



# FONCTIONS EXÉCUTIVES

Séance 2

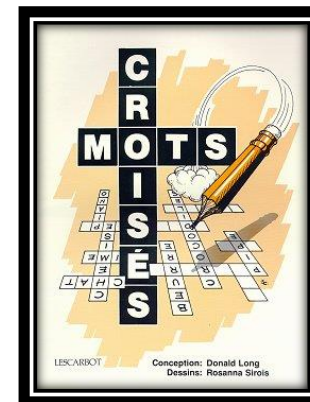


## 2 – ATTENTION EXÉCUTIVE

2

# ATTENTION EXÉCUTIVE

- L'attention exécutive est nécessaire toutes les fois où :
  - De multiples représentations mentales sont en mémoire de travail
  - De multiples processus opèrent en parallèle sur des représentations
- **L'attention exécutive organise ces processus en compétitions pour le contrôle de la cognition et du comportement.**
- Elle permet à un des processus de l'emporter sur l'autre.

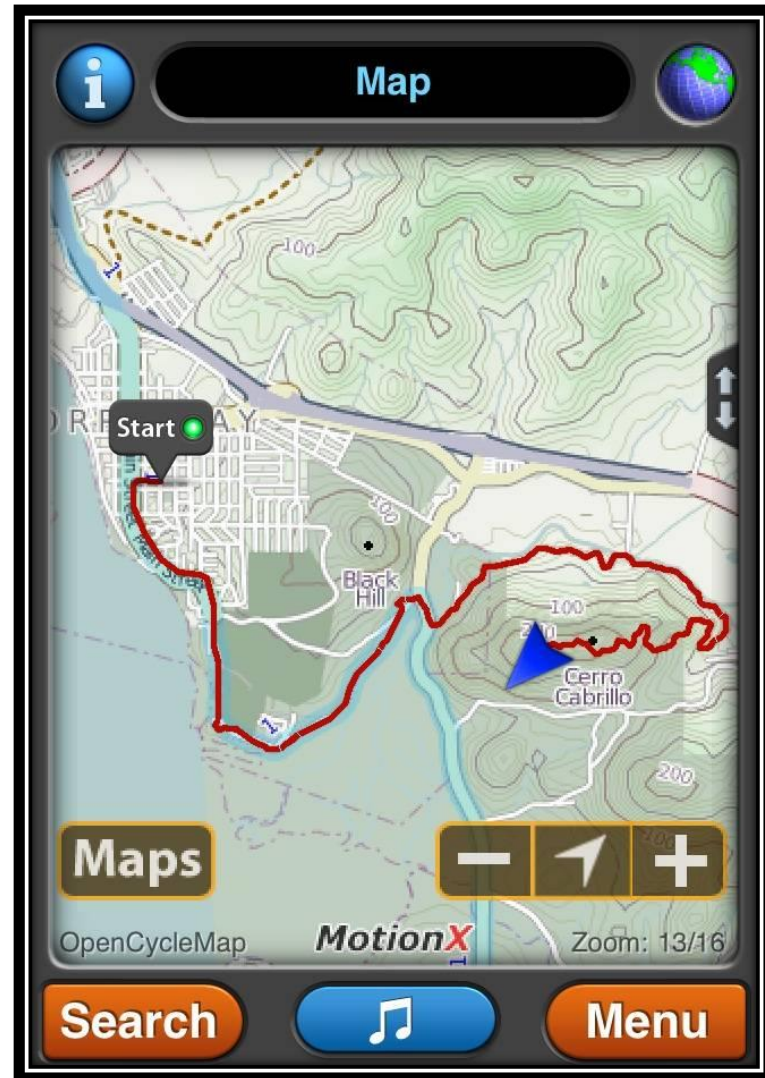


# ATTENTION EXÉCUTIVE

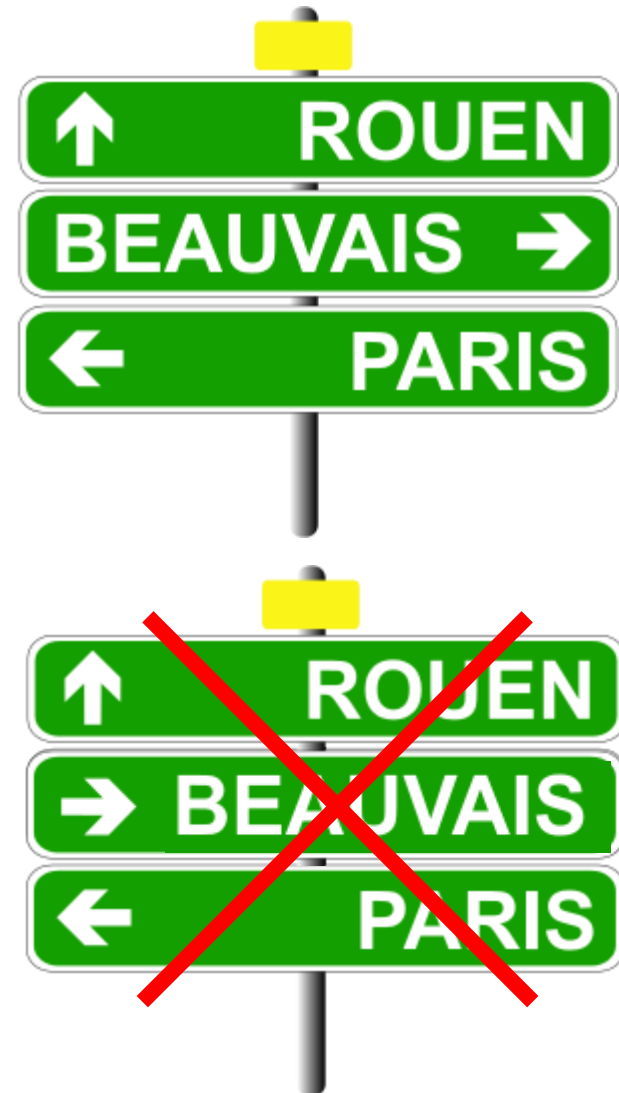
- ***La compatibilité stimulus–réponse*** est une mesure du degré avec lequel l'attribution d'une réponse correcte à un stimulus est consistant avec la façon dont les gens le font naturellement.
- La compatibilité peut être spatiale «*Keep Right*», ou symbolique (comme utiliser un son haut pour signaler un mouvement vers le haut et un son bas pour signaler un mouvement descendant).
- Tâche de Stroop (Stroop, 1935)
- Tâche de Compatibilité Stimulus-Réponse (Fitts and Deininger, 1954)
- Tâche de Simon (Simon, 1990)



# RECHERCHE APPLIQUÉE EN ERGONOMIE COGNITIVE



# RECHERCHE APPLIQUÉE EN ERGONOMIE COGNITIVE

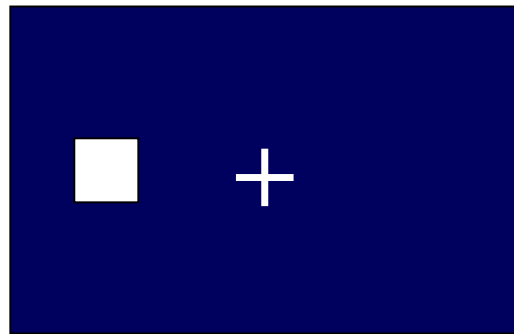


# Tâche de Compatibilité Stimulus-Réponse : « Procédure de Fitts »

## *Essais Compatibles :*

Le sujet doit répondre avec la main gauche si le stimulus apparaît à gauche, et avec la main droite si le stimulus apparaît à droite.

Stimulus GAUCHE, Réponse GAUCHE :



450 ms

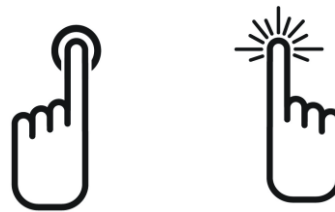
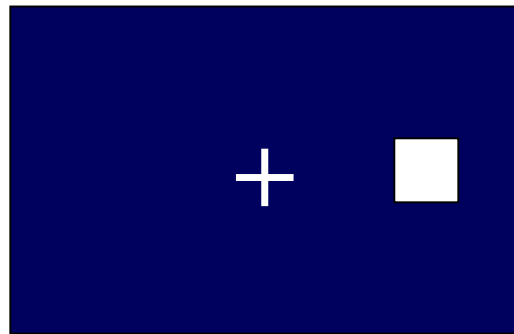


# Tâche de Compatibilité Stimulus-Réponse : « Procédure de Fitts »

## *Essais Compatibles :*

Le sujet doit répondre avec la main gauche si le stimulus apparaît à gauche, et avec la main droite si le stimulus apparaît à droite.

