



# Plénière 4 - La conscience en questions

## Evaluation neurophysiologique de la conscience

**Dr Benjamin Rohaut**

Département de Neurologie, Neuro-ICU,  
*Columbia University, New York*

Département de Neurologie &  
Institut du Cerveau et de la Moelle épinière  
*Hôpital de la Pitié-Salpêtrière, Paris*





*Liens d'intérêts déclarés par l'intervenant :*

***absence de lien d'intérêts***





# Qu'est ce que la conscience ?

- « *Etat permettant la connaissance de soi et de l'environnement, et d'agir en conséquence et de façon adaptée* »
- Capacité à rapporter des états mentaux :  
    « *Je vois X, j'entends Y, je me souviens de Z* »
- **Critère de la rapportabilité**  
    Notion de « conscience d'accès » (vs « conscience phénoménologique »)
- On distingue donc:
  - **L'état conscient** (aspect intransitif): être ou non conscient
  - **L'accès conscient** (aspect transitif): être conscient « de qq chose »



# Quelle en est la physiologie ?

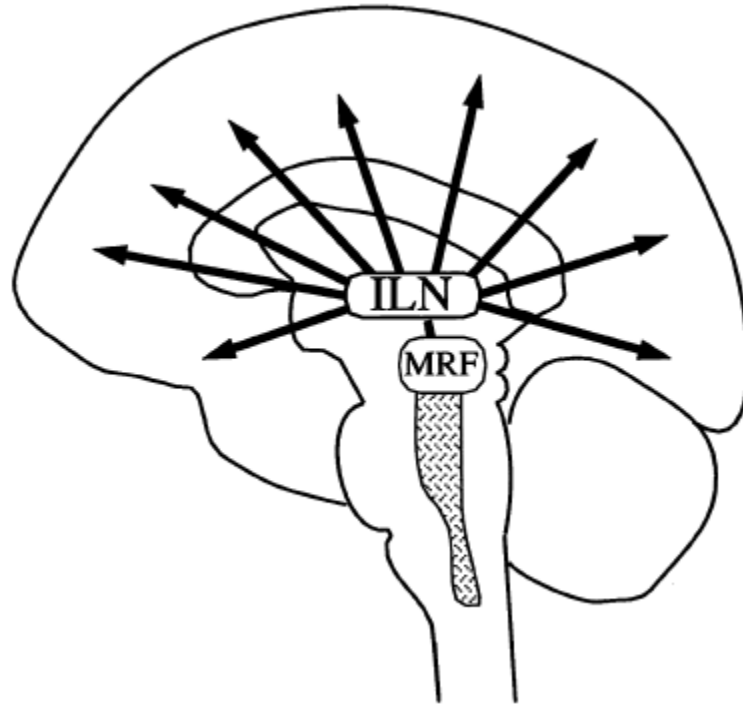
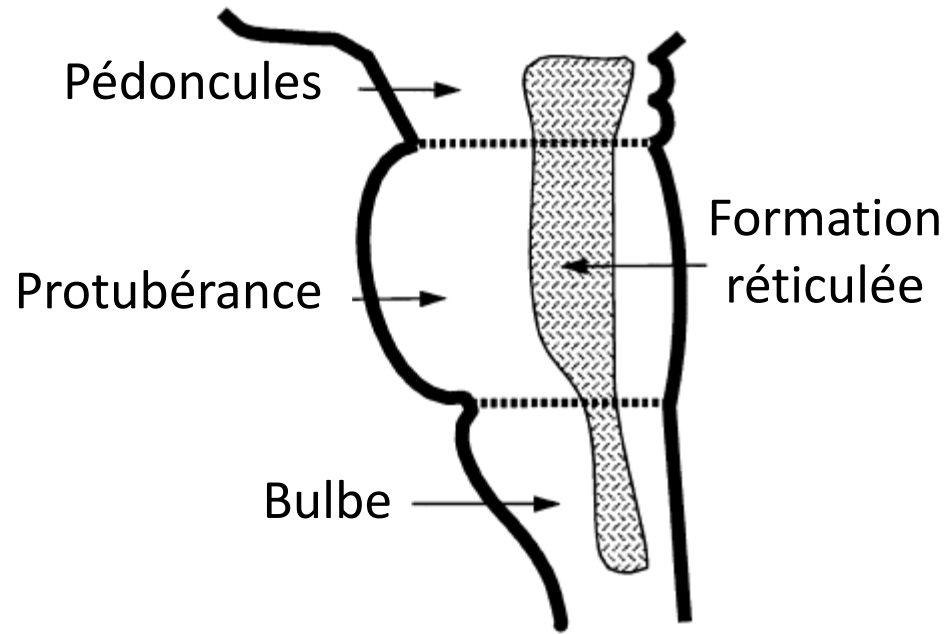
## 1. Système de l'éveil, vigilance /« arousal »

- SRAA du tronc cérébral, relais thalamiques

## 2. « Réseau cérébral de la conscience »

- Réseau thalamo-cortical traitant les informations sensorielles
- Réseau cérébral distribué impliquant notamment les cortex préfrontal et pariétal
- Capacités de modulation et d'amplification attentionnelle

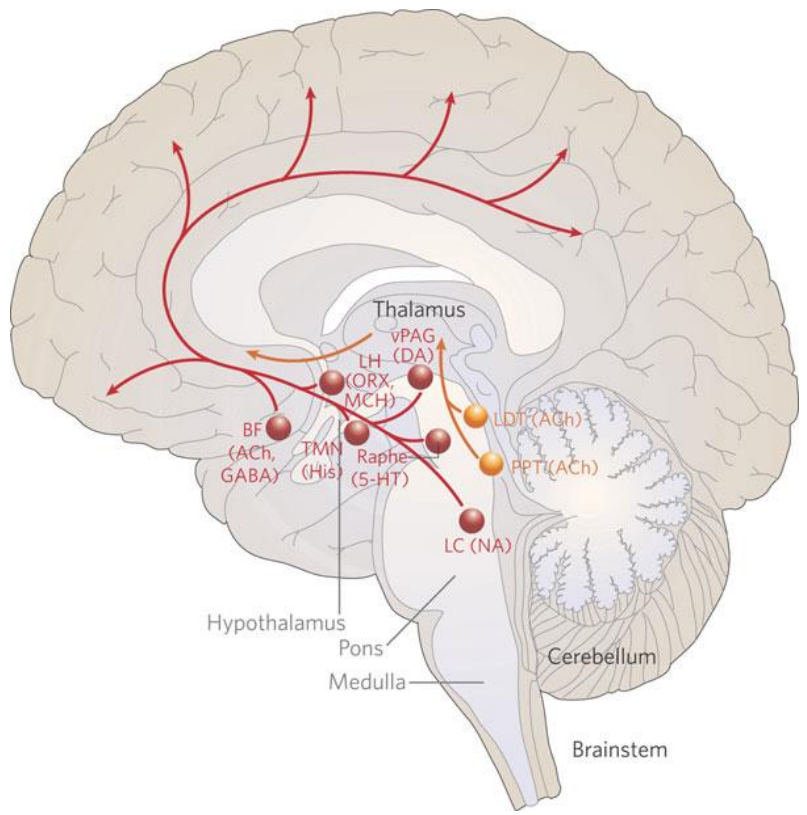
# Vigilance / « arousal »



