

## Stress et pathologie de la décision



- Since 2004, ISAE is developing an expertise in Neuroscience for Human Factors
- A pluridisciplinary & international team :
  - 4 permanent members
  - 7 PhD students
  - 6 post-doctoral fellows
- **Expertise** : Neuroscience, Human Factors, Psychophysiology, Signal Processing & Algorithm, Experimentation





- Stress : “tensions éprouvées lors d'événements désagréables (distress) ou agréables (eustress)”
- Stress : syndrome général d'adaptation : Fight/Flight/Freeze
- Forte interaction avec :
  - système “émotionnel” (limbique) : recherche du plaisir, évitement de la douleur..
  - système “rationnel” (préfrontal)

incertitude

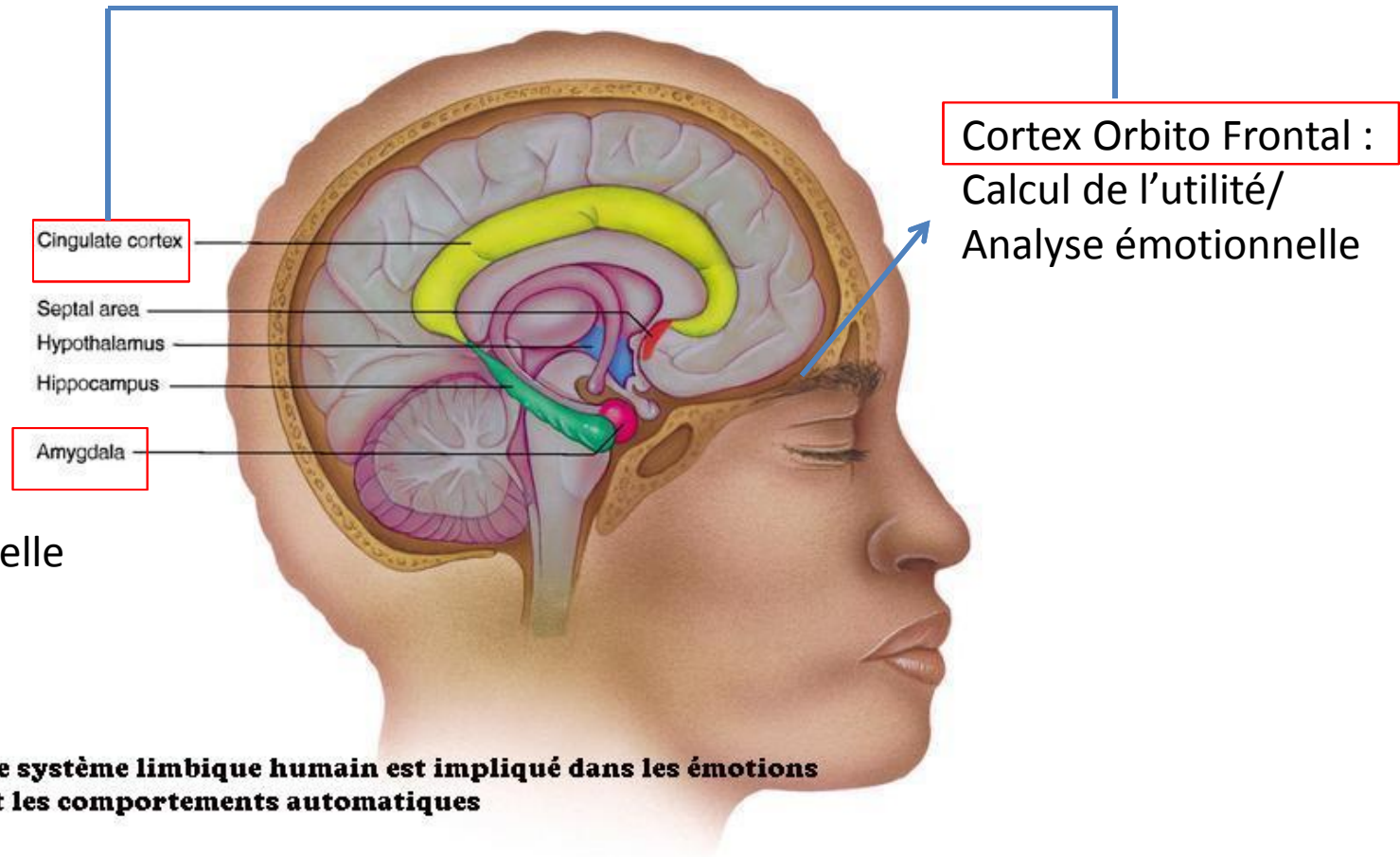
Pression temporelle

Suprise

Panne grave

Pression opérationnelle

# Stress et système "limbique"/émotionnel

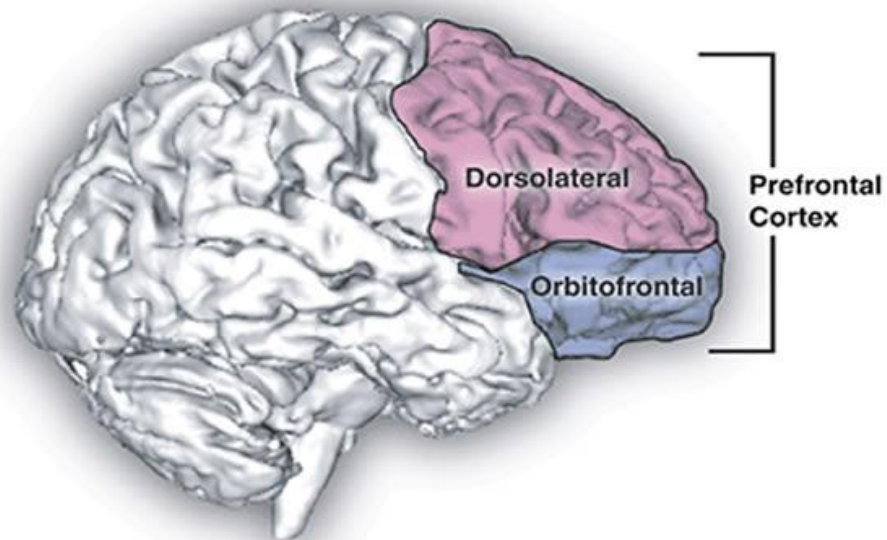


Mémoire émotionnelle  
« irréversible »

