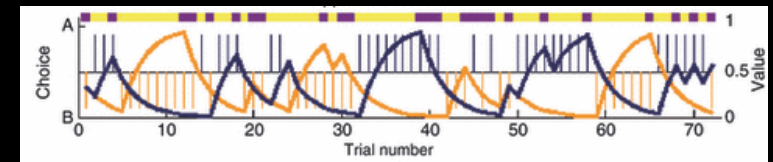
$$V = f(\text{amount}) * g(\text{delay}) * h(\text{proba})$$



Reinforcement learning:

Prediction error: $\delta(t) = R(t) - V(t)$

Predicted value: $V(t+1) = V(t) + \alpha \delta(t)$



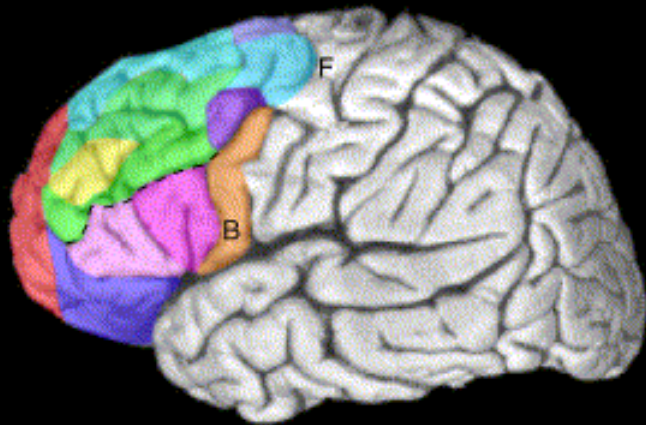
Observed data

Model prediction

Trois axes de recherches:

I.

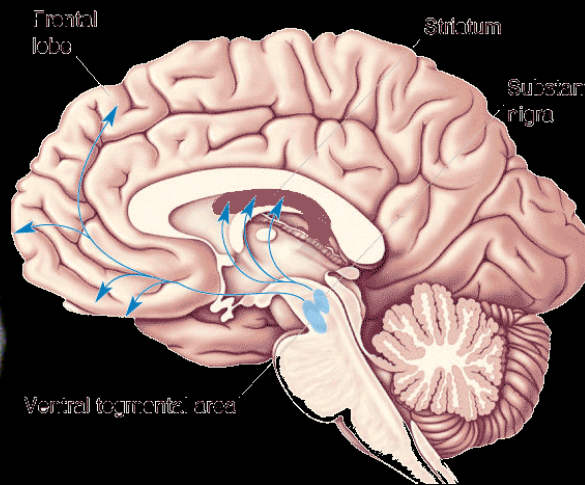
**Organisation
fonctionnelle du cortex
préfrontal**



Prise de décision

II.

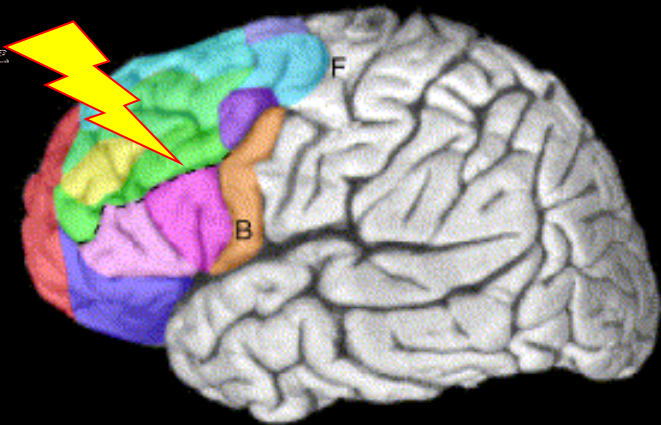
**Etude du système
dopaminergique**



**Système de
récompense**

III.

**Dysfonctions du cortex
préfrontal et du système
dopaminergique**

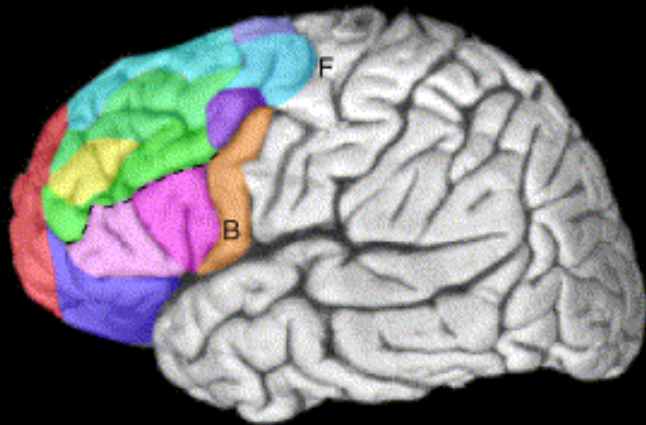


**Schizophrenie,
Maladie de Parkinson,
Lésions du cortex préfrontal,
Jeu pathologique,
Anorexie,
Vieillesse saine**

Trois axes de recherches:

I.

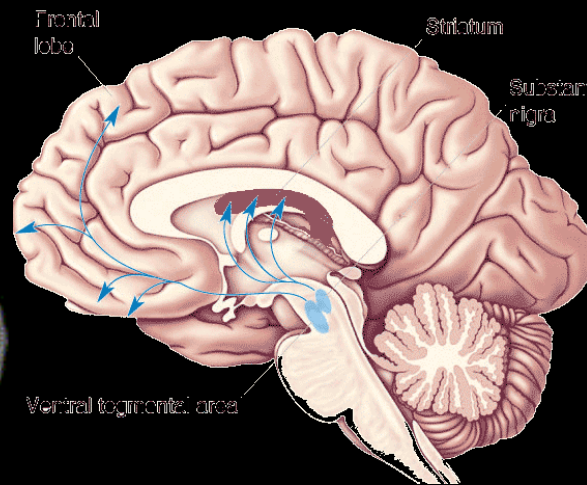
Organisation
fonctionnelle du cortex
préfrontal



Prise de décision

II.