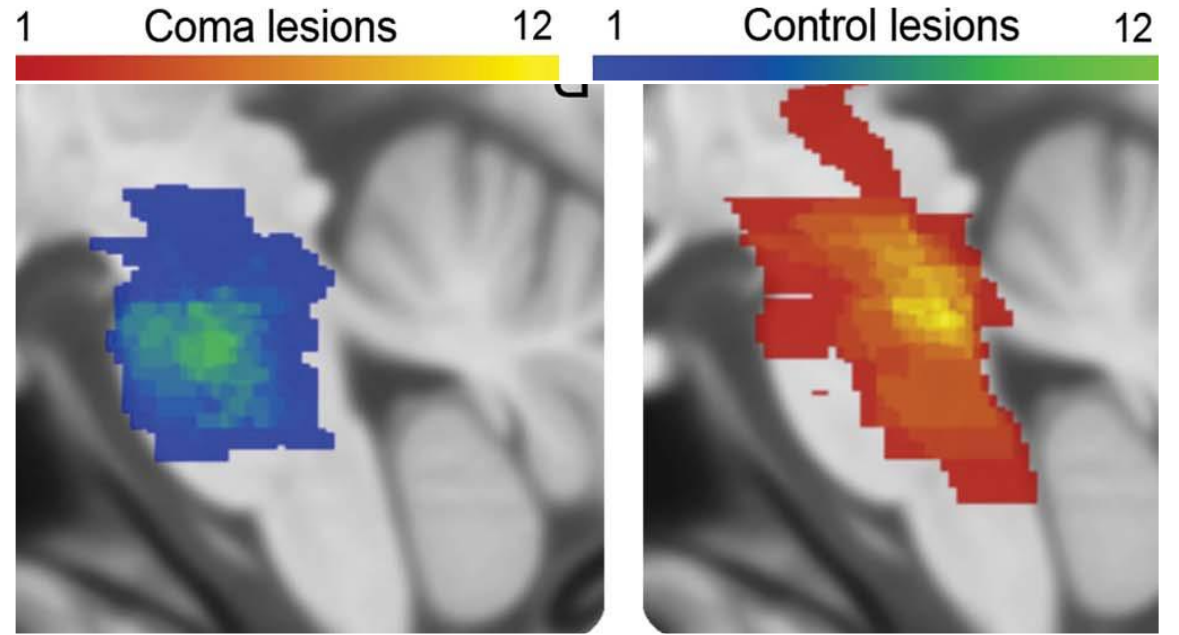
Expériences de Moruzzi et Magoun (1949) : Théorie réticulaire de l' éveil

- ➔ Formation réticulée ascendante mésencéphalique
- ➔ Noyau intra-laminaire du thalamus
- ➔ Un neuromédiateur principal : Ach

# Vigilance / « arousal »

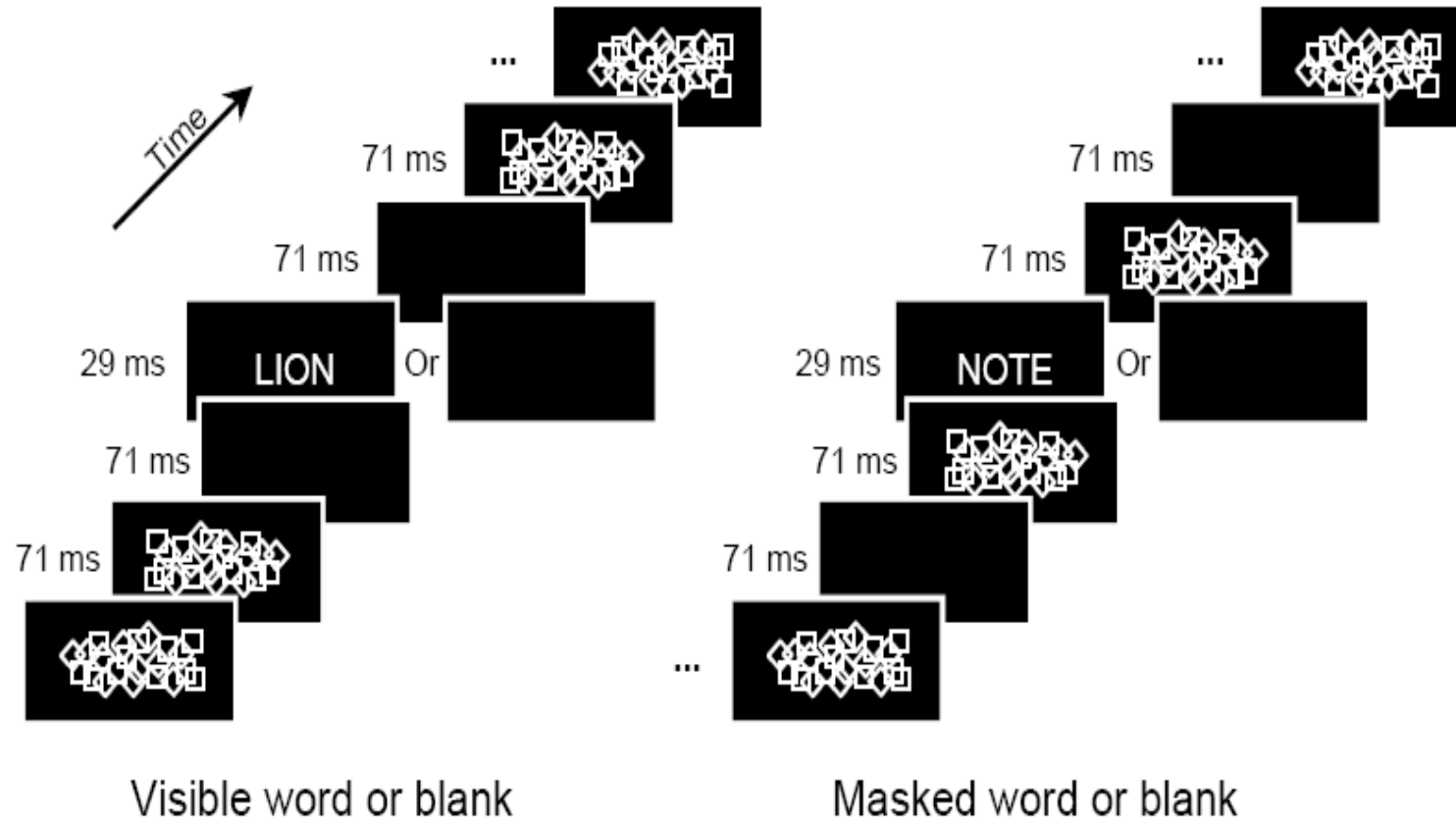


Saper et al., *Nature*. 2005

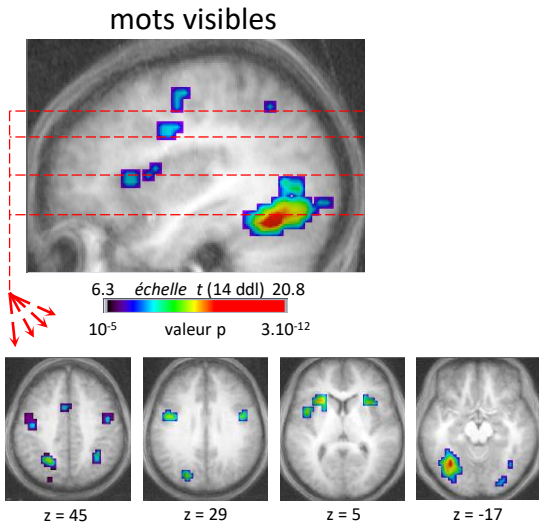
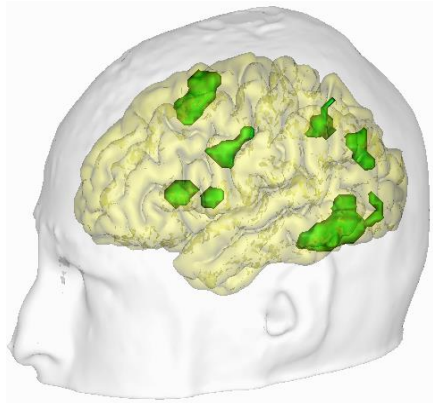