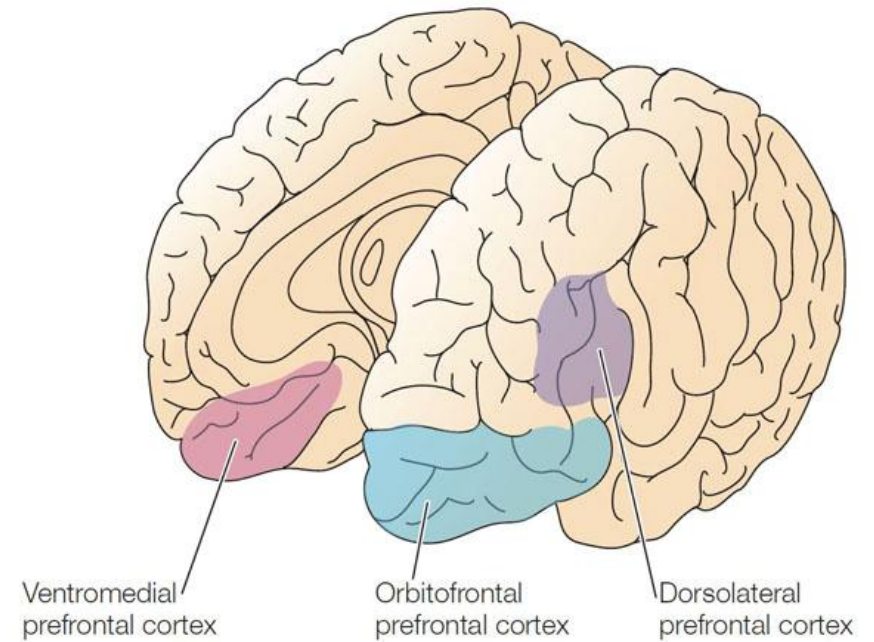


**Le système limbique humain est impliqué dans les émotions et les comportements automatiques**





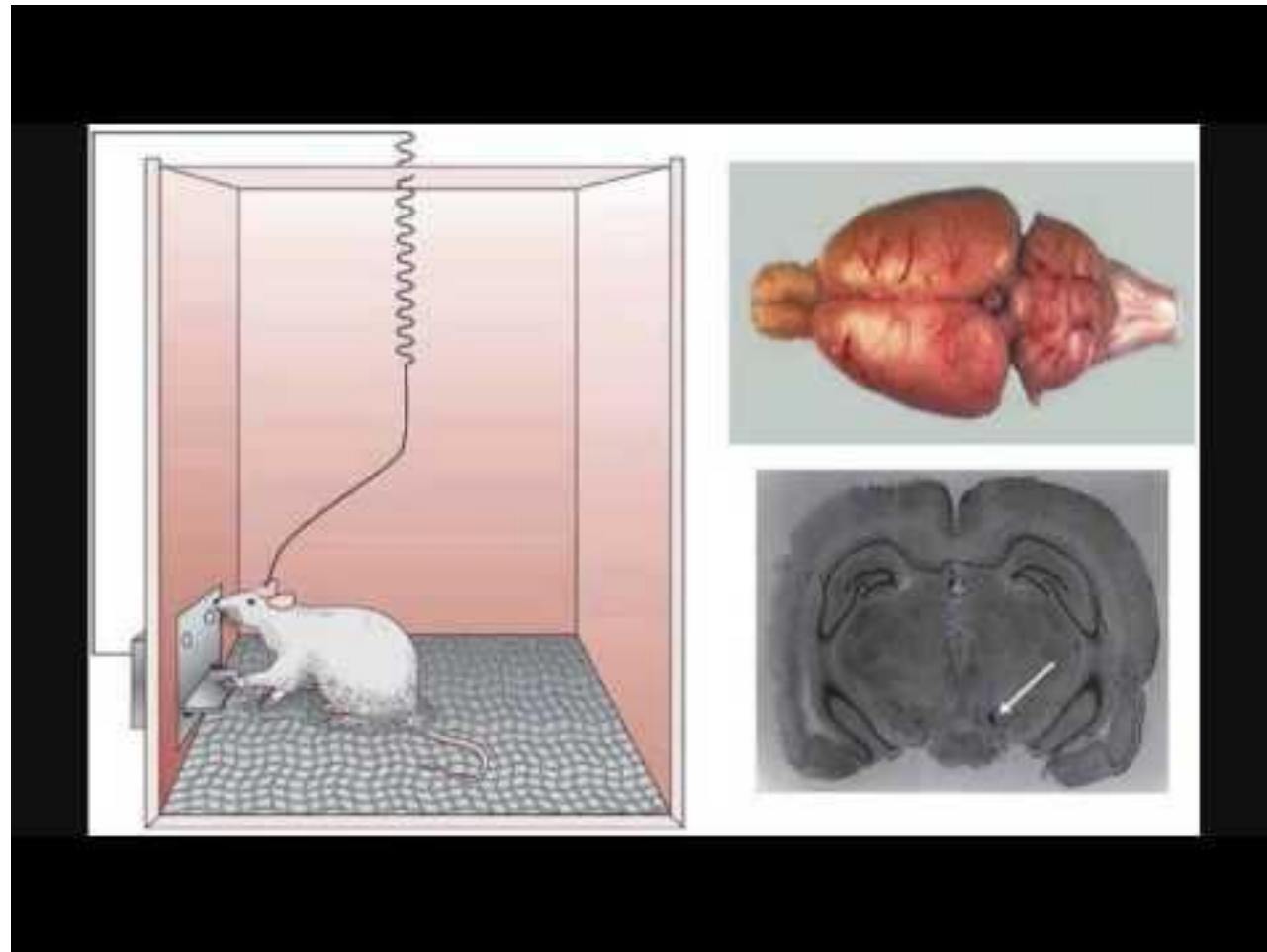
NeuroscienceNews.co



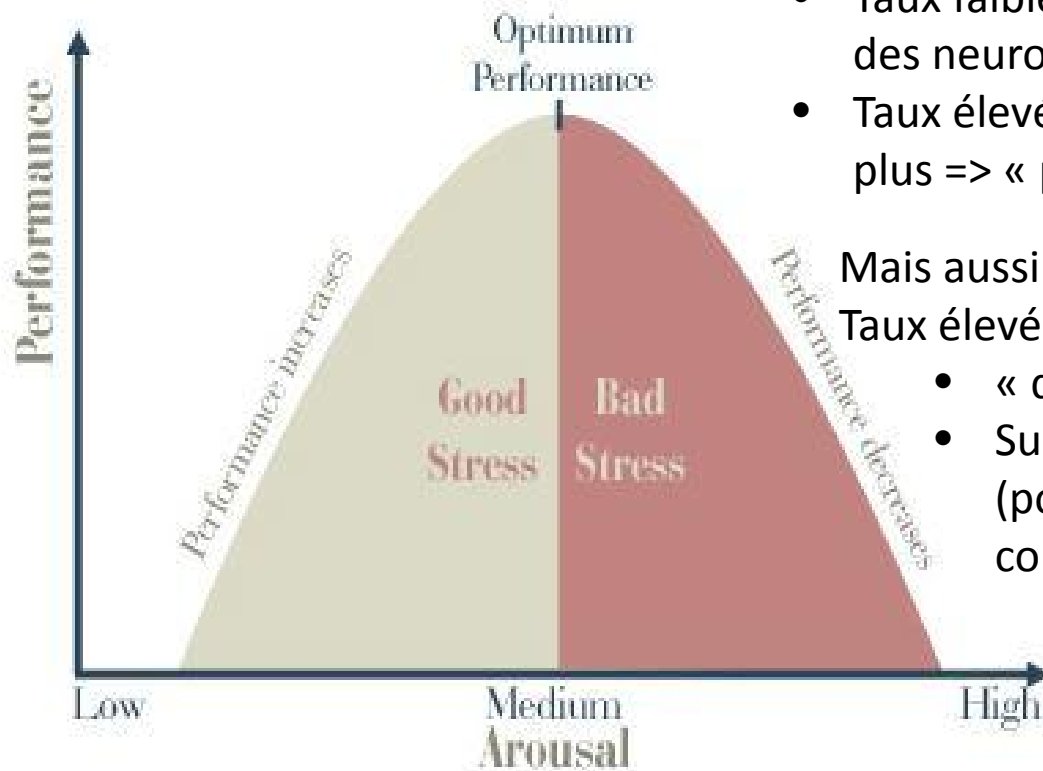
## Cortex Préfrontal :

- Mémoire de travail
- Décision/planification
- Superviseur attentionnel
- Actions rationnelles

- Système de la récompense



## Loi Yerkes Dodson (1908)



Performance dépend du taux de noradrénaline et dopamine dans le cortex préfrontal:

- Taux faible (fatigue)= perte de l'activité soutenue des neurones du Cortex Préfrontal => amorphe
- Taux élevé (stress) = neurones du PFC ne stabilisent plus => « perte de contrôle »

Mais aussi dans le système « limbique/émotionnel »  
Taux élevé de dopamine :

- « déconnexion » du PFC
- Suractivation d'aires cérébrales (post/mediane) responsables de comportements stéréotypés => pourquoi???