Stimulus DROIT, Réponse DROIT:



450 ms

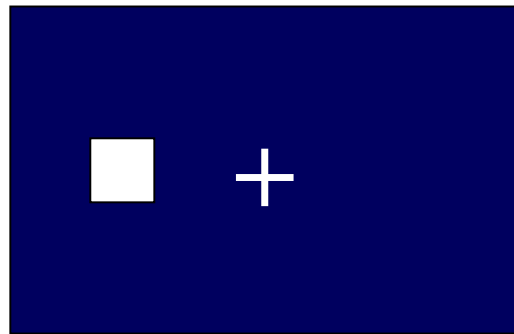


# Tâche de Compatibilité Stimulus-Réponse : « Procédure de Fitts »

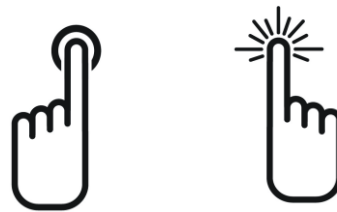
## *Essais Incompatibles :*

Le sujet doit répondre avec la main gauche si le stimulus apparaît à droite, et avec la main droite si le stimulus apparaît à gauche.

Stimulus GAUCHE, Réponse DROIT:



500 ms

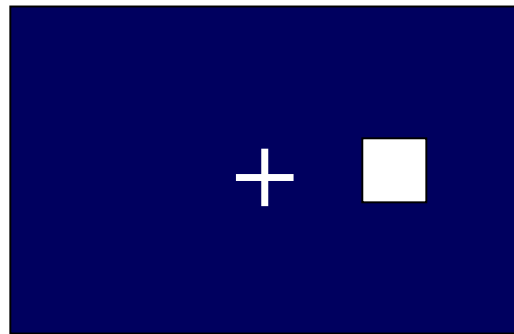


# Tâche de Compatibilité Stimulus-Réponse : « Procédure de Fitts »

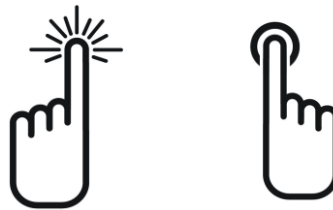
## *Essais Incompatibles :*

Le sujet doit répondre avec la main gauche si le stimulus apparaît à droite, et avec la main droite si le stimulus apparaît à gauche.

Stimulus DROIT, Réponse GAUCHE:



500 ms



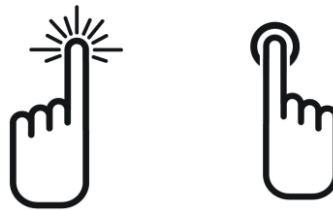
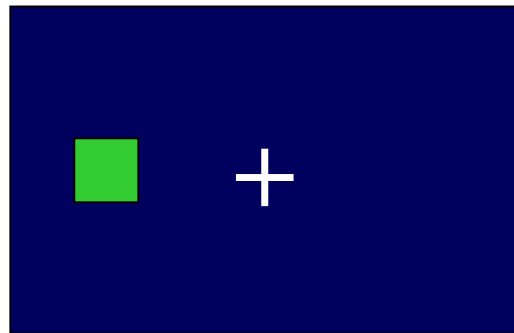
## Tâche de Simon :

**Consigne** : répondre à la couleur ; la position est à ignorer

**VERT** = réponse GAUCHE

**ROUGE** = réponse DROIT

**VERT** GAUCHE: 450ms



## Tâche de Simon :

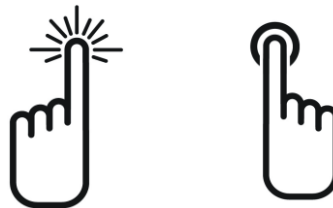
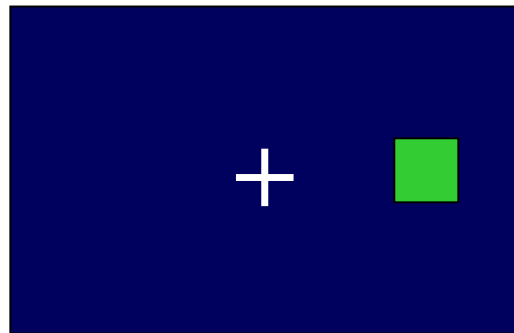
**Consigne** : répondre à la couleur ; la position est à ignorer

**VERT** = réponse GAUCHE

**ROUGE** = réponse DROIT

**VERT** GAUCHE: 450ms

**VERT** DROIT: 500ms



## Tâche de Simon :

**Consigne** : répondre à la couleur ; la position est à ignorer

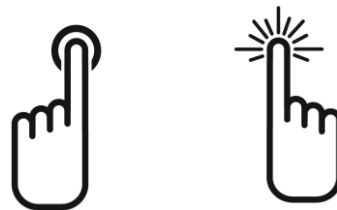
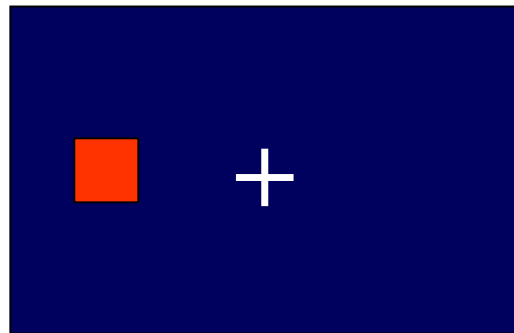
**VERT** = réponse GAUCHE

**ROUGE** = réponse DROIT

**VERT** GAUCHE: 450ms

**ROUGE** GAUCHE : 500ms

**VERT** DROIT: 500ms



## Tâche de Simon :

**Consigne** : répondre à la couleur ; la position est à ignorer

**VERT** = réponse GAUCHE

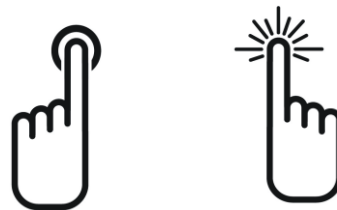
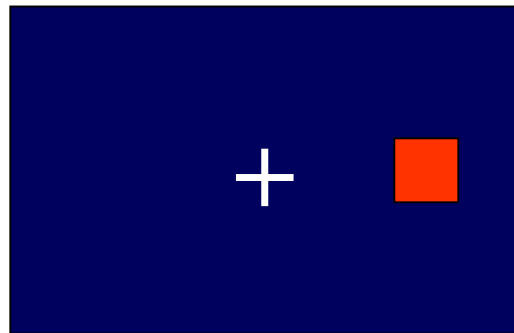
**ROUGE** = réponse DROIT

**VERT** GAUCHE: 450ms

**ROUGE** GAUCHE : 500ms

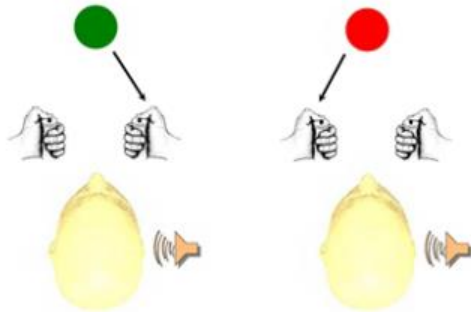
**VERT** DROIT: 500ms

**ROUGE** DROIT: 450ms



## SIMON TASK

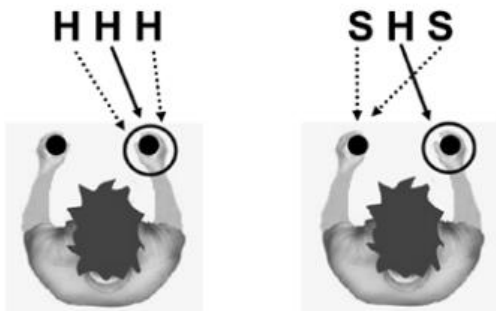
accessory auditory version



Congruent

Incongruent

## ERIKSEN FLANKER TASK



Congruent

Incongruent

## Autres tâches manipulant la compatibilité Stimulus- Réponse (S-R)

### TÂCHE DE STROOP

Couleur correspondant au mot	Couleurs au hasard	Couleur ne correspondant pas au mot
ROUGE	XXXXX	VERT
VERT	XXXXX	BLEU
ROUGE	XXXXX	ROUGE
BLEU	XXXXX	BLEU
BLEU	XXXXX	VERT
VERT	XXXXX	ROUGE
BLEU	XXXXX	VERT
ROUGE	XXXXX	BLEU

Stroop (1935), Simon (1990),  
Eriksen & Eriksen (1974)

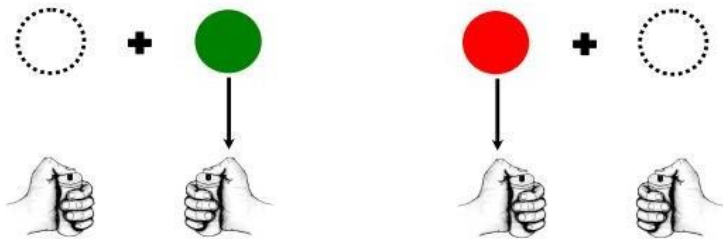


# TÂCHES MANIPULANT LA COMPATIBILITÉ S-R

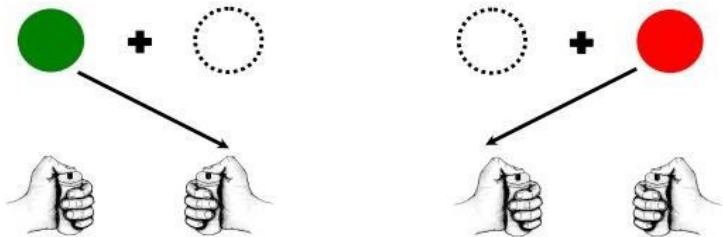
- **Nature des connexions entre le stimulus et la réponse ?**
  - Connexions automatiques
  - Connexions arbitraires
- Lorsque la connexion est automatique, peu d'attention exécutive est nécessaire, même pour les patients cérébraux lésés.
- Lorsque 2 sources d'info sont incompatibles, la connexion automatique doit être inhibée.