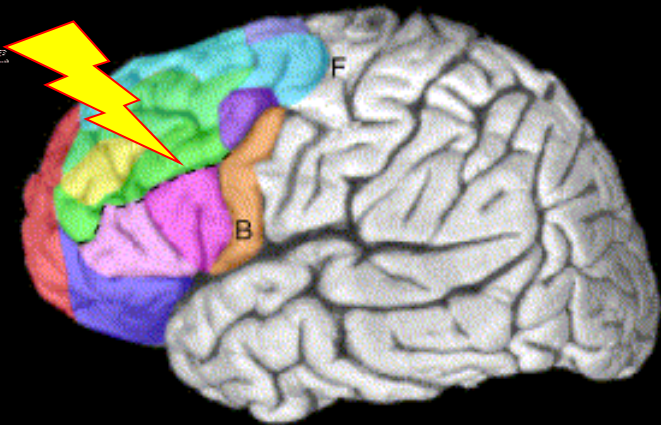
Etude du système
dopaminergique



Système de
récompense

III.

Dysfonctions du cortex
préfrontal et du système
dopaminergique

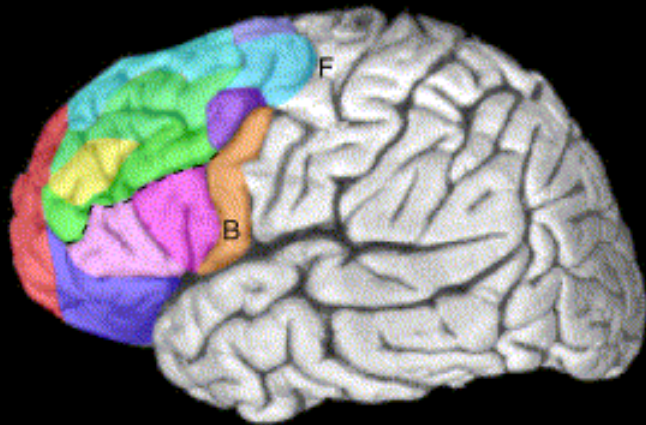


Schizophrenie,
Maladie de Parkinson,
Lésions du cortex préfrontal,
Jeu pathologique,
Anorexie,
Vieillesse saine

Trois axes de recherches:

I.

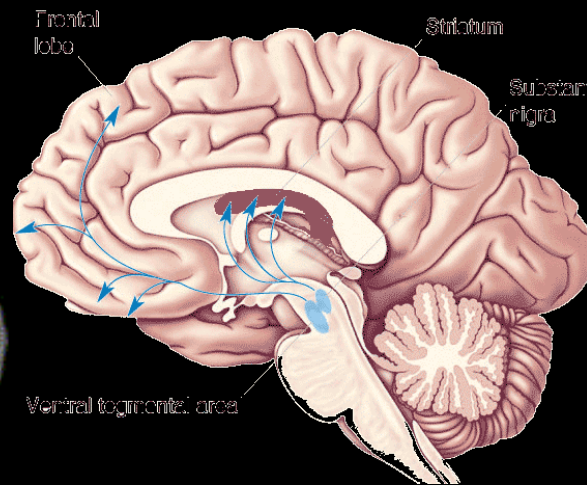
Organisation
fonctionnelle du cortex
préfrontal



Prise de décision

II.

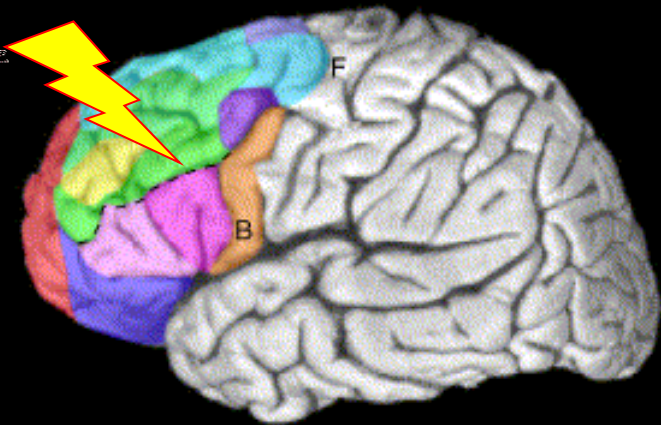
Etude du système
dopaminergique



Système de
récompense

III.

Dysfonctions du cortex
préfrontal et du système
dopaminergique

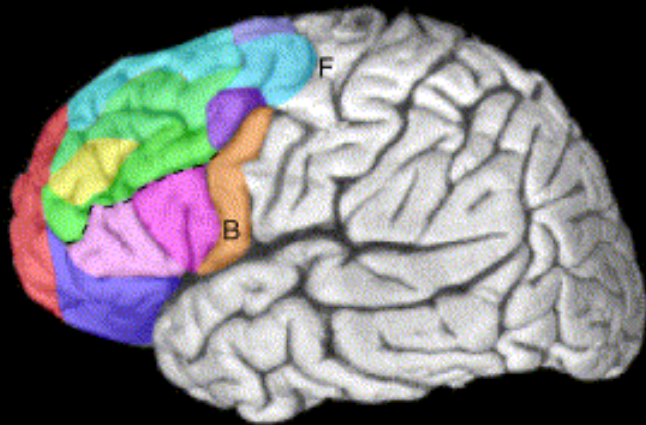


Schizophrenie,
Maladie de Parkinson,
Lésions du cortex préfrontal,
Jeu pathologique,
Anorexie,
Vieillesse saine

Trois axes de recherches:

I.