S11



# Le stress favorise les réponses automatiques : le test de stroop

**BLEU**

## Diapositive 9

---

**SI1**

SI ISAE; 16/12/2015

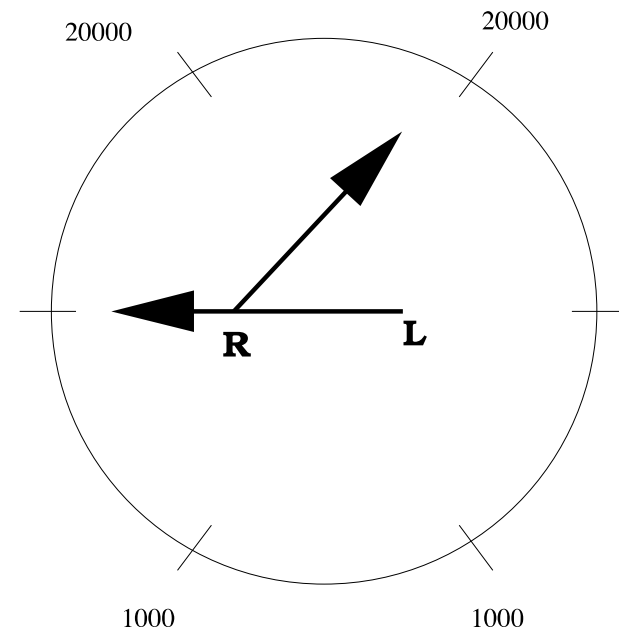
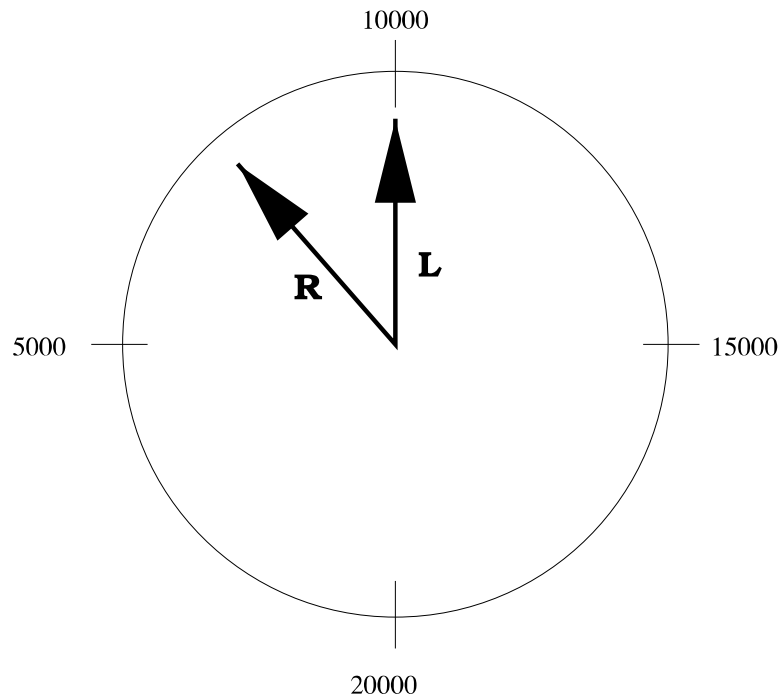
# Le stress favorise les réponses automatiques : le test de stroop

vert bleu jaune rouge  
bleu rouge jaune vert  
rouge jaune vert bleu  
jaune vert bleu rouge  
vert bleu jaune rouge  
bleu rouge jaune vert  
rouge jaune vert bleu  
jaune vert bleu rouge

*Le test de Stroop évalue la capacité de la personne à inhiber une réponse automatique.*

Stress/fatigue

## TACHYMETRE (régime moteur)



source : J.C. Wanner

- Fixation errors (De Keyser et Woods, 90):
  - Type 1: l'opérateur humain n'arrive pas à se décider pour atteindre leur but
  - Type 2: l'opérateur humain répète les mêmes séquences d'actions sans contrôle apparent
  - Type 3: l'opérateur a trop confiance dans sa stratégie et ne croit pas ou néglige les informations extérieurs (ex : alarmes)



Hypothèse du continuum cognitif [Pastor, 00] et syndrome dysexécutif [Eustache, 00]