D'après Fischer DB et al. *Neurology*. 2017

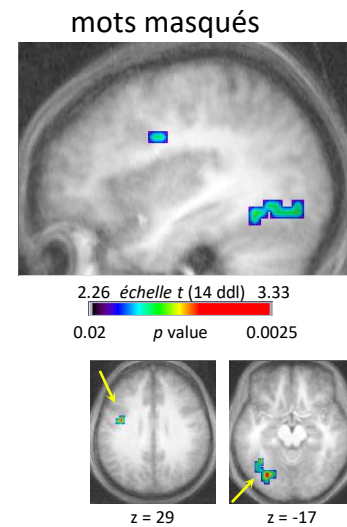
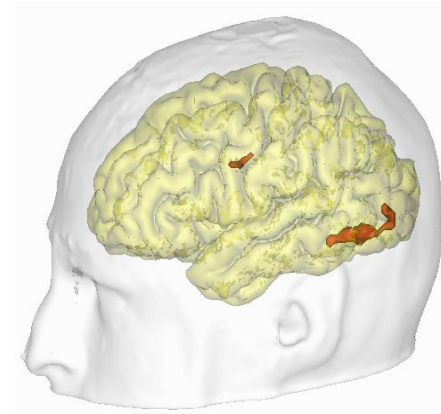
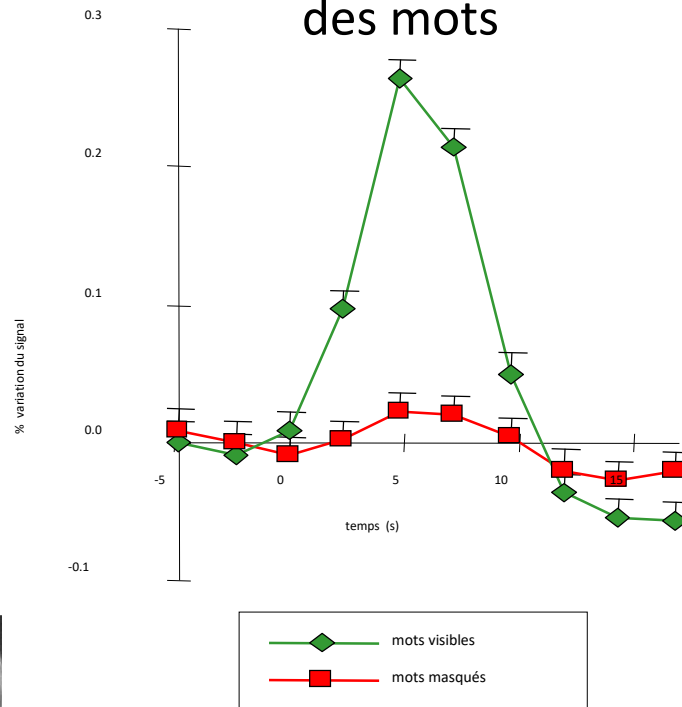
# Accès à un réseau cérébral distribué



# Accès à un réseau cérébral distribué



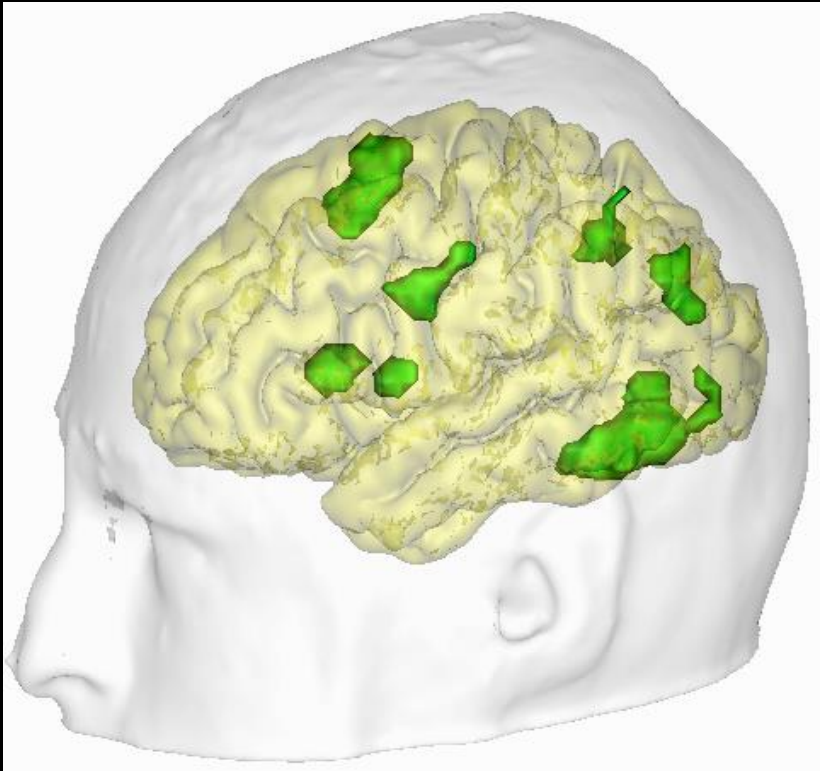
Aire de la forme visuelle des mots







0 ms

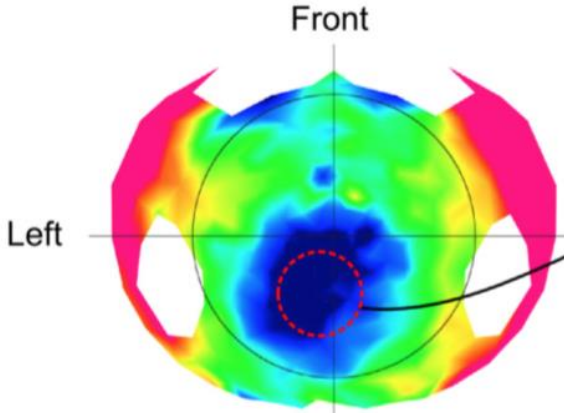
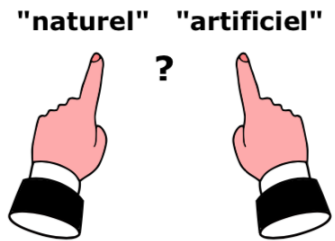
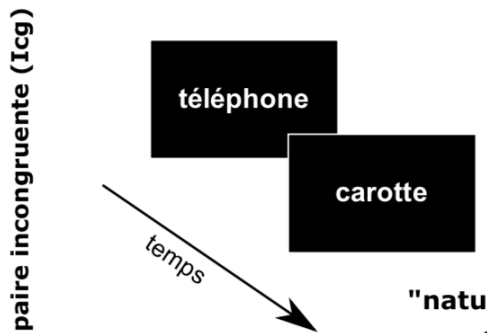
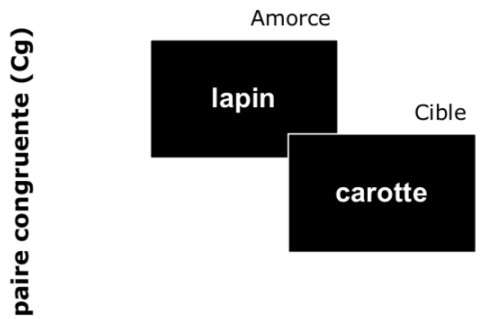