# DUAL ROUTE MODEL

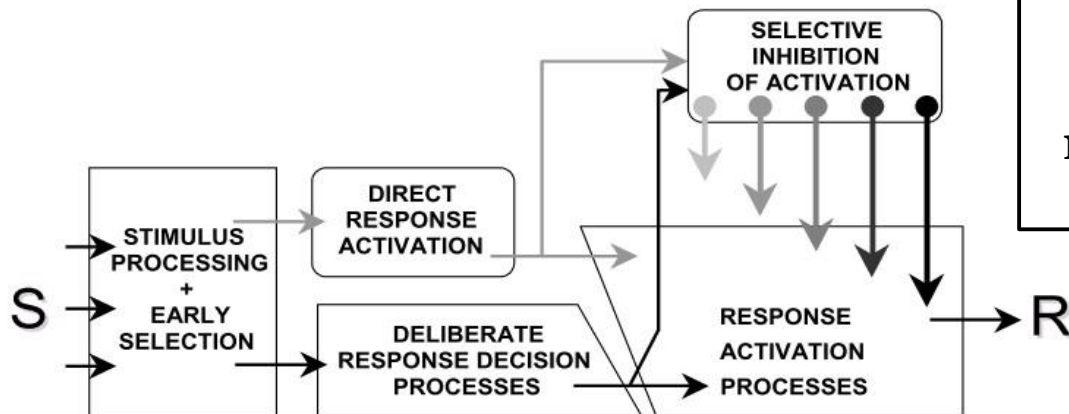
Essais Compatibles



Essais Incompatibles



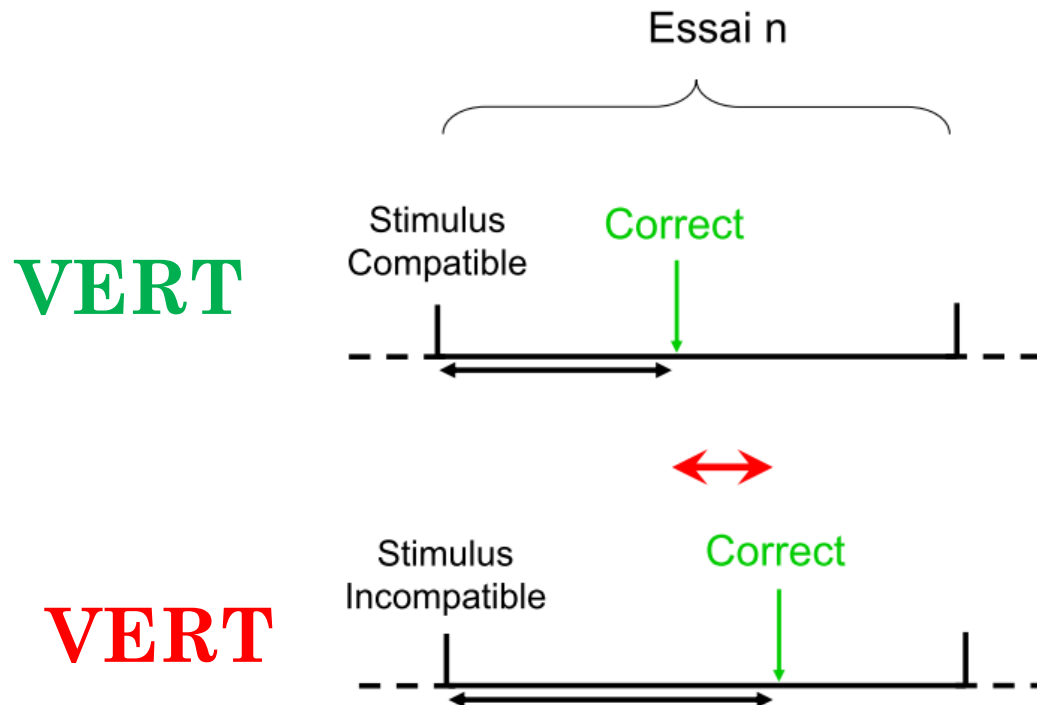
- La localisation du stimulus active automatiquement la réponse ipsilatérale (= réponse prépotente).
- Le traitement de la couleur active de manière contrôlée la réponse associée aux consignes.
- **Le traitement délibéré est plus lent que l'activation automatique.**



**Au niveau représentationnel des réponses, un processus inhibiteur agit sur la réponse qui ne doit pas être exécutée.**

# OBSERVATIONS COMPORTEMENTALES : EFFET DE COMPATIBILITÉ

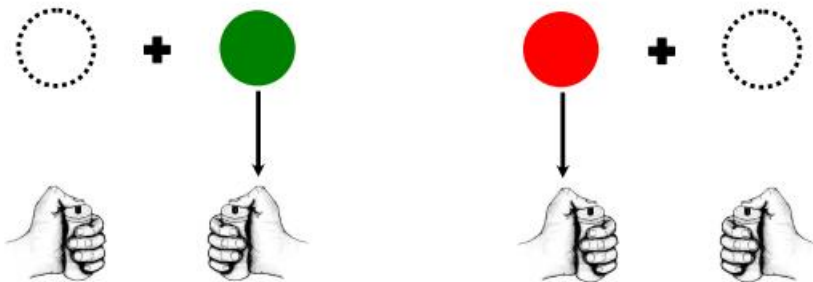
Différence de TR entre les essais compatibles et incompatibles



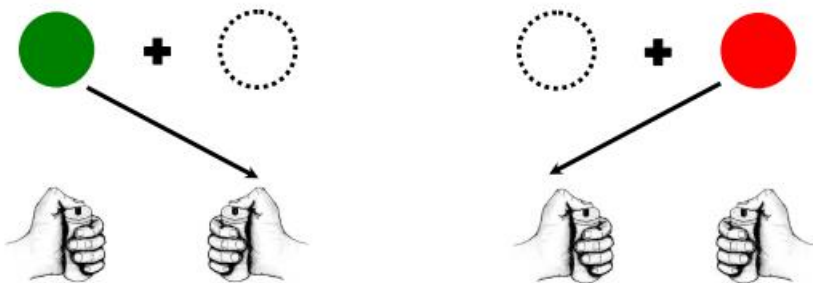
TR plus longs dans les essais incompatibles

**L'étude des TR simples dans des tâches de conflit suggère l'existence d'un contrôle en temps réel, c'est-à-dire en cours d'essai.**