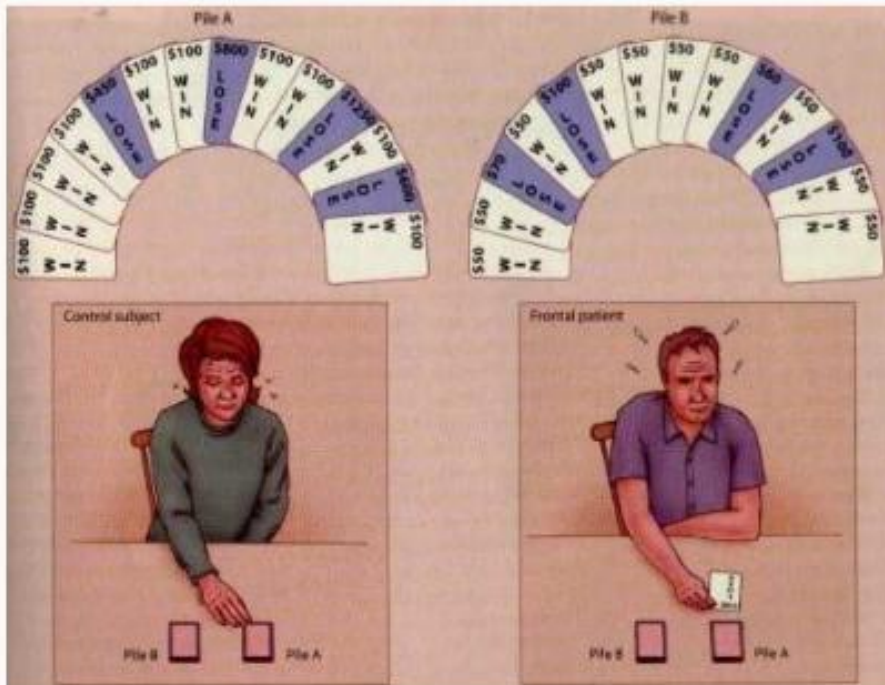
- ☀ aboulie
- ☀ persévération à reproduire une séquence motrice
- ☀ enfermement dans une décision

Trouble de l'attention, trouble de l'inhibition



Phineas Gage : QI intact mais Gage n'est plus Gage  
– voir « L'erreur de Descartes – Antonio Damasio »

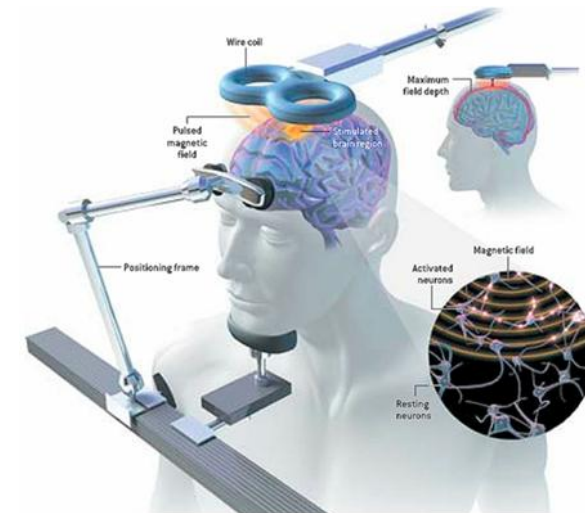
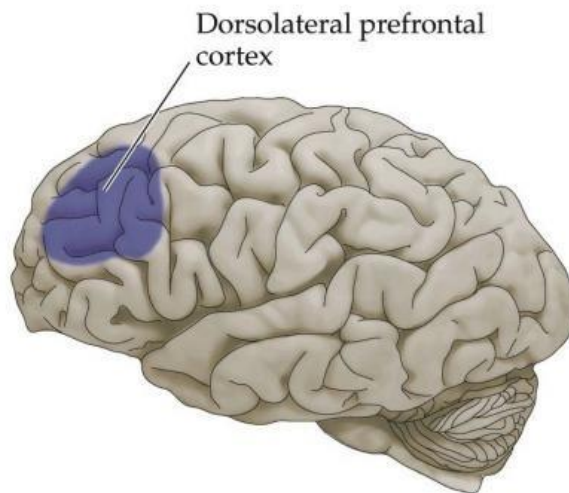
## Iowa Gambling Task (Bechara et al. 1997)



- 4 tas de cartes :  
Deux tas risqués  
Deux tas conservateurs
  - Sujets normaux :  
Évitent progressivement les tas risqués
  - Sujet VM :  
Focalisent sur les tas risqués
- Moins de réponses du somatiques

D'après M. Causse

- Patients lésés DLPFC : persévération
- Stress, émotion, fatigue désactivent le DLPFC : perte de flexibilité mentale/persévération, comportements risqués, baisse de performance
- rTMS et DLPFC : comportement rationnel ou .. risqué