Dehaene et al. *Nature Neuroscience*. 2001

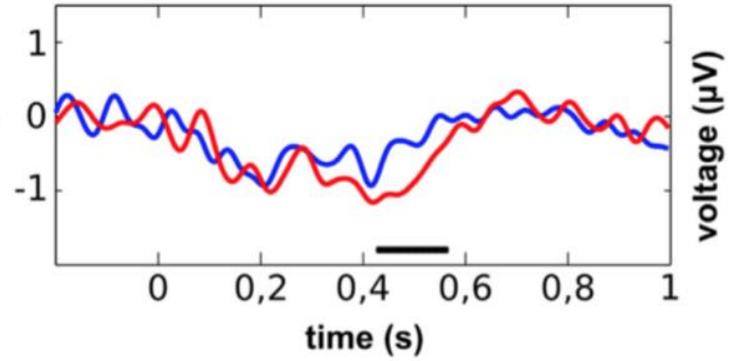


Marinkovic et al. *Neuron*. 2003

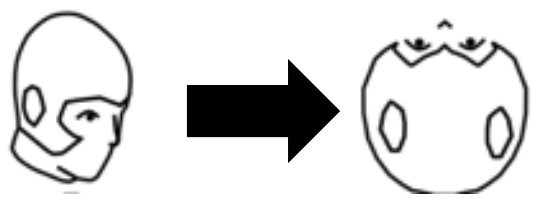
# Peut-il y avoir un accès inconscient au sens d'un mot?