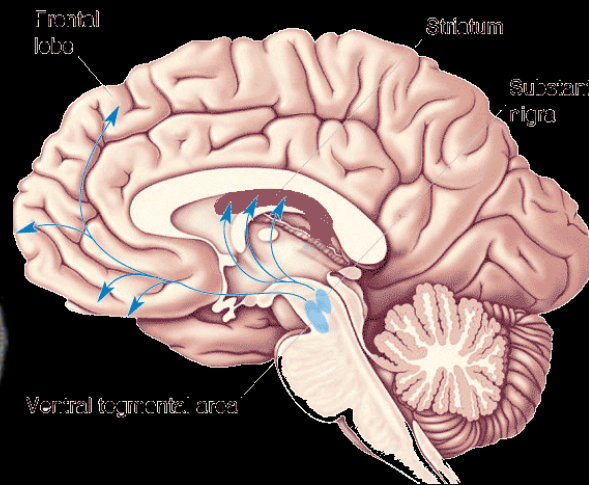
Organisation
fonctionnelle du cortex
préfrontal



Prise de décision

II.

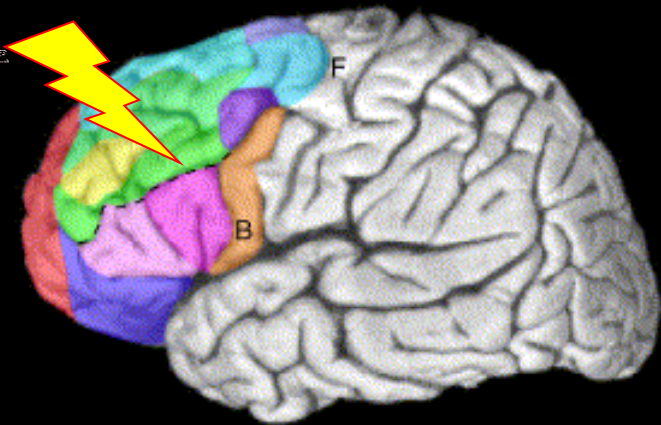
Etude du système
dopaminergique



Système de
récompense

III.

Dysfonctions du cortex
préfrontal et du système
dopaminergique



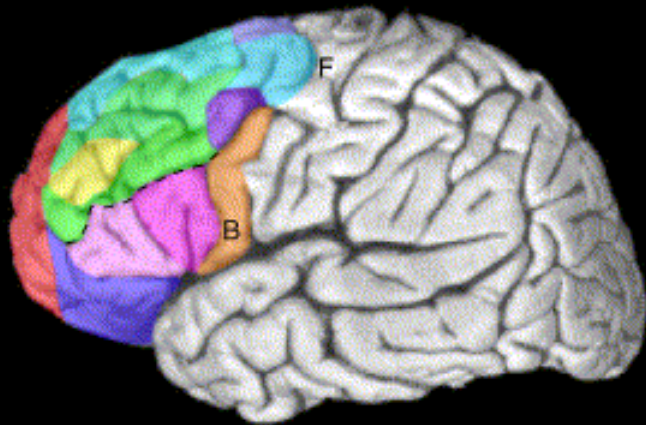
Populations cliniques

Méthodes de neuroimagerie: IRMf, MEG et enregistrements intracrâniens

En parallèle de ces trois axes de recherches:

I.

Organisation fonctionnelle du cortex préfrontal

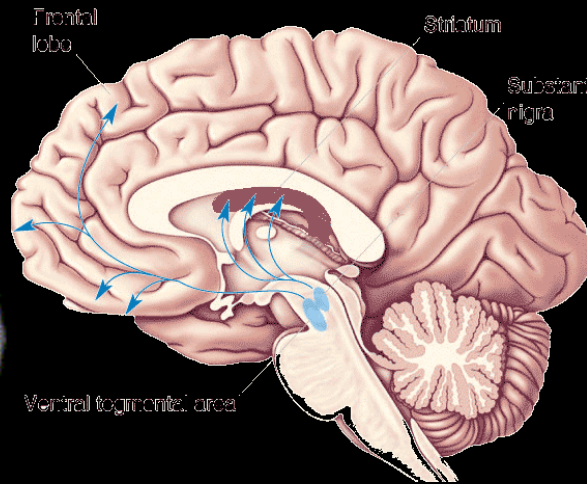


Prise de décision

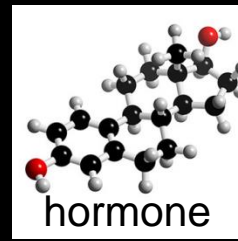
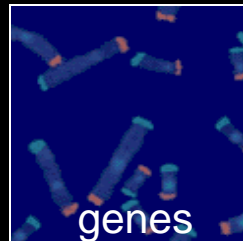


II.

Etude du système dopaminergique

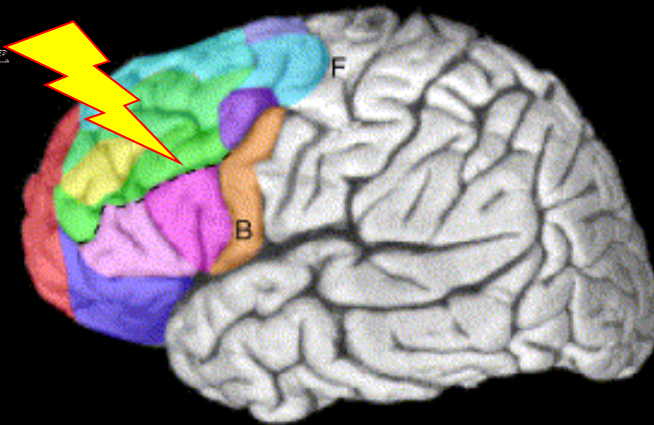


Système de récompense



III.