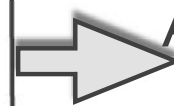
Aeronautical situation



Laboratory

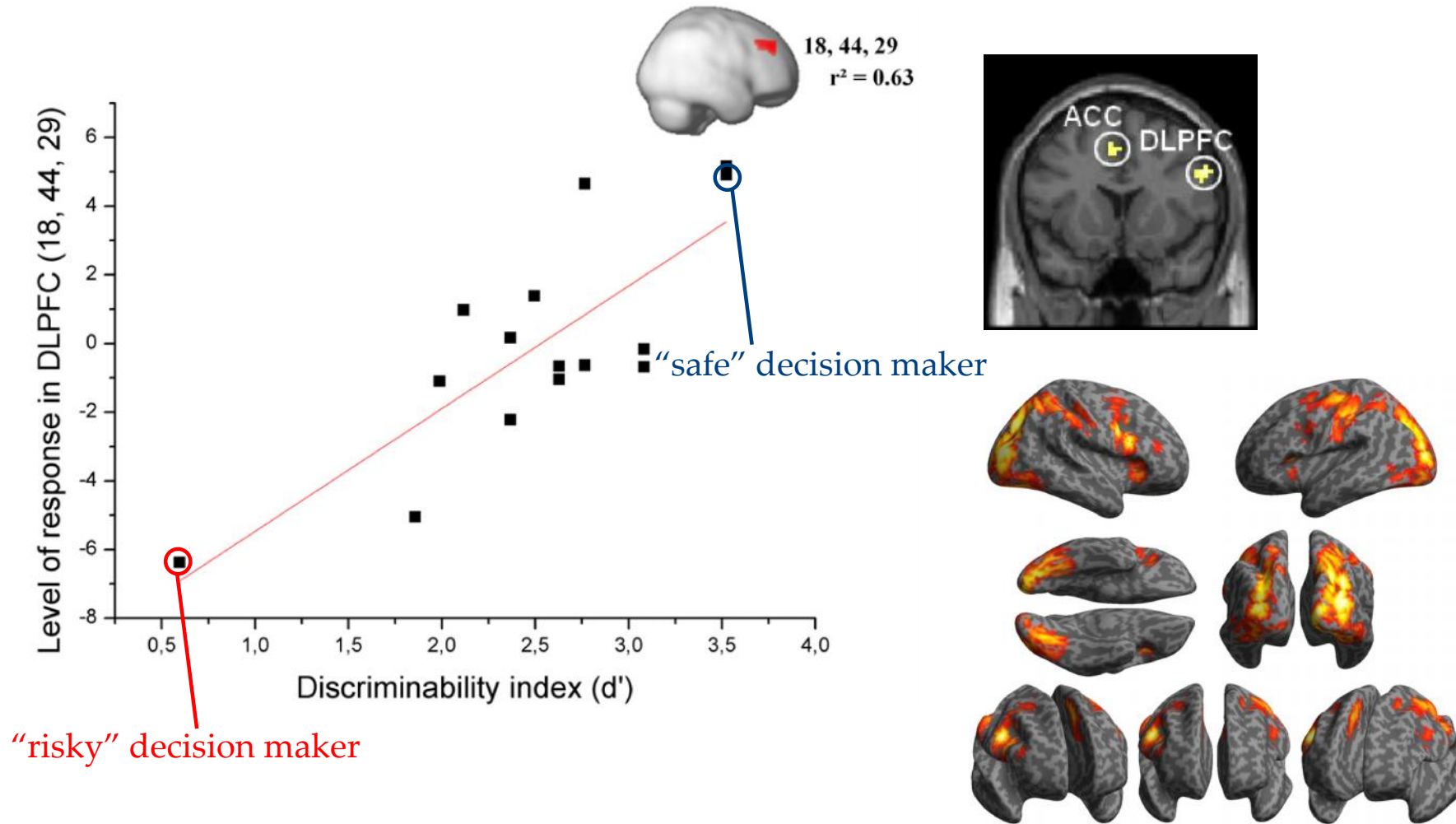
## Rational decision making under uncertainty and incentive conditions

- ☀ fMRI protocol
  - ☀ monetary incentive vs. neutral
  - ☀ uncertainty is manipulated



Analysis of the brain networks involved during “the shift”