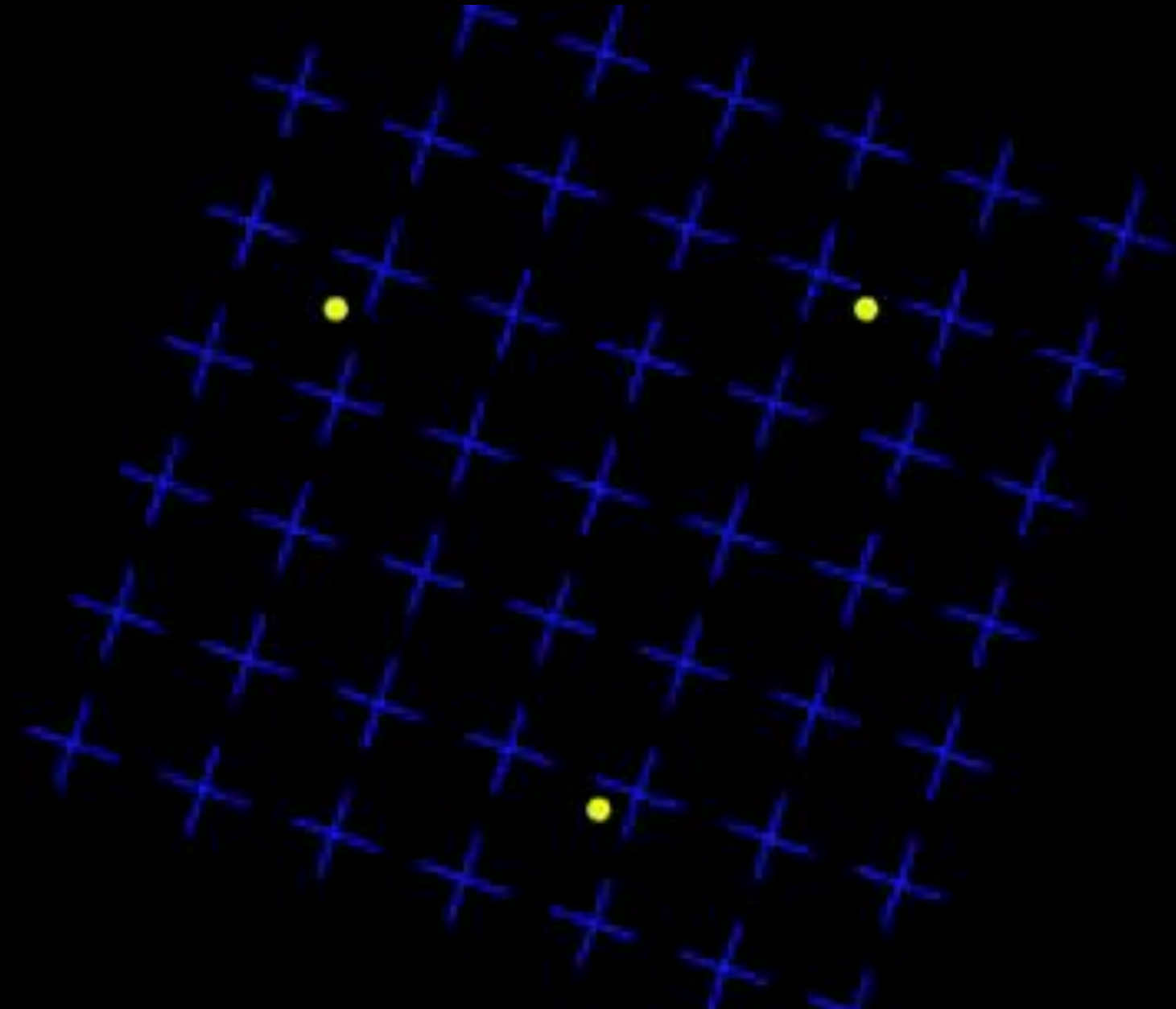


**N400 template**  
(t=436 to 516 ms)



Rohaut B, et al. *Neuropsychologia*. 2015

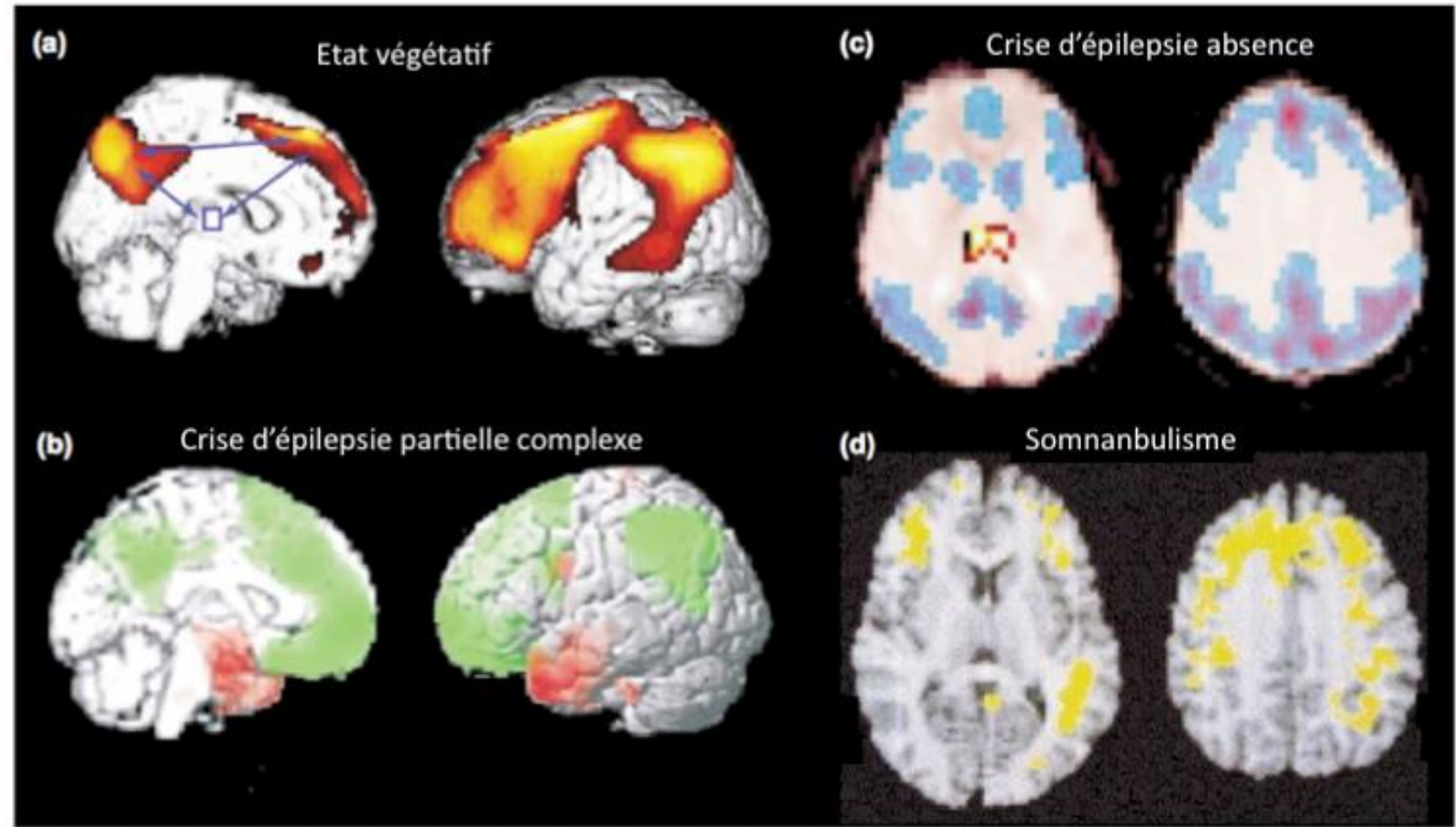




Bonneh, et al. *Nature*. 2001



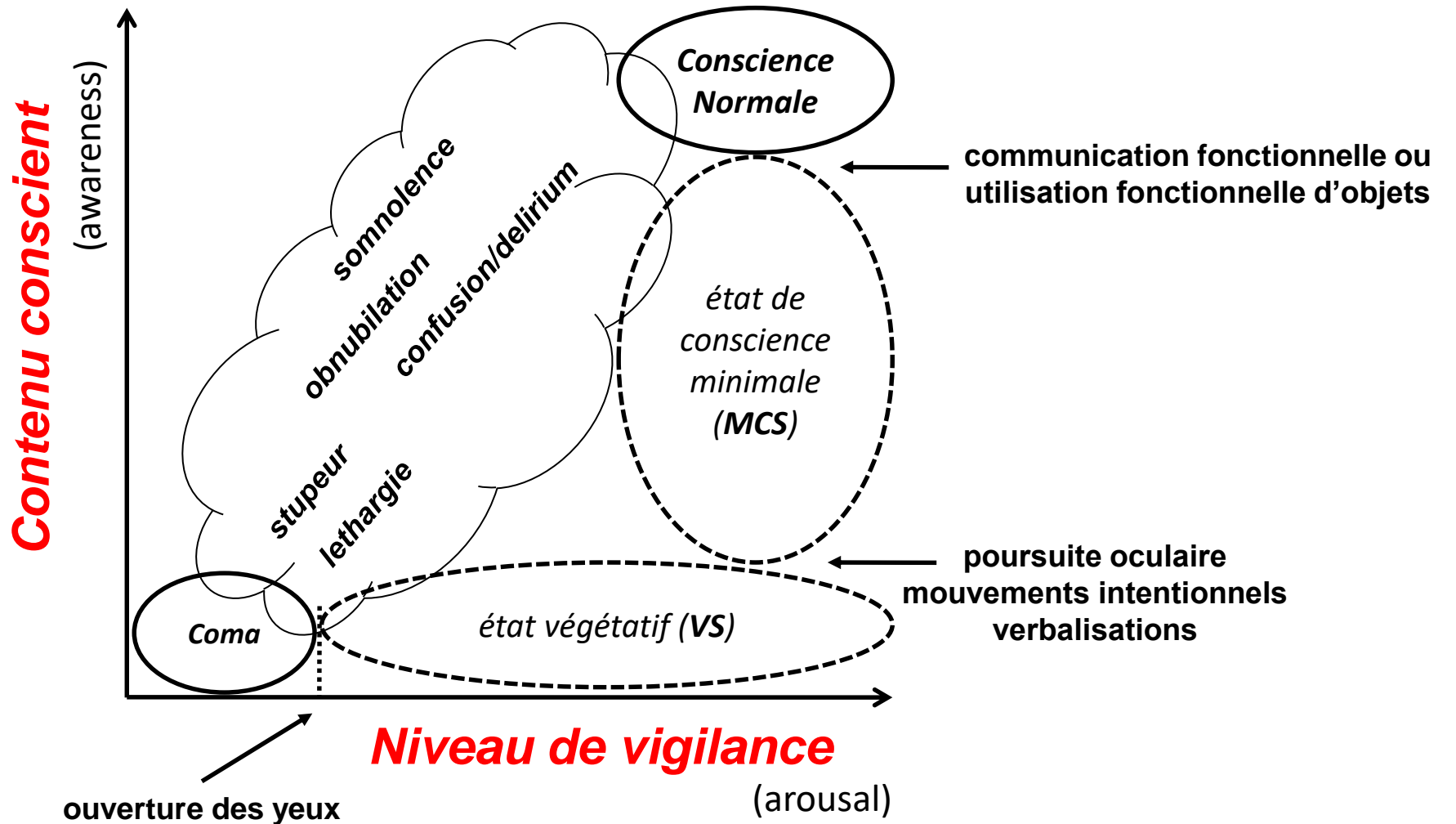
# Accès à un réseau cérébral distribué



Adapté de Laureys S. *Trends in Cognitive Sciences*. 2005



# Comment classer les troubles de la conscience ?





# Comment évaluer l'état de conscience ?

- **Clinique:**
  - Principe: Recherche de comportements non-reflexes
  - Glasgow Coma scale
  - FOUR-score
  - **CRS-R** (*Coma Recovery Scale- Revised*) [online](#)
  - Echelles de sédation (ex: RASS) pour les patients sédatisés
- **Neuroimagerie:**
  - Structurelle: TDM, IRM
  - Fonctionnelle: IRM-f / EEG (PET-FDG )