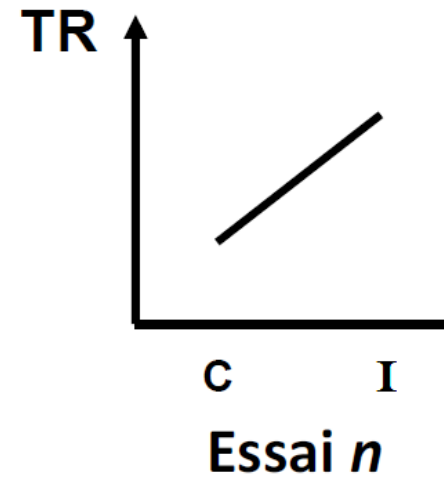
Essais Compatibles



Essais Incompatibles



Tâche de Simon



**De plus, dans les essais incompatibles, le risque de se tromper est important**

# OBSERVATIONS COMPORTEMENTALES : LES ERREURS

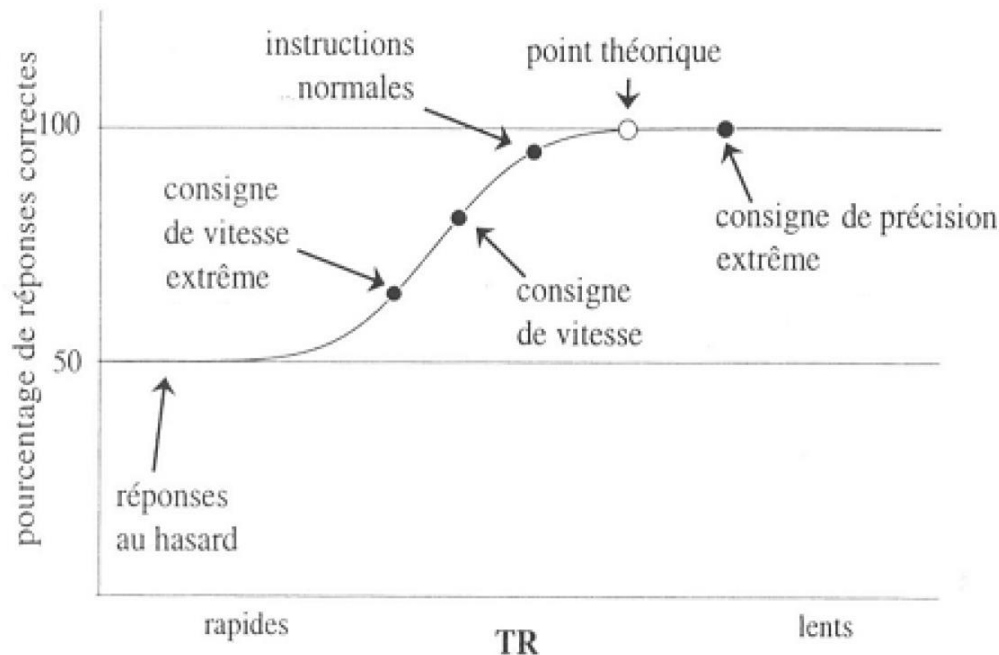
- Les TR dans les erreurs sont plus courts que dans les essais corrects :  $TR_e < TR_c$ 
  - Prendre trop rapidement une décision amène à prendre des risques et conduit à la production d'erreurs.
  - Traitement de l'information trop court
  - Réponse prépotente gagne la compétition



**Courbe d'échange Vitesse-Précision**

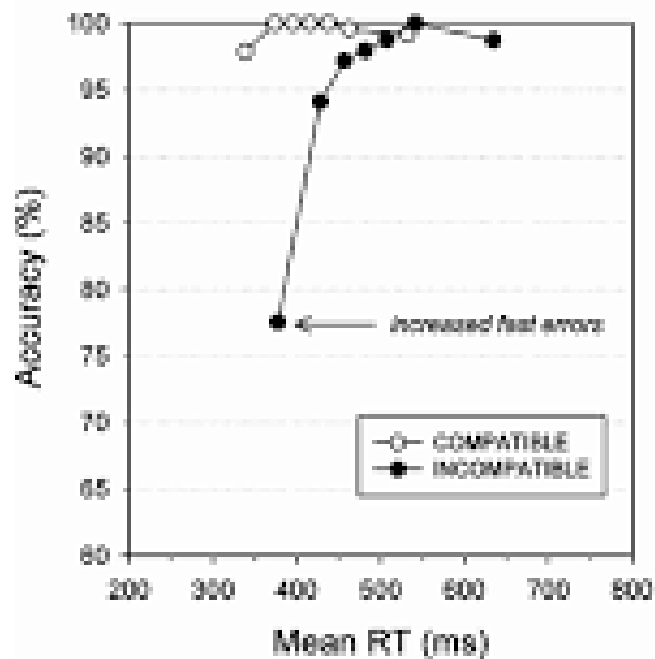
# LA DÉCISION

Dans les tâches de TR, les sujets peuvent choisir de privilégier la vitesse aux dépens de la précision et réciproquement.

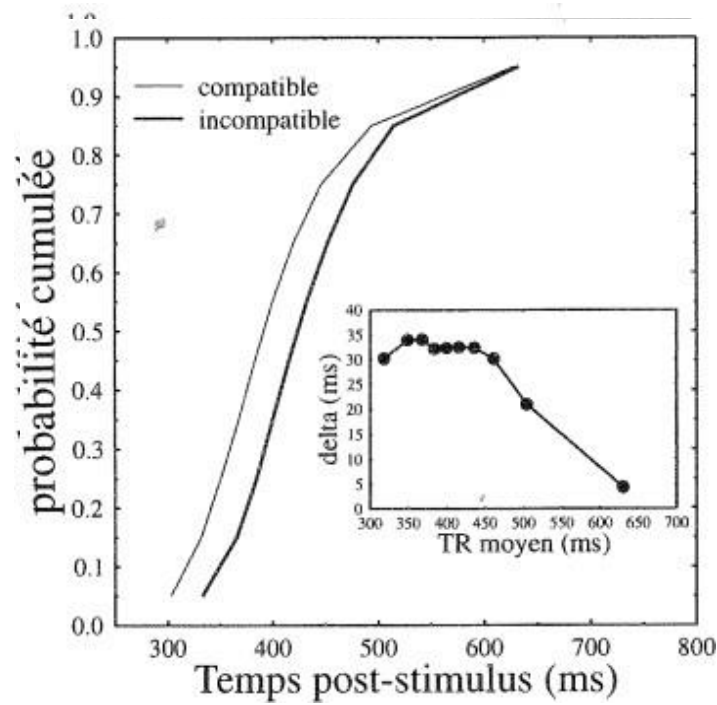


La relation entre le TR moyen et la précision de la réponse suit une courbe dite « **d'échange vitesse - précision** » ou « **speed-accuracy tradeoff** »

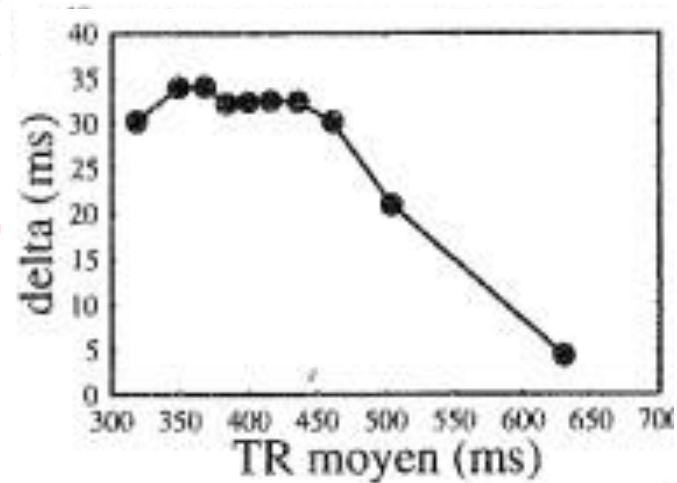
En général, la consigne donnée aux sujets : aller le plus vite possible en évitant de commettre des erreurs (5% d'erreur accepté) : **pression temporelle**.



## Conditional Accuracy Function (CAF) et Delta curves



Effet de compatibilité (ms)