Dysfonctions du cortex préfrontal et du système dopaminergique

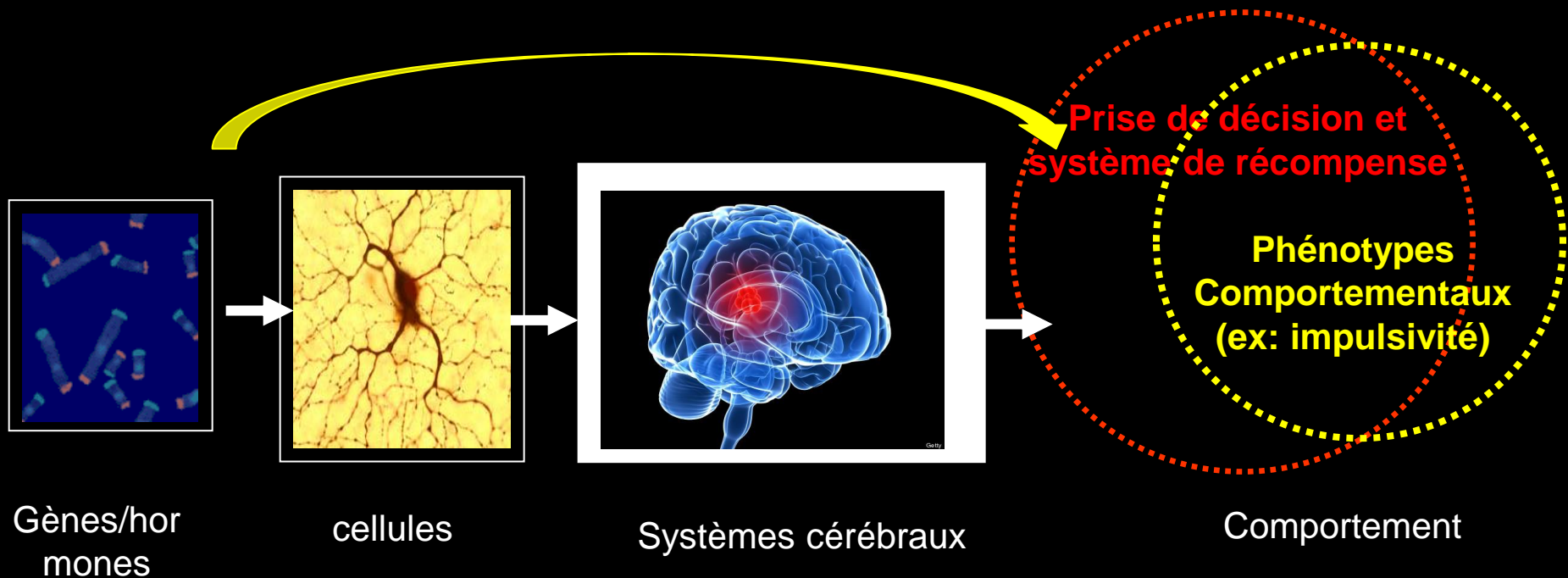


Populations cliniques



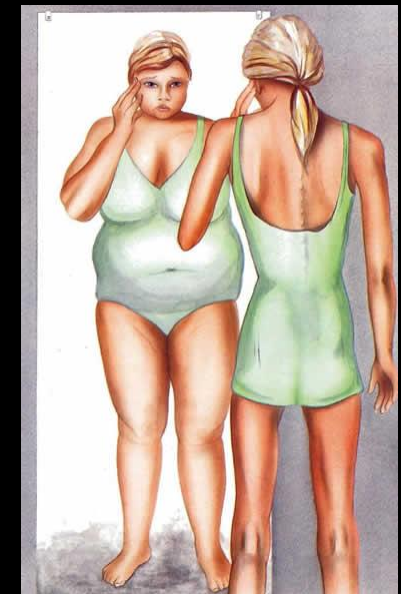
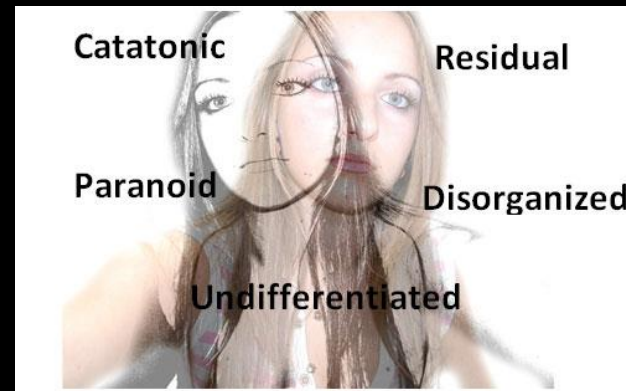
Influences génétiques et hormonales ?

Liens entre différents niveaux d'organisation



Pourquoi est-il important d'étudier les substrats cérébraux du traitement des récompenses et de la prise de décision?

- Addiction aux drogues
- Trouble de l'impulsivité (incapacité de résister à des tentations: eg. jeu pathologique, hypersexualité)
- Maladie de Parkinson
- Schizophrénie
- Anorexie



But 1:

Comment différents types de récompenses et de punitions sont elles représentées dans le cerveau?