Giacino et al., *Nature Reviews Neurology*. 2014



# CRS-R

« Gold Standard »

Conscient

MCS

VS ou coma

ÉCHELLE DE RÉCUPÉRATION DU COMA VERSION REVUE FRANÇAISE ©2008 Formulaire de rapport	
Patient :	Date atteinte cérébrale :
Etiologie :	Date admission :
Diagnostic initial :	Date :
Examineur :	
<b>FONCTION AUDITIVE</b>	
4 – Mouvement systématique sur demande*	
3 – Mouvement reproductible sur demande*	
2 – Localisation de sons	
1 – Réflexe de sursaut au bruit	
0 – Néant	
<b>FONCTION VISUELLE</b>	
5 – Reconnaissance des objets*	
4 – Localisation des objets : atteinte*	
3 – Poursuite visuelle*	
2 – Fixation*	
1 – Réflexe de clignement à la menace	
0 – Néant	
<b>FONCTION MOTRICE</b>	
6 – Utilisation fonctionnelle des objets*	
5 – Réaction motrice automatique*	
4 – Manipulation d'objets*	
3 – Localisation des stimulations nociceptives*	
2 – Flexion en retrait	
1 – Posture anormale stéréotypée	
0 – Néant / Flaccidité	
<b>FONCTION OROMOTRICE/VERBALE</b>	
3 – Production verbale intelligible*	
2 – Production vocale / Mouvements oraux	
1 – Réflexes oraux	
0 – Néant	
<b>COMMUNICATION</b>	
2 – Fonctionnelle : exacte*	
1 – Non fonctionnelle : intentionnelle*	
0 – Néant	
<b>ÉVEIL</b>	
3 – Attention	
2 – Ouverture des yeux sans stimulation	
1 – Ouverture des yeux avec stimulation	
0 – Aucun éveil	
<b>SCORE TOTAL</b>	

Utilisez un miroir +++



Wannez, S. et al. *Brain Inj* 2017

Thonnard, M. et al. *Brain Inj* 2014

Vanhaudenhuyse, A. et al. *JNNP* 2008

Giardino, J. T. et al. *Neurology* 2002



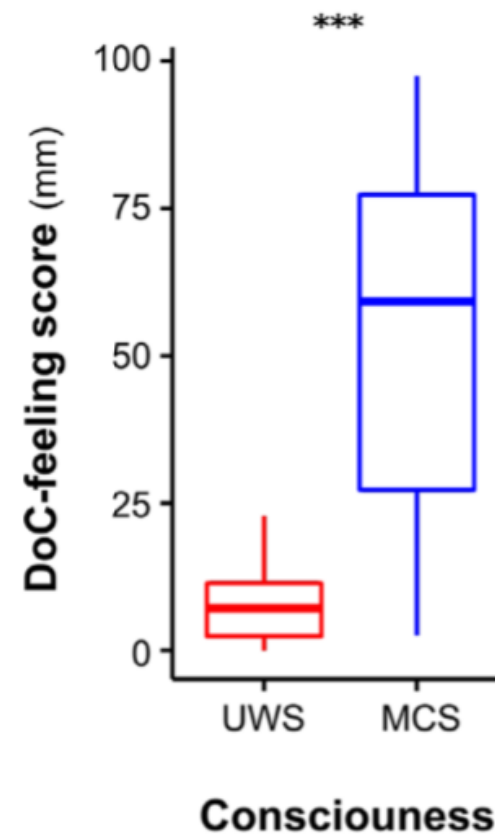




# Intérêt de « l'intelligence collective » -> exemple de l'outil « *DoC-felling* »

Quantification de l' « impression clinique subjective », du ressenti, du « *gut feeling* » des soignants (« *Is there anybody home ?* »)

Votre appréciation globale de l'état de conscience du patient ce jour:





# Limites de l'approche clinique ?

- 40% d'erreur diagnostique si examen non standardisé (sans CRS-R)  
(Giacino J et al. *Neurology* 2018)
- Même lorsqu'on utilise la CRS-R, il faut « plusieurs » examens ( $\geq 5$ )  
(Wannez S et al. *Ann. Neurol.* 2017)
- Interprétation de certains signes cliniques non univoque (poursuite visuelle / réponse motrice...) (Naccache L. MCS or CMS? *Brain.* 2018)

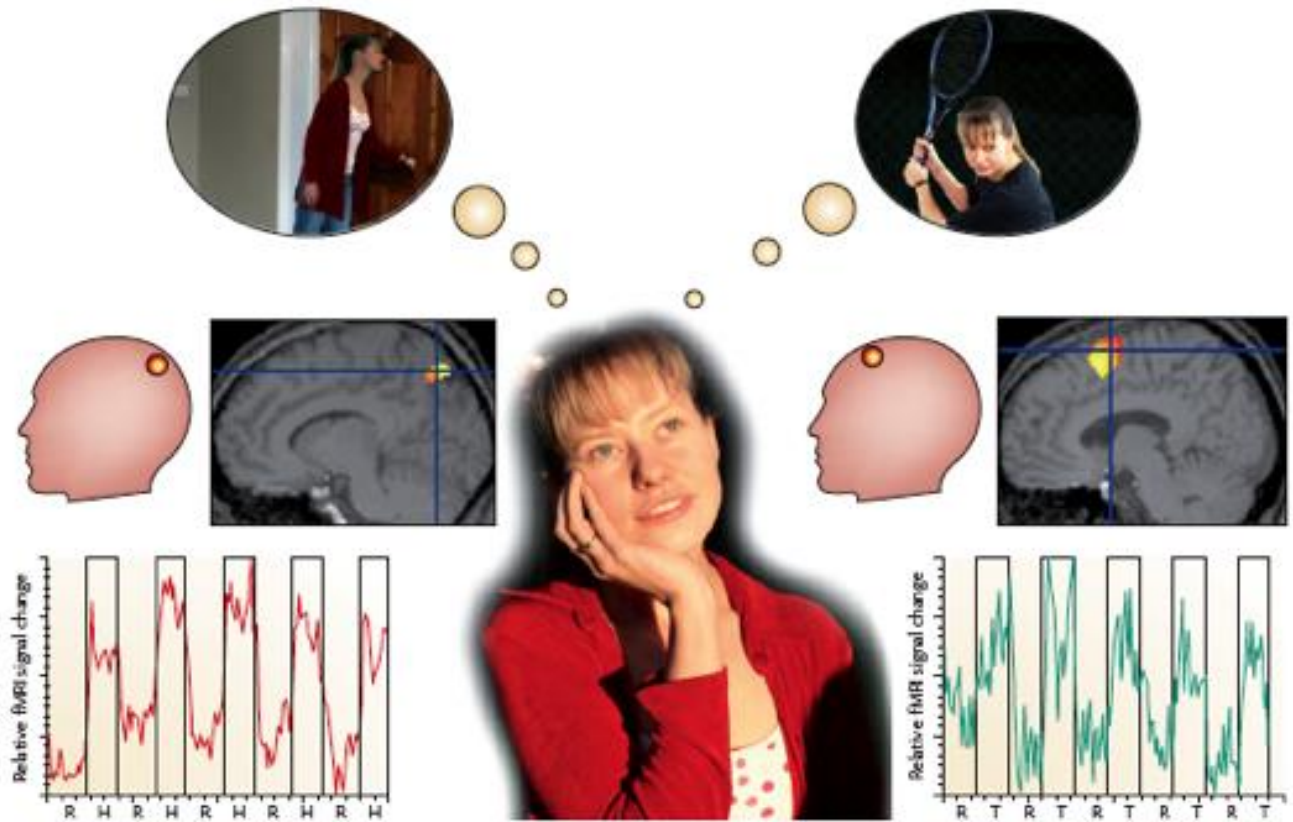


# Comment évaluer l'état de conscience ?

- **Clinique:**
  - Principe: Recherche de comportement non-reflexes
  - Glasgow Coma scale
  - FOUR-score
  - CRS-R (Coma Recovery Scale- Revised) online
  - Echelles de sédation (ex: RASS) pour les patients sédatisés
- **Neuroimagerie:**
  - Structurelle: TDM, IRM
  - **Fonctionnelle: IRM-f / EEG (PET-FDG )**