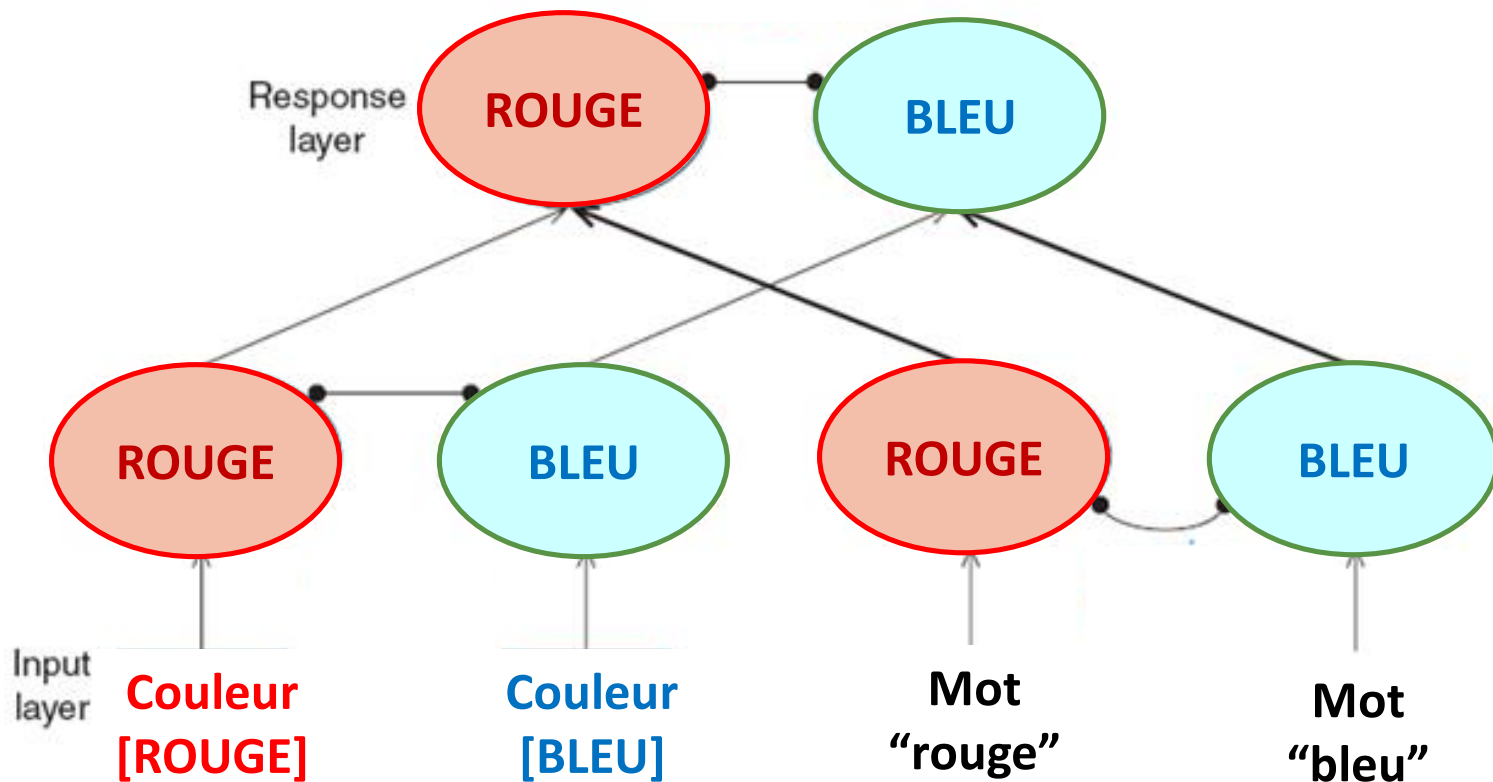


# LE MODÈLE DU CONFLIT

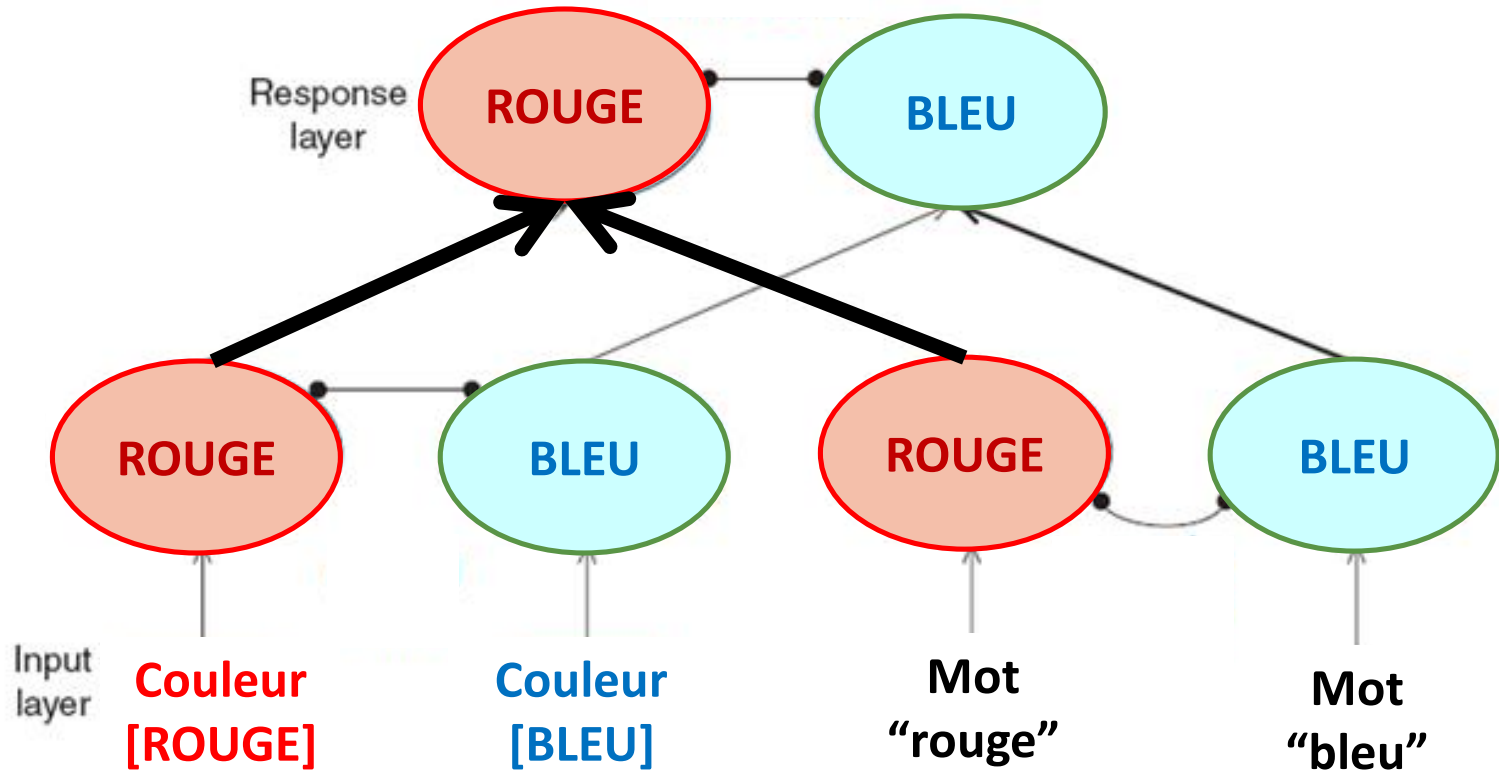
Botvinick et al. (2001)

23

# UN MODÈLE DE RÉSEAU DE NEURONES DES PROCESSUS DE TRAITEMENT DE L'INFORMATION: LE MODÈLE DU CONFLIT

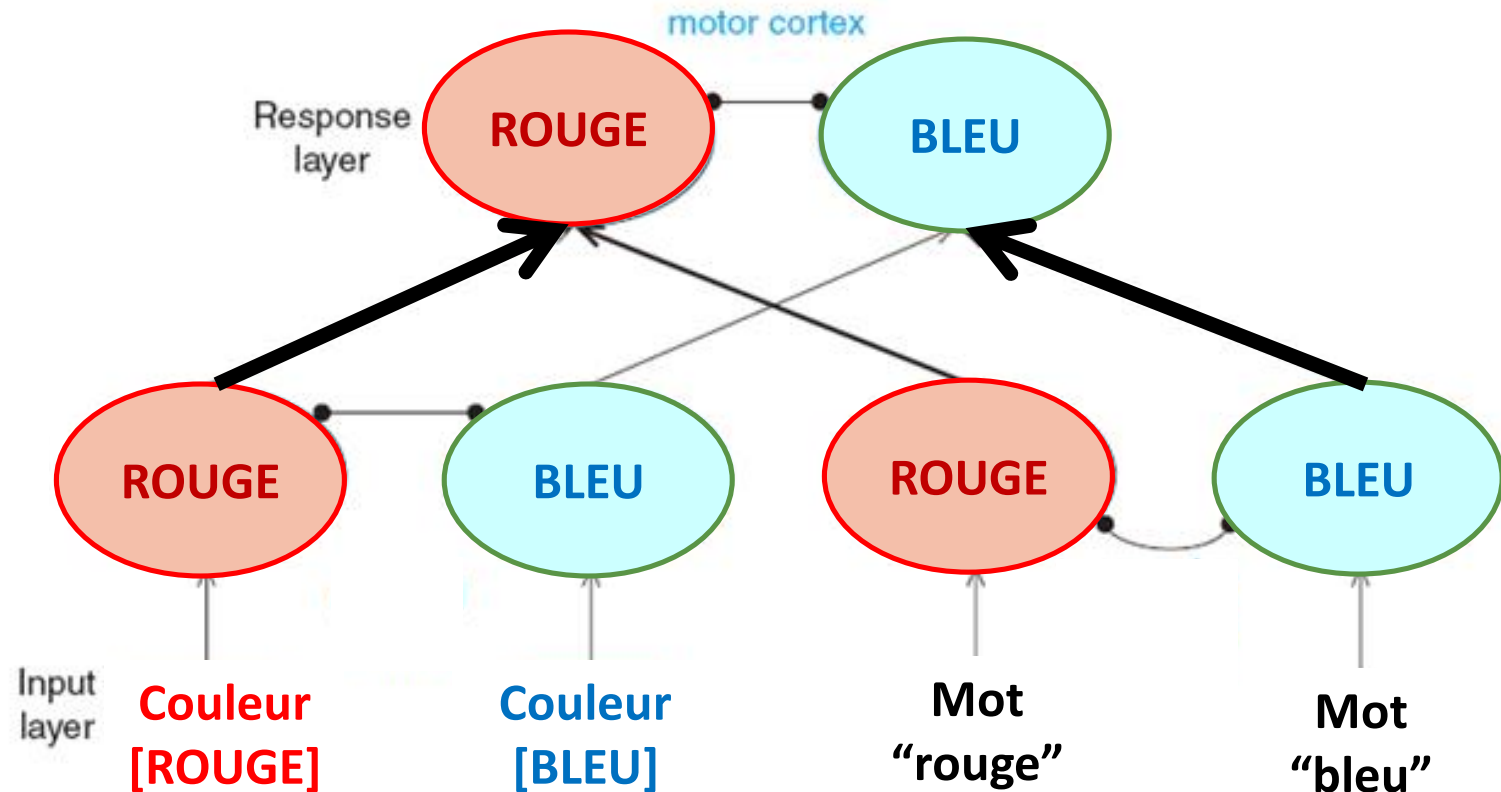


# Essai Compatible



**ROUGE**

# Essai Incompatible



**BLEU**

# LE MODÈLE DU CONFLIT

Psychological Review  
2001, Vol. 108, No. 3, 624–652

Copyright 2001 by the American Psychological Association, Inc.  
0033-295X/01/\$5.00 DOI: 10.1037/0033-295X.108.3.624