Food



drinks



sex

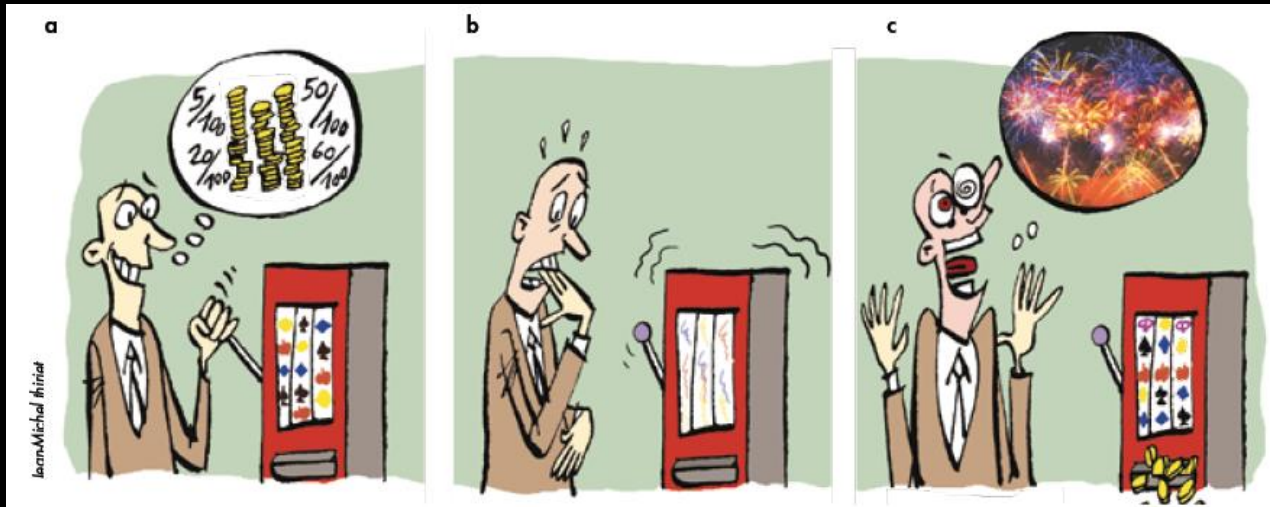


Money



Social status

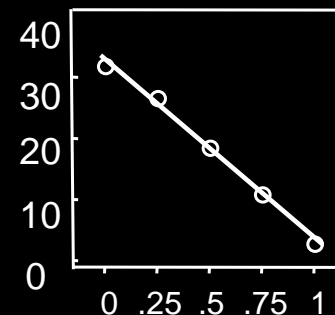
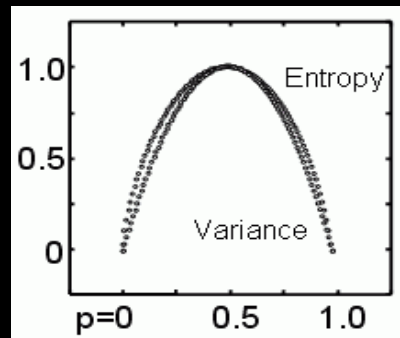
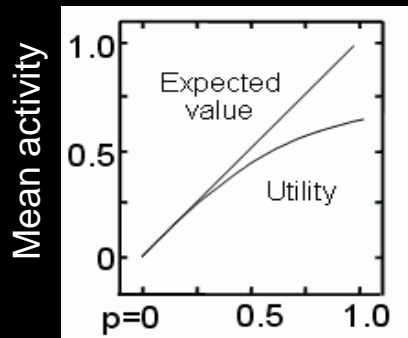
But 2: Décomposition des signaux cérébraux engagés à différents stades du traitement des récompenses



Valeur Subjective

Anticipation de la récompense

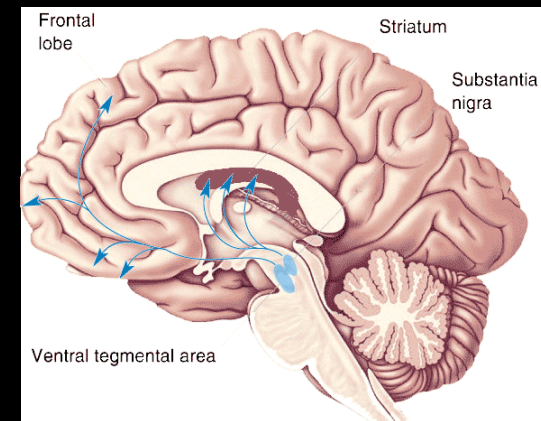
Erreur de prédiction



Reward Probability

Reward Probability

Reward Probability



Dreher, *Cerebral Cortex*, 2006; Dreher et al., *PNAS*, 2007; Dreher et al., *PNAS*, 2008; Dreher et al., *PNAS*, 2009; Vanni-Mercier, al., *J. Neurosci.*, 2009; Dreher, *Prog. Brain. Research*, 2013; Thomas et al., *Front. Neurosci.*, 2013; Li et al., *Brain*, 2016

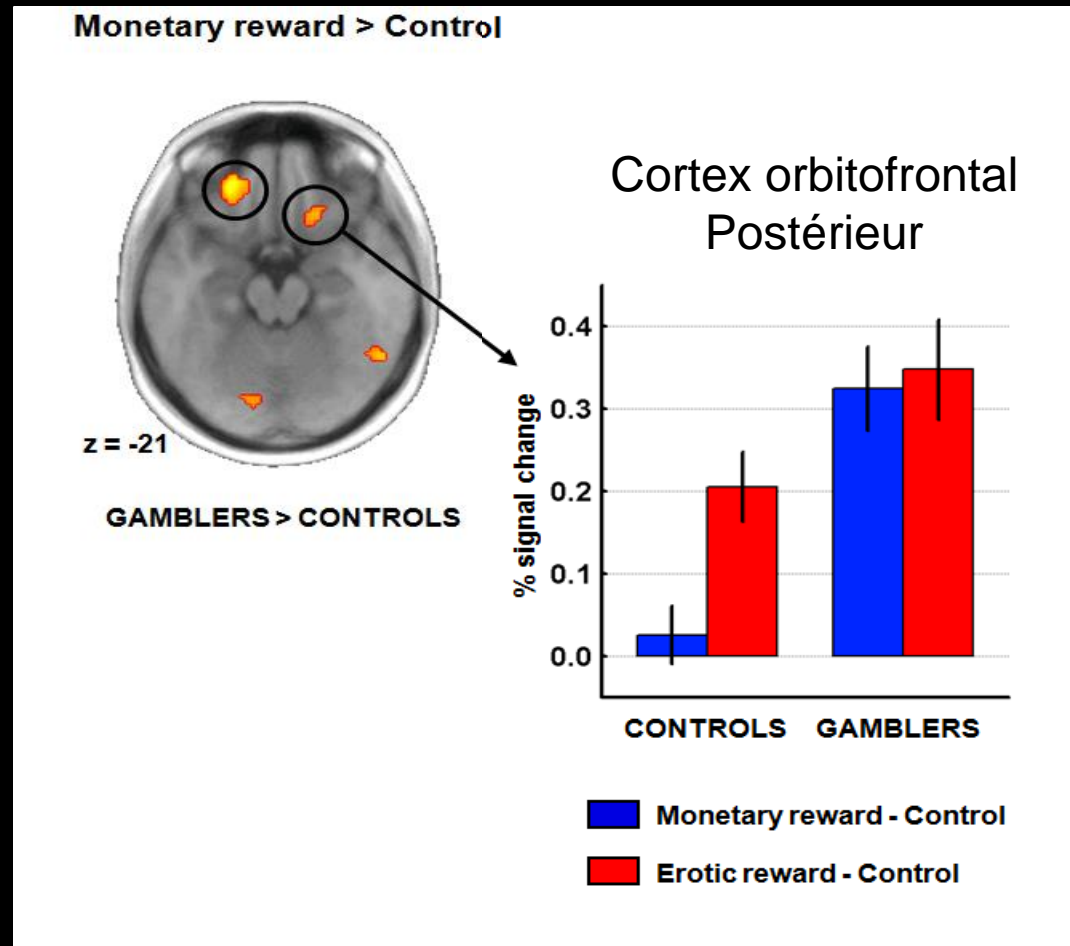
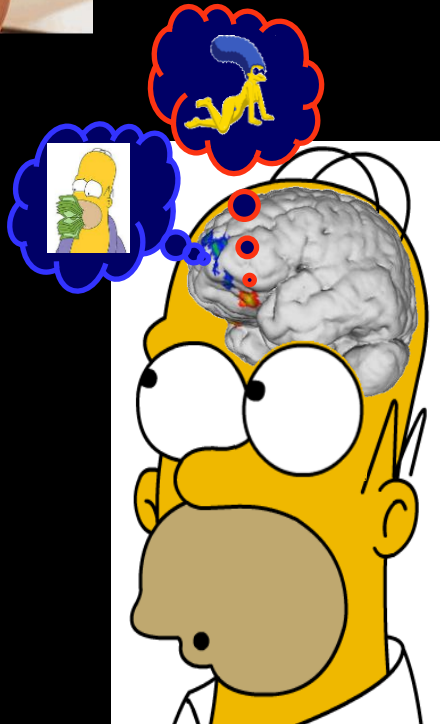
But 3:

Mécanismes cérébraux engagés dans la prise de décision sociale

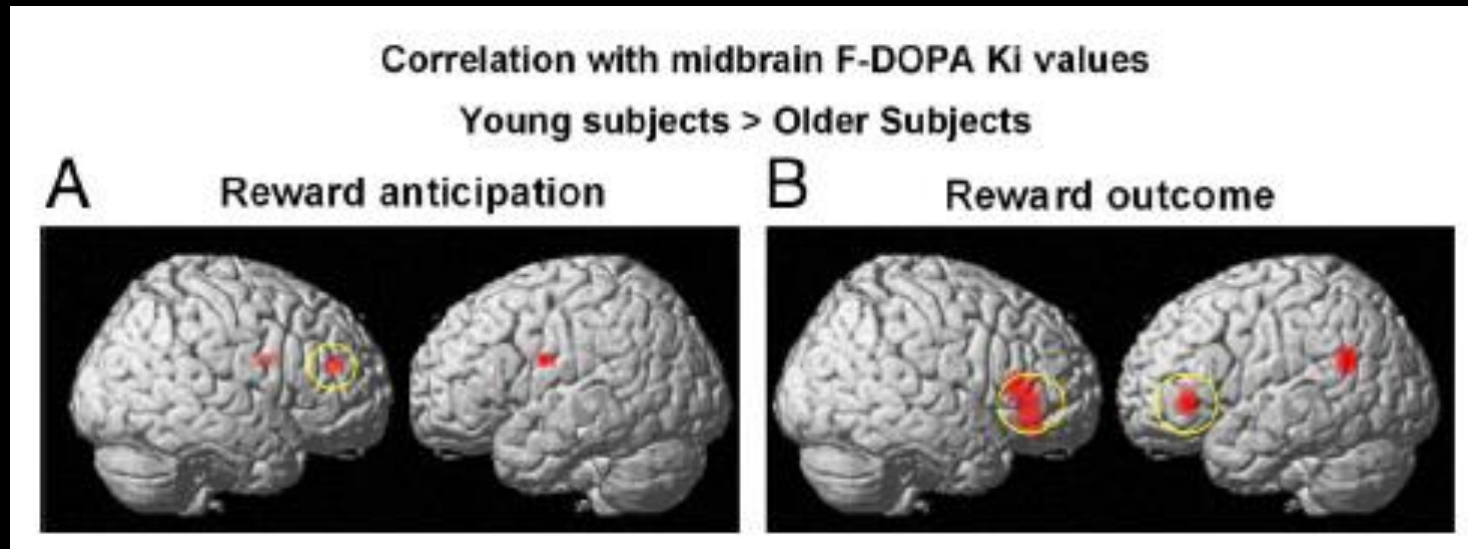
Social context



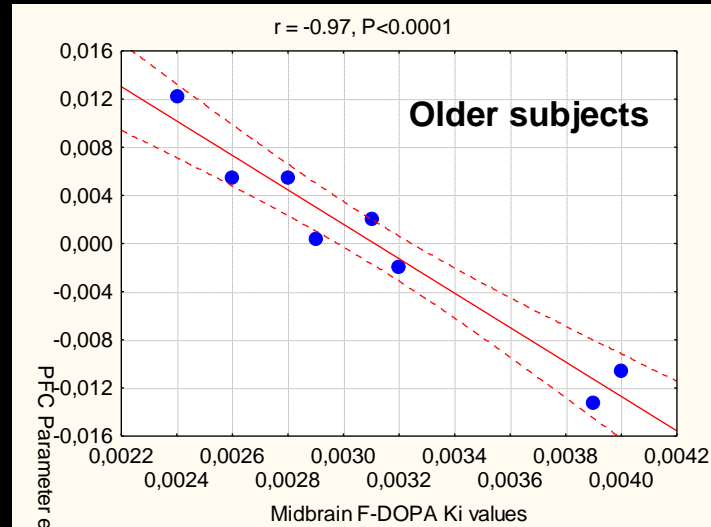
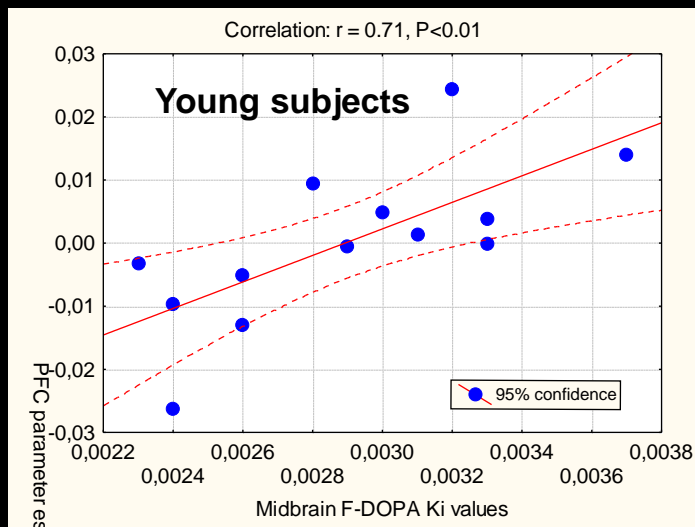
Les joueurs pathologiques font l'expérience de récompenses secondaires comme des récompenses primaires