Giacino et al., *Nature Reviews Neurology*. 2014

# Tâche d'imagerie mentale en IRM-f

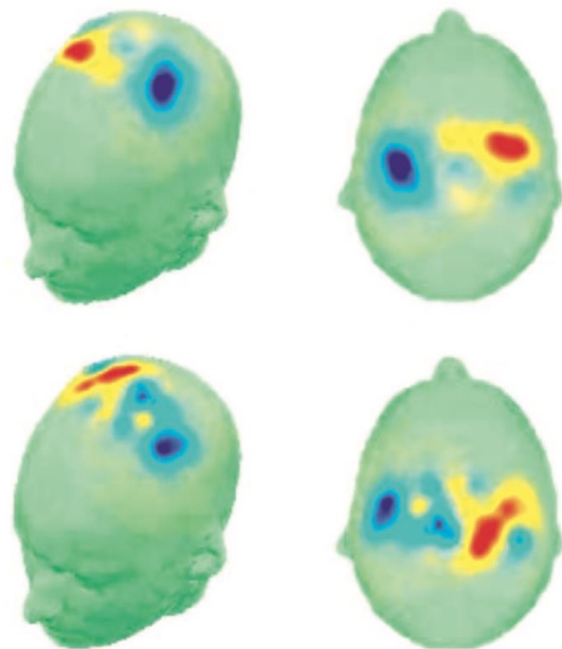


- 5 / 54 patients « VS » en réalité au moins MCS
- 1 capable de communiquer)

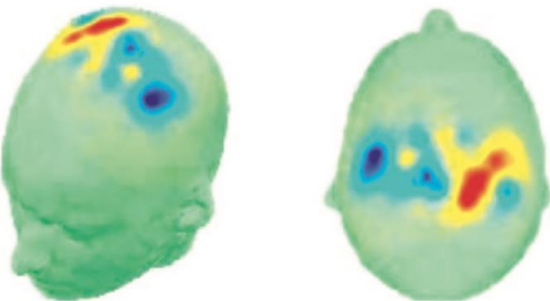
Owen AM et al. *Science*. 2006  
 Owen AM et al. *Nature rev neurosci*. 2008  
 Monti MM et al. *NEJM*. 2010

# Application au lit du patient (en EEG)

Sujets sains



Patients cliniquement VS



Cruse D et al. *Lancet*. 2011

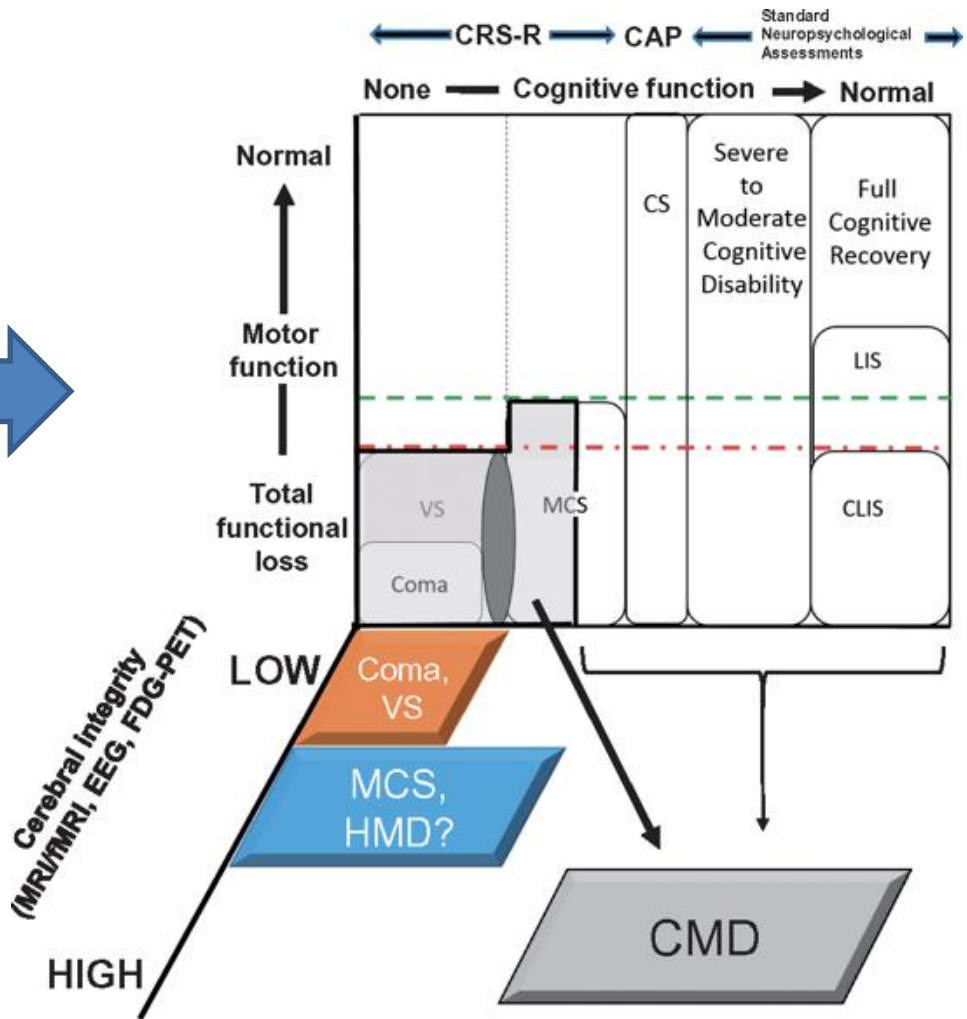
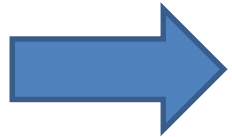
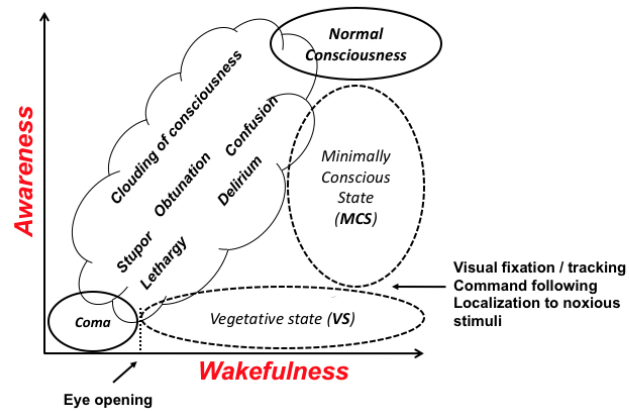
“serrez la main”