## Conflict Monitoring and Cognitive Control

Matthew M. Botvinick

Carnegie Mellon University, University of Pittsburgh, and  
Center for the Neural Basis of Cognition

Todd S. Braver and Deanna M. Barch

Washington University

Cameron S. Carter

University of Pittsburgh and Center for the Neural  
Basis of Cognition

Jonathan D. Cohen

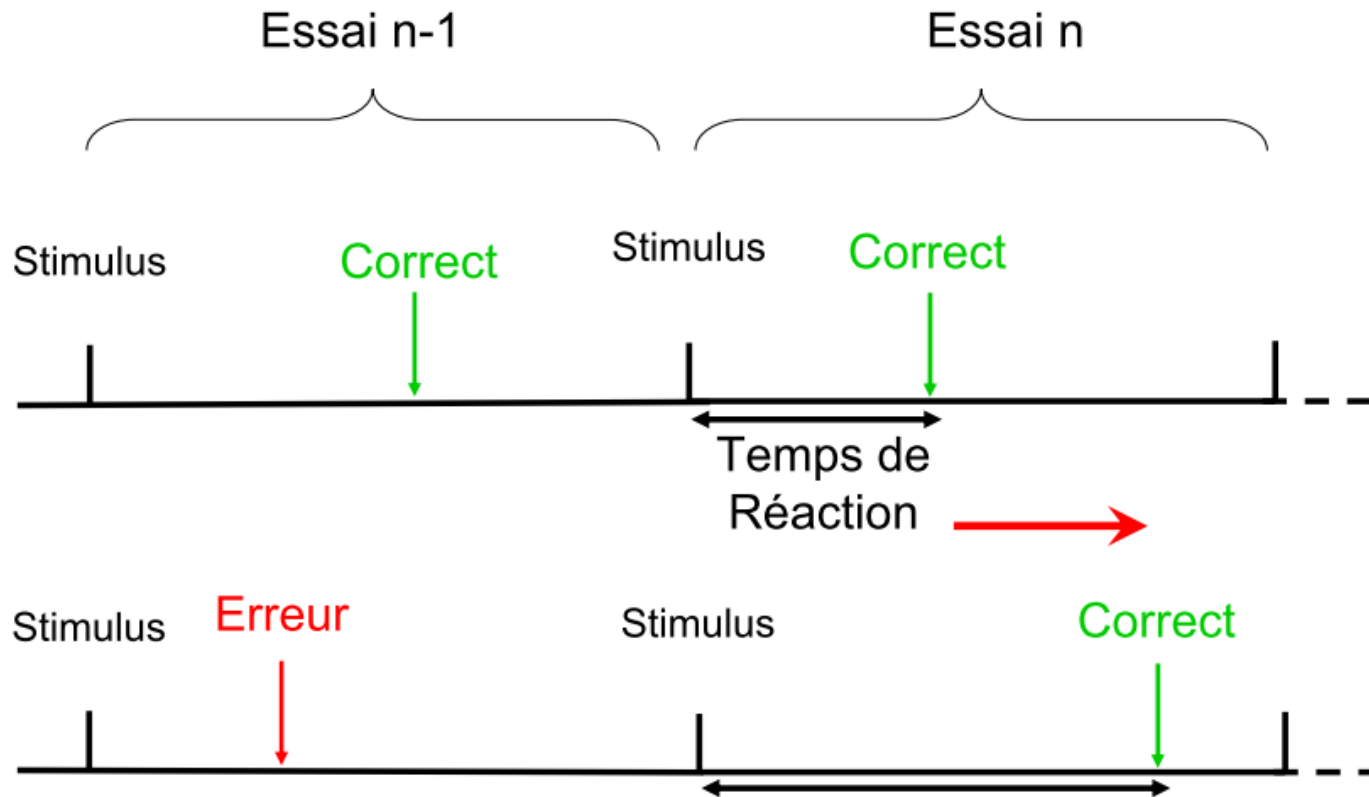
Princeton University and University of Pittsburgh

- Modélise la gestion des représentations en mémoire de travail par l'attention exécutive.
- Dans ce modèle, comme son nom l'indique, le conflit (i.e., la co-activation de plusieurs représentations) participe à la mise en place d'ajustements de l'attention exécutive pour résoudre la tâche.
- Ces ajustements sont observables au travers des ajustements comportementaux (ou effets séquentiels).

# AJUSTEMENTS COMPORTEMENTAUX (OU EFFETS SÉQUENTIELS)

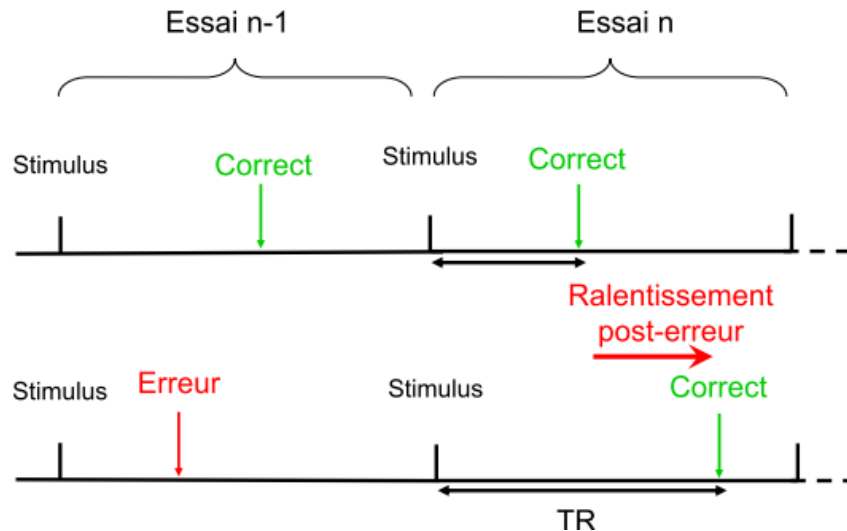
- Les TR aux essais  $n$  **corrects** sont modulés par la nature de l'essai  $n-1$
- Prise en compte de la **compatibilité** ou de la **performance** à l'essai  $n-1$
- Trois effets séquentiels :
  - Ralentissement post-erreur
  - Réduction de l'interférence après une erreur (PERI effect)
  - Effet Gratton

# AJUSTEMENTS COMPORTEMENTAUX : RALENTISSEMENT POST-ERREUR





# AJUSTEMENTS COMPORTEMENTAUX : RALENTISSEMENT POST-ERREUR

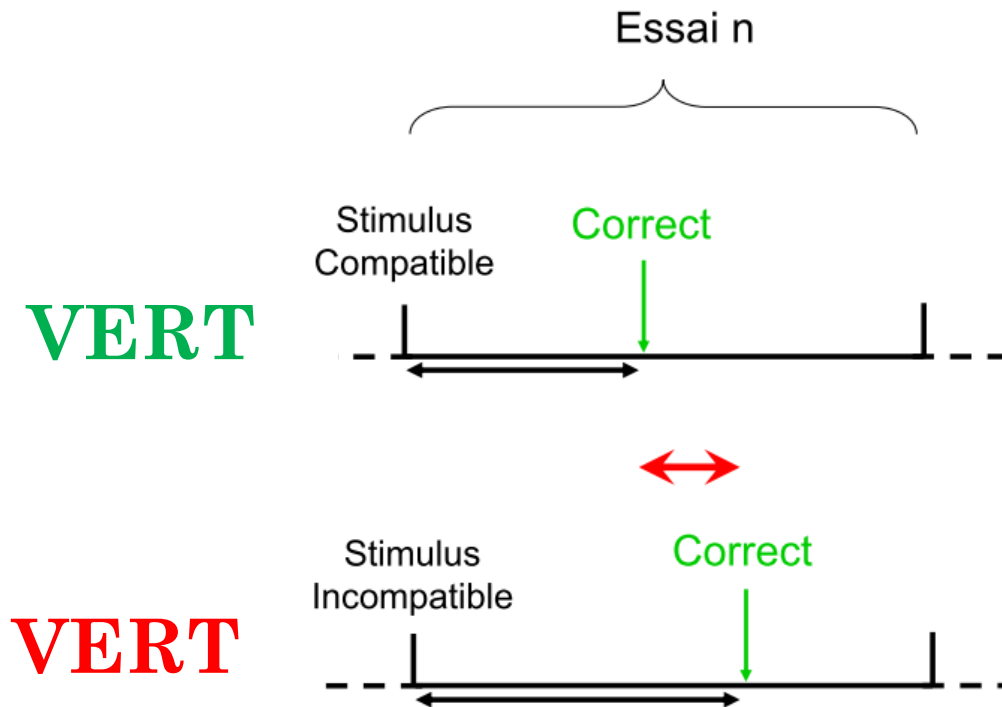


**Cet effet est souvent accompagné d'une baisse du pourcentage d'erreur dans les essais suivant une erreur (non systématique)**