Age-related changes in midbrain dopaminergic regulation of the human reward system: a multimodal neuroimaging study (FDOPA PET and fMRI)



Correlation between lateral PFC activation and midbrain F-DOPA Ki



Mécanismes computationnels engagés lors de l'apprentissage d'interactions sociales compétitives

Competitive perceptual decision-making game

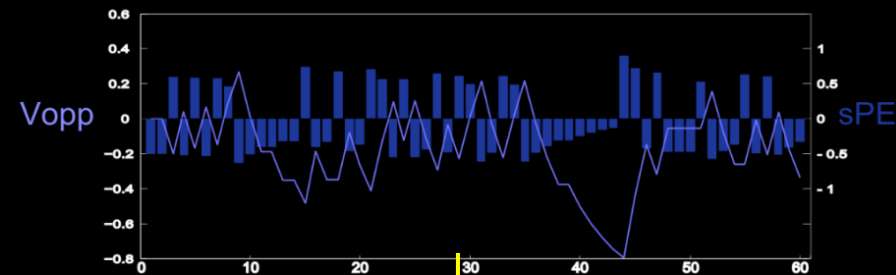
3 opponents / 3 levels of difficulty
= implicit hierarchy

(60 trials against each opponent)

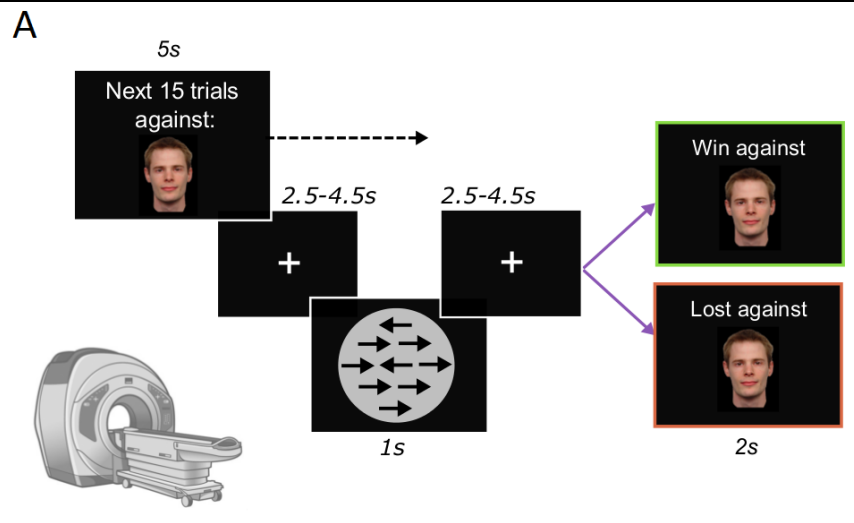
Trial by trial learning of opponent values modeled with a Rescorla-Wagner algorithm:

$$V_{opp}(t+1) = V_{opp}(t) + \alpha * (R(t) - V_{opp}(t))$$

Social Prediction Error (sPE)



Example of learning dynamics (in front of a superior player)



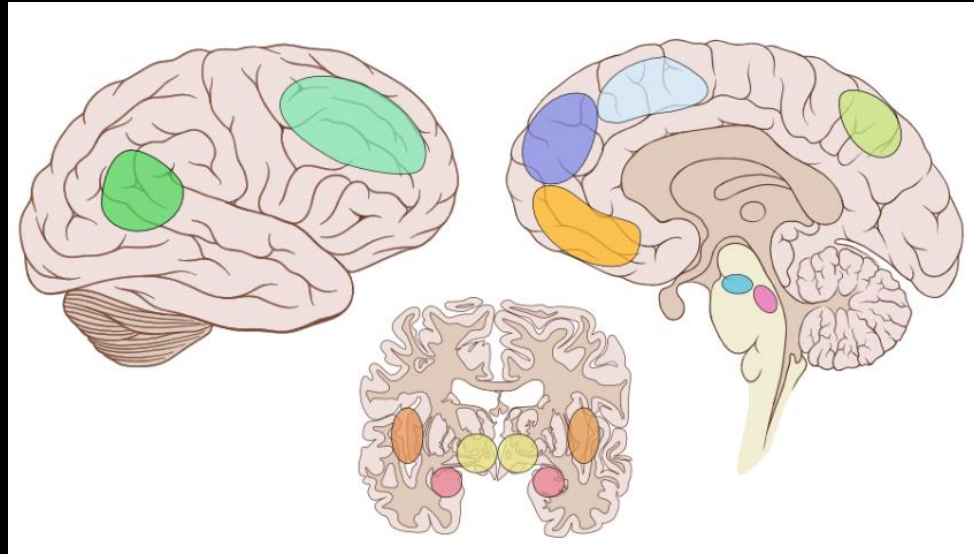
The fastest player wins if both responses are correct

Model-based fMRI with these 'covert' social variables extracted from single-subject RW:

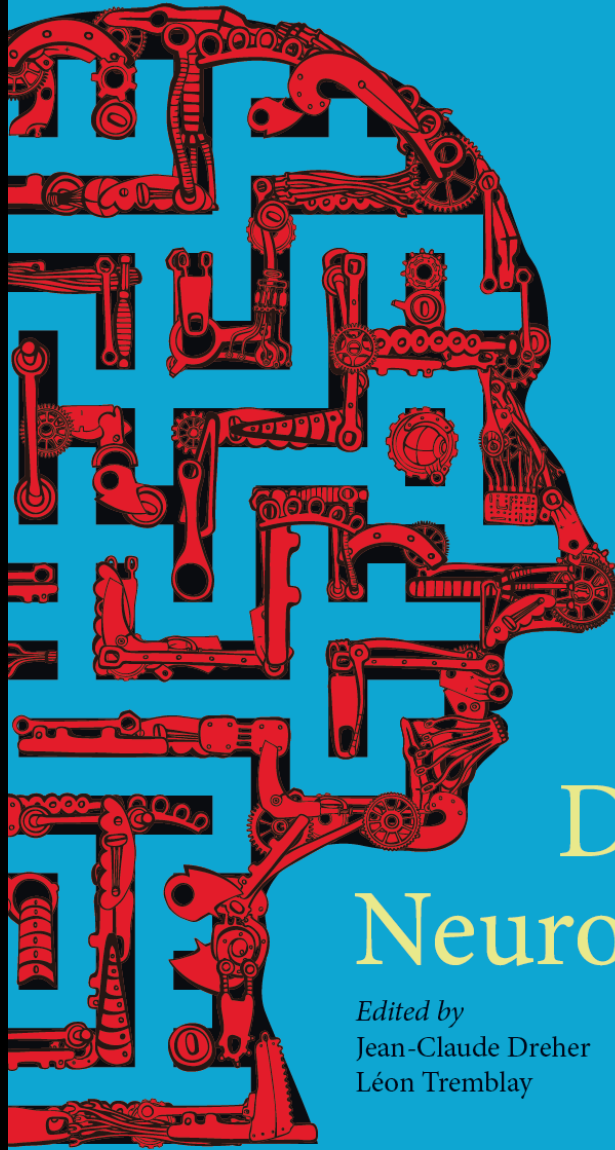
- Social prediction errors: sPE
- Dynamic representation of opponent's strength: Vopp

CONCLUSIONS

De la récompense à la prise de décision sociale



- **DISSOCIATIONS FONCTIONNELLES DANS LE CORTEX ORBITOFRONTAL** (Li et al., *Brain*, 2016)
- **DISTINCTS SIGNAUX DANS LE SYSTEME DE RECOMPENSE** (Li et al., *J. Neurosci.*, 2015)
- **APPRENTISSAGE DES RELATIONS DE DOMINANCE SOCIALE** (Ligneul et al., *Current Biology*, 2016)
- **TESTOSTERONE AUGMENTE LES COMPORTEMENTS VISANT A AUGMENTER SON STATUT** (Dreher et al., *PNAS*, 2016)



Decision Neuroscience

Edited by
Jean-Claude Dreher
Léon Tremblay



Membres de l'équipe « Neuroéconomie, prise de décision et système de récompense », CNRS, CNC, Lyon

Investigateur principal: Jean-Claude Dreher, Ph.D, DR2 CNRS, HDR

Membre permanent:

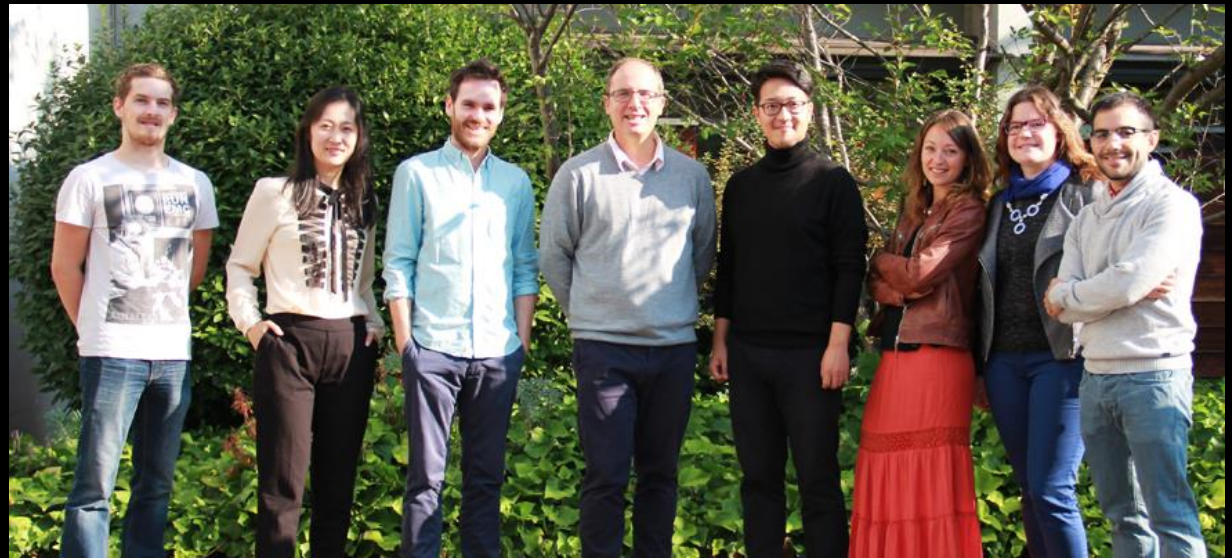
- Christian Scheiber, PU-PH, HDR

Etudiants en thèse:

- Laure Bottemanne
- Rémi Janet
- Alexia Gérardin

Post-doctorants:

- David O'Connor
- Seongmin Park
- Elodie Barat, Miguel Pedroza



Membres passés: G. Vanni-Mercier, G. Sescousse, P. Domenech, C. Prévost, E. Météreau, J. Thomas, J. Redouté, X. Caldu

Sources de financements: European FP7 program, ANR, LABEX, Fondation pour la Recherche Médicale, Fyssen foundation, Fondation France Parkinson, PMU

Merci pour votre attention