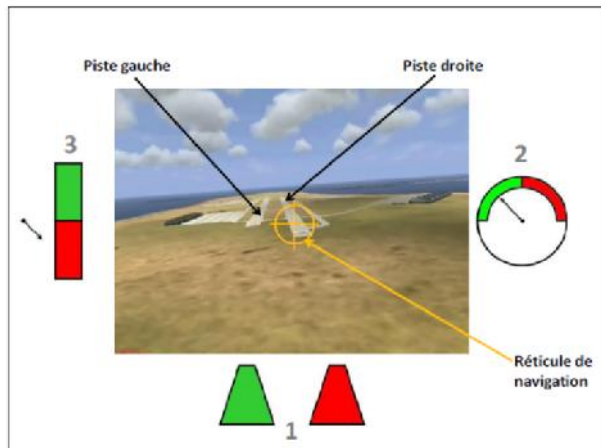




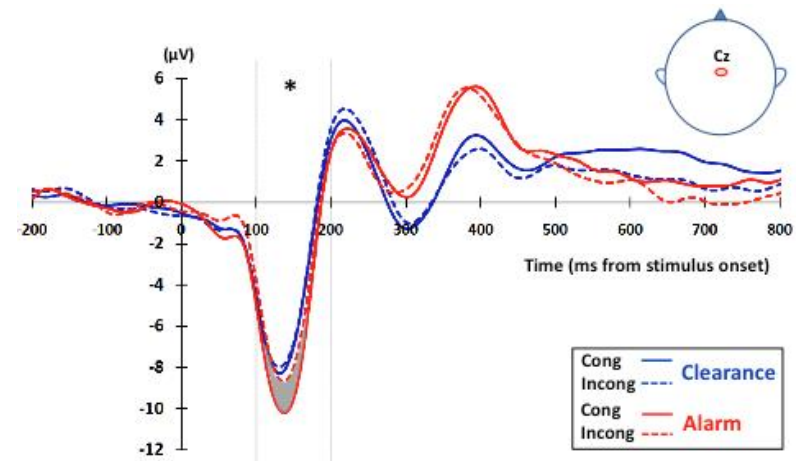
Causse, M., Péran, P., Dehais, F. et al. (2013). Affective decision making under uncertainty during a plausible aviation task: an fMRI study. *NeuroImage*, 71, 19-29.



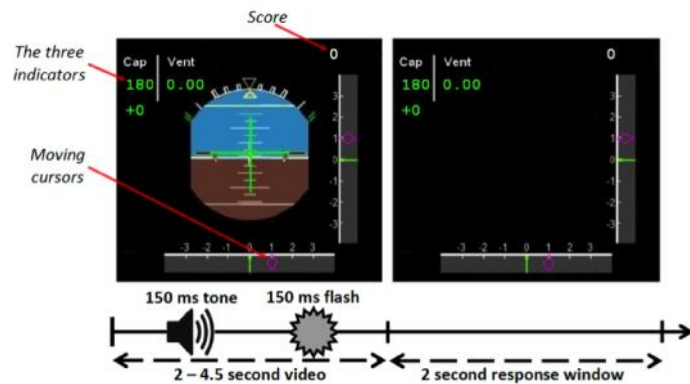
# McGurk Effect



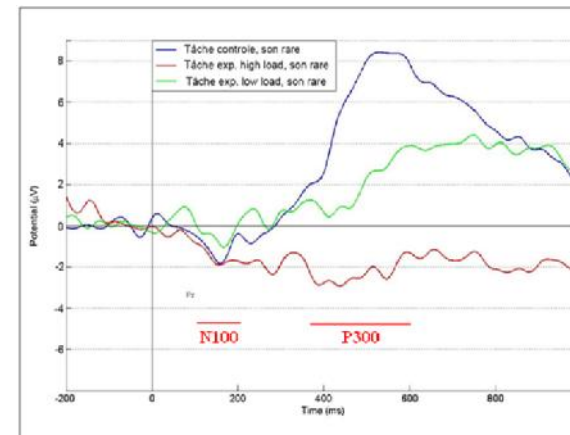
Audiovisual  
conflict/N100



Scannella, S., Causse, M., Chauveau, N., Pastor, J. Dehais, F. et al. (2013). Effects of the audiovisual conflict on auditory early process. *International Journal of Psychophysiology*



Visual load/P300



Giraudet, L., St Louis, M.E., Scannella, S., Causse, M. et al. (2015). P300 as an indicator of inattentional deafness. *Plos One*.