**Interprétation de l'effet : afin d'éviter une nouvelle erreur, le système va ralentir pour éviter de se tromper à nouveau**

- **Ce ralentissement implique que l'erreur a été perçue par le cerveau (perception consciente de l'erreur ?)**
- **Ces ajustements post-erreur sont très importants dans les apprentissages essais-erreurs**

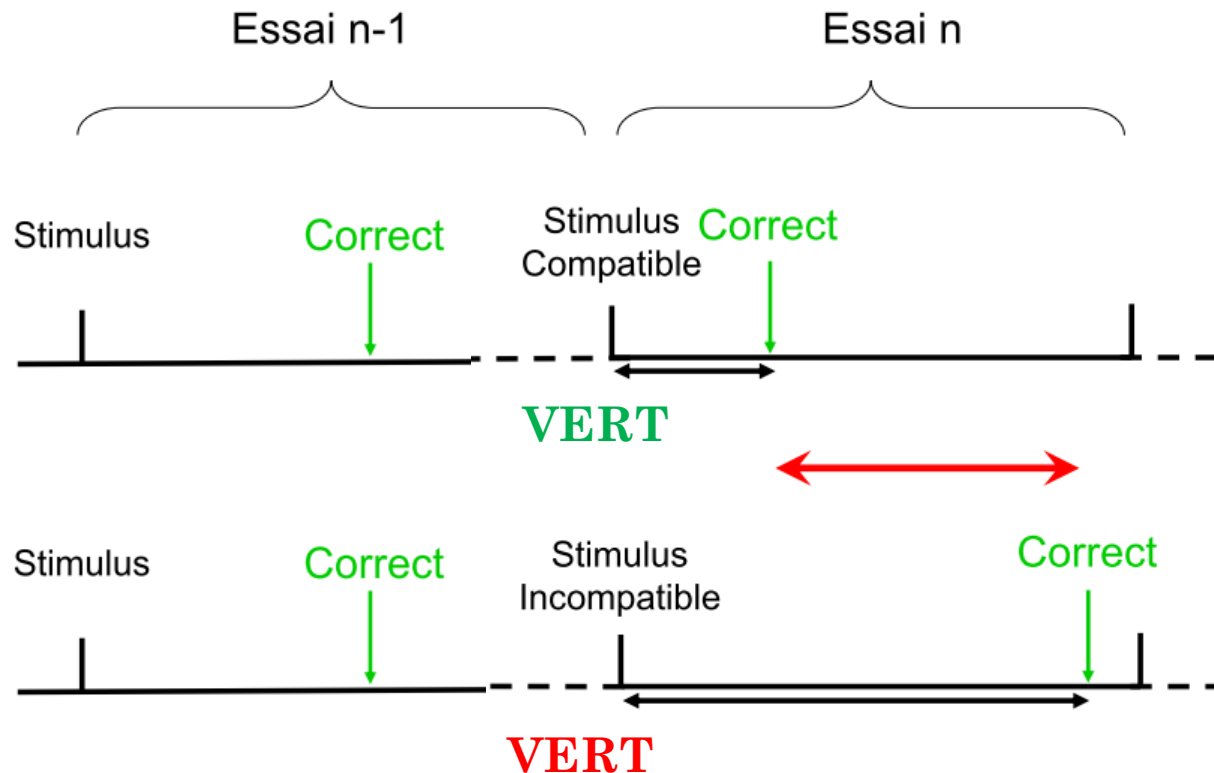
# *Rappel : Effet de compatibilité*



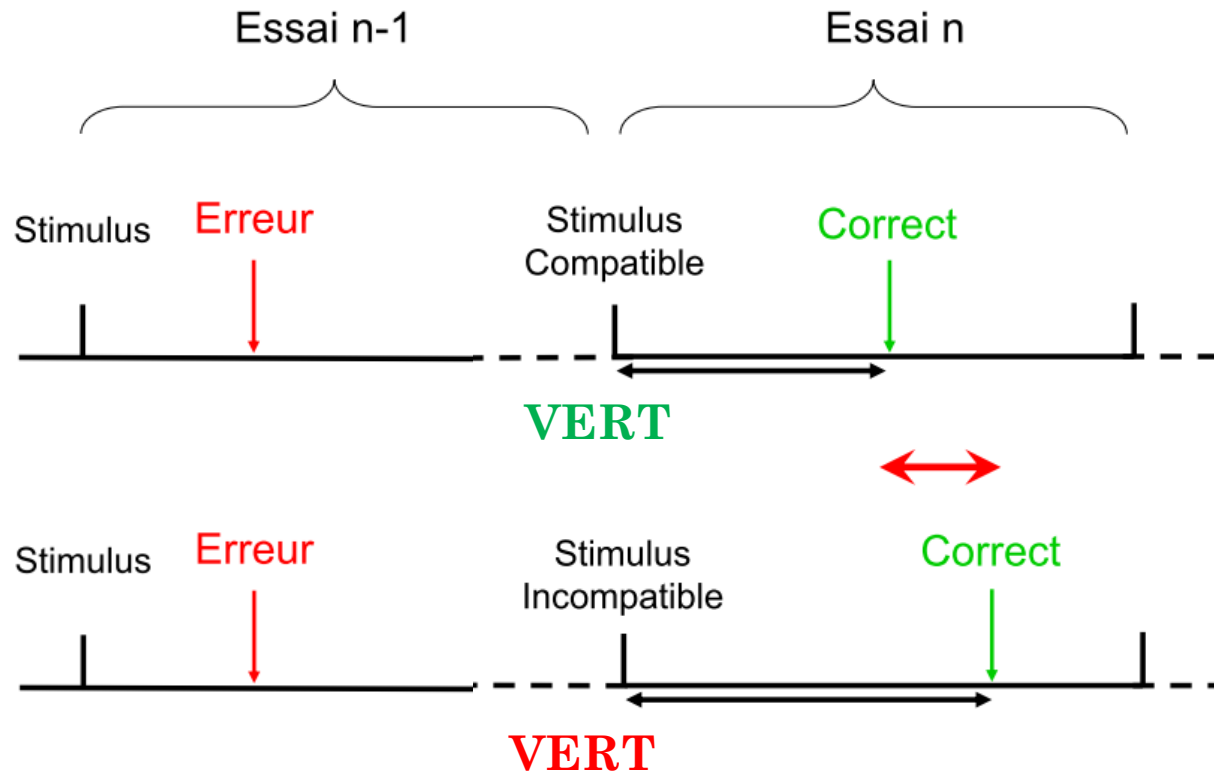
TR plus longs dans les essais  
incompatibles

# AJUSTEMENTS COMPORTEMENTAUX : EFFET PERI

L'effet PERI est observé en comparant l'effet de compatibilité après un essai correct et **après une erreur**.