- Cruse D, et al. *Lancet*. 2011 (n=3/16)
- Goldfine, et al. *Clin. Neurophysiol*. 2011 (n=1/2 MCS)
- Cruse D, et al. *Neurology*. 2012 (n=5/23)
- Edlow B, et al. *Bain*. 2017 (n=0/13 [4/8 with fMRI])
- Schiff N, et al. *Bain*. 2018 (n=9/21)
- Claassen J, et al. *in press*. 2019 (n=16/104)

# Concept de “Dissociation Cognitivo-Motrice” (CMD)

Classical taxonomy of consciousness disorders



Schiff. *JAMA neurol* 2015  
 Schiff. *Brain* 2017

# Vers une nouvelle classification des troubles de la conscience ?

	State #	State name	Source of evidence	Typical examples
Evidence of unconsciousness ↑ ↓ Evidence of consciousness	1a	Comatose state	Behaviour and <u>functional brain-imaging</u>	GCS + compatible EEG
	1b	Comatose state	Behaviour	GCS
	2a	VS/UWS	Behaviour and <u>functional brain-imaging</u>	CRS-R + EEG/fMRI/PET
	2b	VS/UWS	Behaviour	CRS-R
	3a	CMS	<u>Functional brain-imaging</u>	EEG/fMRI/PET (Owen <i>et al.</i> , 2006; Sitt <i>et al.</i> , 2014; Stender <i>et al.</i> , 2014; Demertzi <i>et al.</i> , 2015; Schiff, 2015)
	3b	CMS	Behaviour ± <u>functional brain-imaging</u>	CRS-R ± EEG/fMRI/PET
	4a	Conscious state	<u>Functional brain-imaging</u>	EEG/fMRI/PET (Monti <i>et al.</i> , 2010; Cruse <i>et al.</i> , 2011; Goldfine <i>et al.</i> , 2011)
	4b	Conscious state	Behaviour	CRS-R

Naccache, *Brain* 2018



# Comment évaluer la conscience sous sédation ?

## Richmond Agitation-Sedation Scale (RASS)

+4	Combatif	Combatif, danger immédiat envers l'équipe.
+3	Très agité	Tire, arrache tuyaux ou cathéters et/ou agressif envers l'équipe.
+2	Agité	Mouvements fréquents sans but précis et/ou désadaptation au respirateur
+1	Ne tiens pas en place	Anxieux ou craintif, mais mouvements orientés, peu fréquents, non vigoureux, non agressif.
0	Éveillé et calme	
-1	Somnolent	Pas complètement éveillé, mais reste éveillé avec contact visuel à l'appel (> 10s).
-2	Diminution légère de la vigilance	Reste éveillé brièvement avec contact visuel à l'appel (< 10s).
-3	Diminution modérée de la vigilance	N'importe quel mouvement à l'appel (ex. : ouverture des yeux), mais pas de contact visuel.
-4	Diminution profonde de la vigilance	Aucun mouvement à l'appel, n'importe quel mouvement à la stimulation physique (friction non nociceptive de l'épaule ou du sternum).
-5	Non réveillable	Aucun mouvement, ni à l'appel, ni à la stimulation physique (friction non nociceptive de l'épaule ou du sternum).





# Comment évaluer la conscience sous sédation ?

L'examen neurologique (en particulier des reflexes du tronc cérébral) peut apporter des informations supplémentaires sur le niveau de sédation

**En anesthésie**, on observe généralement simultanément:

- La perte du reflexe oculocephalique
- La perte du reflexe cornéen (ou ciliaire)
- La perte de la ventilation spontanée
- La perte de conscience

Reshef ER, et al. *Anesthesiology*. 2019

**En réanimation**, on observe chez les patients profondément sédatisés (RASS ≤ -4):

- L'abolition du reflexe oculocephalique (67%)
- L'abolition de la grimace à la manœuvre de Pierre Marie Foix (46%)
- L'abolition du reflexe cornéen est plus rare (14%)

Rohaut B, et al. *Plos One*. 2017



# Comment évaluer la conscience sous sédation ?

## Monitoring de l'anesthésie générale:

- réponses végétatives en réponse à la stimulation nociceptive:
  - Augmentation de la pression artérielle
  - Augmentation de la fréquence cardiaque
  - Mouvements
- modifications EEG induites par la sédation:
  - Oscillations delta +/- alpha
  - Burst suppression



# CMD possible sous sédation ?

## Oui: “Absence de réponse n’est pas absence de conscience”

- Sujets sains sous sédation légère par propofol ou dexmedetomidine (non-répondant à des stimuli verbaux): conscience de l’environnement (84%) & conscience « interne » (rêves; 86%)
- Sujets sous sédation légère par propofol: activations corticales attendues en réponse aux instructions (« imaginez jouer au tennis » / « serrez la main ») chez 1/5 sujets

Radek L, et al. *BJA*. 2018

Huang Z, et al. *Scientific Reports*. 2018

## Mais inversement: réponse à la commande n’est pas gage d’une conscience « normale »

- C’est la définition de l’état de conscience minimale « plus »
- Anesthésie avec “bras isolé” : jusqu’à 4% de patient répondant MAIS amnésie post opératoire et absence d’éléments probants en faveur de conséquences psychologiques

Tasbihgou SR, et al. *Anaesthesia*. 2018



# Pour aller plus loin...

- Giacino, et al. **Practice guideline update recommendations: Disorders of consciousness.** *Neurology*. 2018;91(10):450.
- Naccache. **Minimally conscious state or cortically mediated state?** *Brain*. 2018.
- Rohaut, et al. **Uncovering Consciousness in Unresponsive ICU Patients: Technical, Medical and Ethical Considerations.** *Critical Care*. 2019;23(1):78.

## ***Prochainement...***

- **Plum & Posner's Diagnosis of Stupor and Coma.** 2020.
- Kondziella, et al. **EAN Guideline on the Classification of Coma and Disorders of Consciousness.** *Under review.*



@benrohaut ; br2529@cumc.columbia.edu



# Remerciements

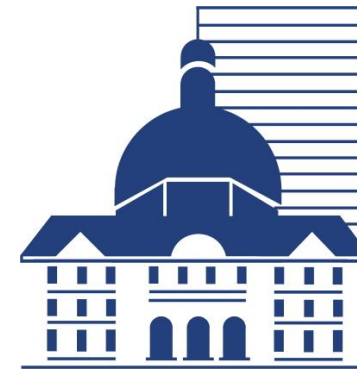



**ICM, Picnic-Lab,**  
Pitié-Salpêtrière, Paris

**Lionel Naccache**

Jacobo Sitt  
Fédérico Raimondo  
Denis Engemann  
Mélanie Valente  
Jean-Remy King  
Frédéric Faugeras  
Claire Sergent  
Bertrand Hermann

**Neuro-réanimation** (Sophie Demeret)  
Pitié-Salpêtrière, Paris



 [@benrohaut](https://twitter.com/benrohaut) ; [br2529@cumc.columbia.edu](mailto:br2529@cumc.columbia.edu)