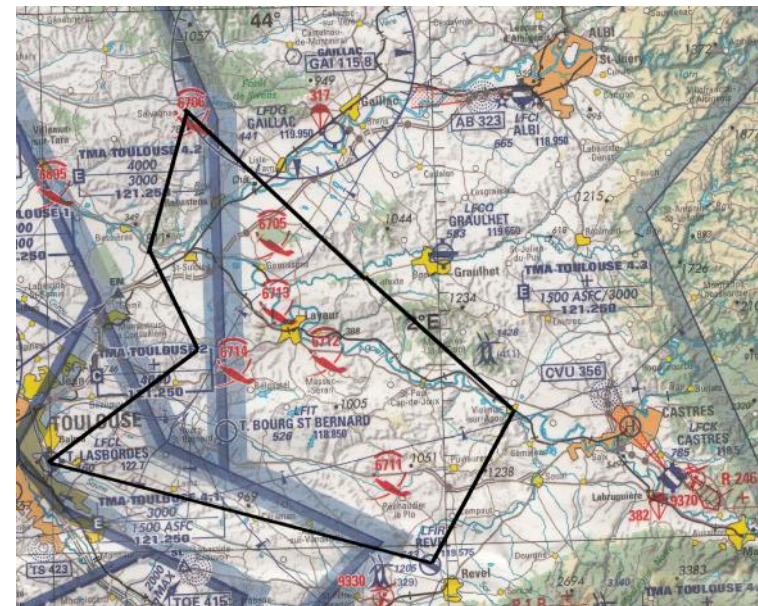


# Inattentional Deafness : Real Flight Condition



Pr. Callan – Univ Ozaka

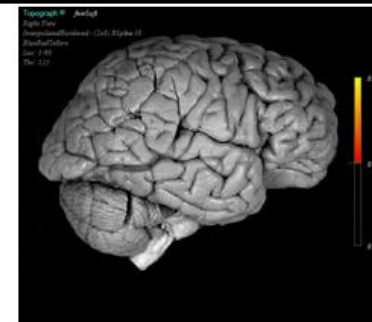
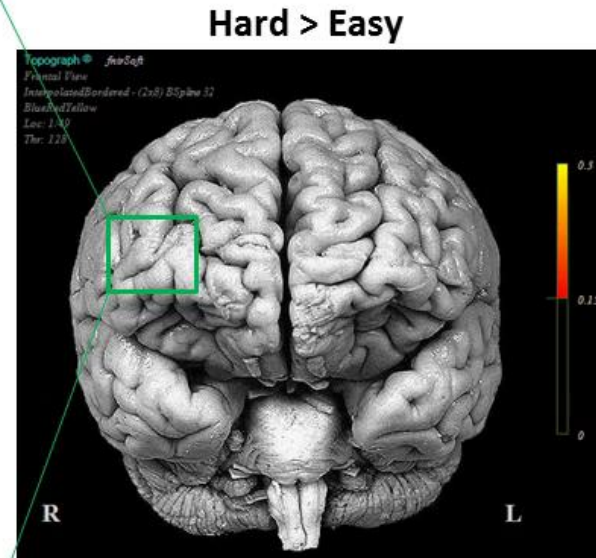
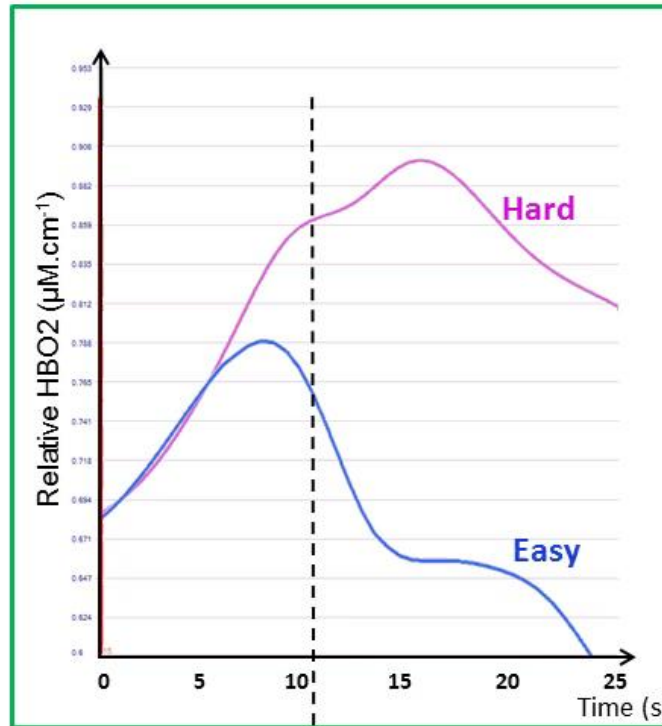
- Lasbordes ->Gaillac->Lasbordes
- Auditory alarms
- Low workload vs High workload
- 6 pilots



(Permit to fly number – EASA A.N. 60049325)



## Pilots' WM during ATC message task



Accuracy=80%

Specificity=72%

Sensitivity=89%



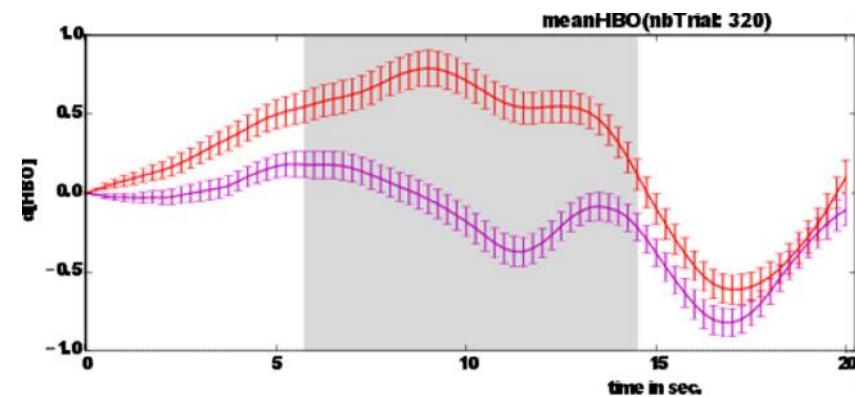
ATC message



Gateau, Scannella, Lancelot, Durantin, Dehais, et al. (2015). *Plos One*



- Participants: 11 VFR pilots
- Scenario : 20 trials (local flight)
- Wireless Mini-fnirs
- Results: 76% accuracy
- Light issues!



(Permit to fly number – EASA A.N. 60049325)

## Smart Plane and Avionics Design (SPAD)



Capteurs embarqués  
Station d'acquisition





**1st International  
Neuroergonomics Conference**

**THE BRAIN AT WORK  
AND IN EVERYDAY LIFE  
OCTOBER 6 & 7, 2016**

**AXA Headquarters / PARIS - FRANCE**