# AJUSTEMENTS COMPORTEMENTAUX : EFFET PERI

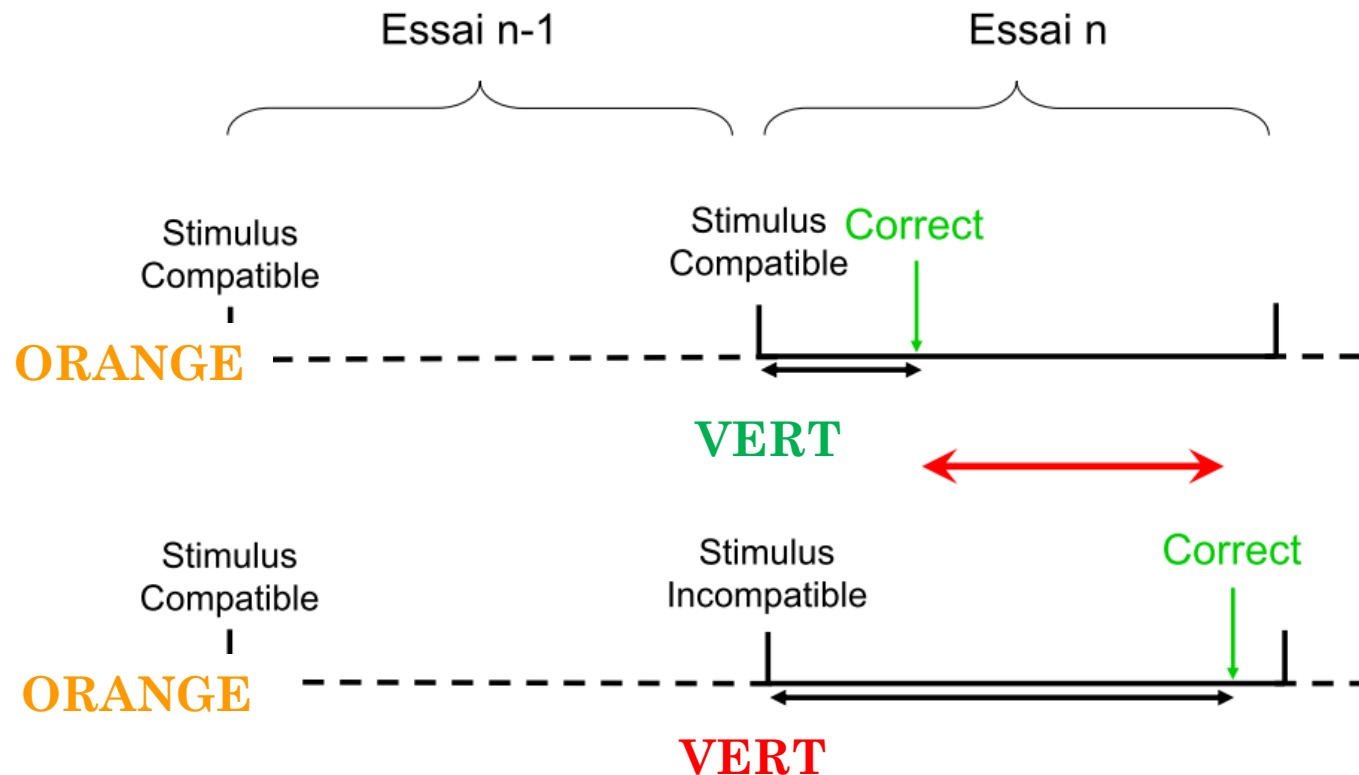


Réduction de l'effet de compatibilité après  
une erreur

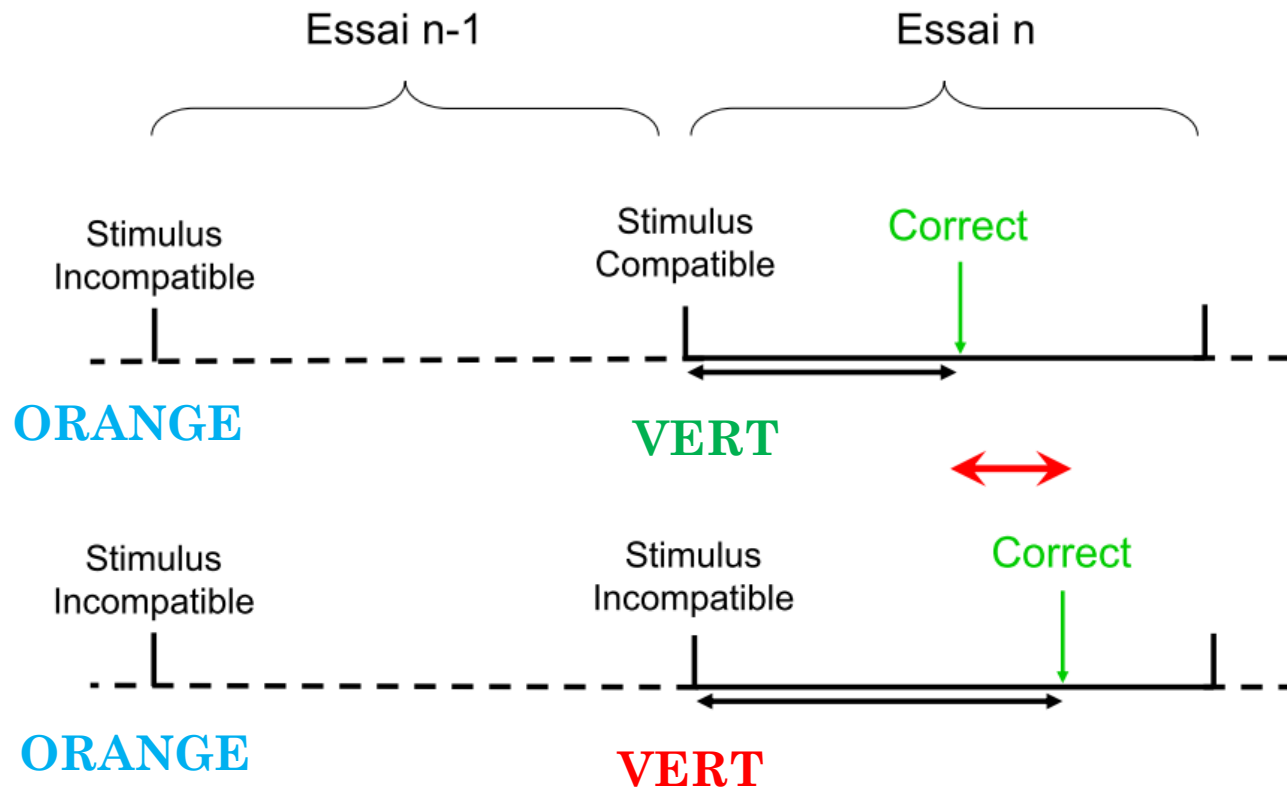


# AJUSTEMENTS COMPORTEMENTAUX : EFFET GRATTON

L'effet Gratton est observé en comparant l'effet de compatibilité après un essai compatible et **après un essai incompatible**.



# AJUSTEMENTS COMPORTEMENTAUX : EFFET GRATTON



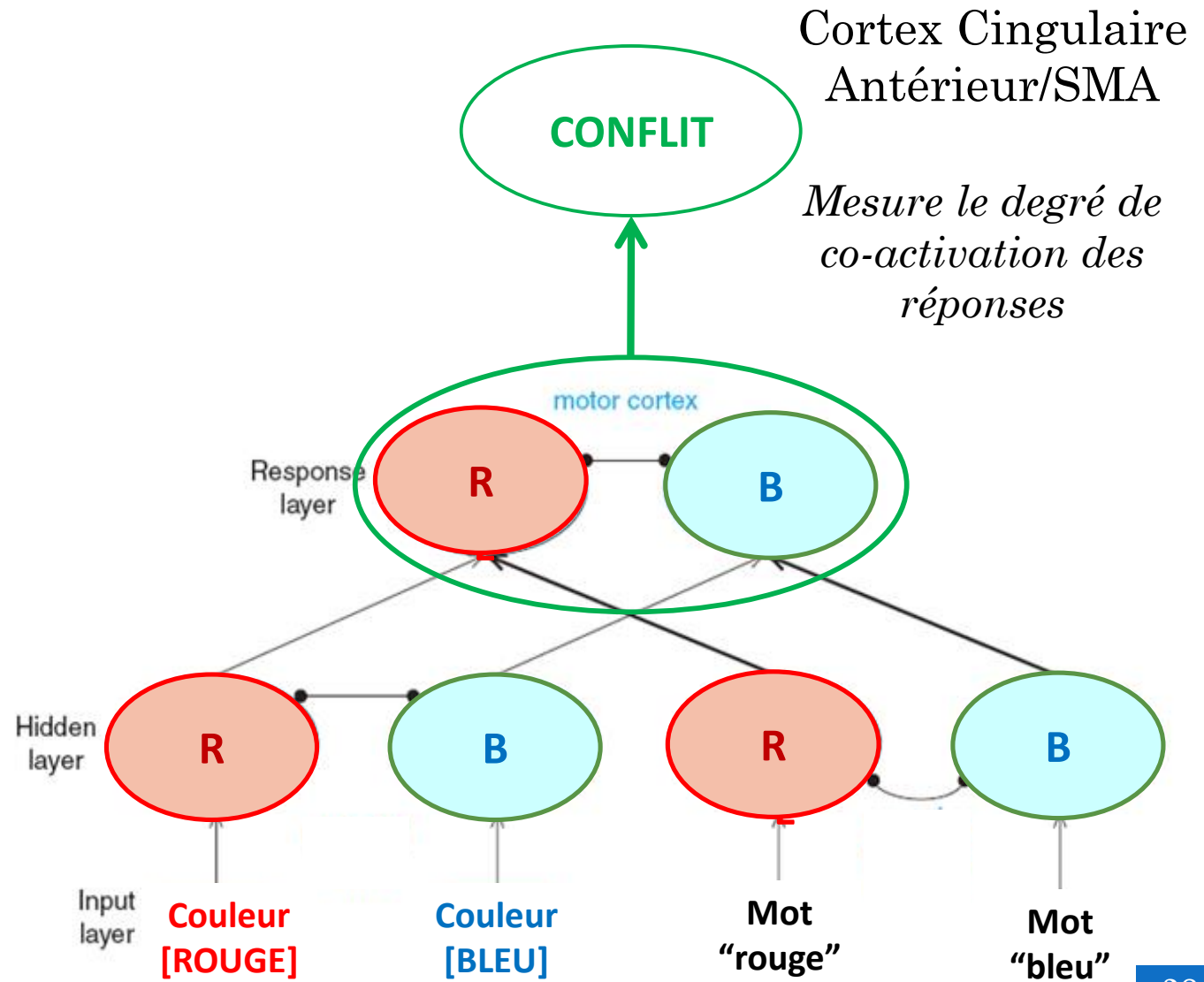
Après un essai incompatible correct, l'effet de compatibilité est largement réduit

# LES AJUSTEMENTS COMPORTEMENTAUX

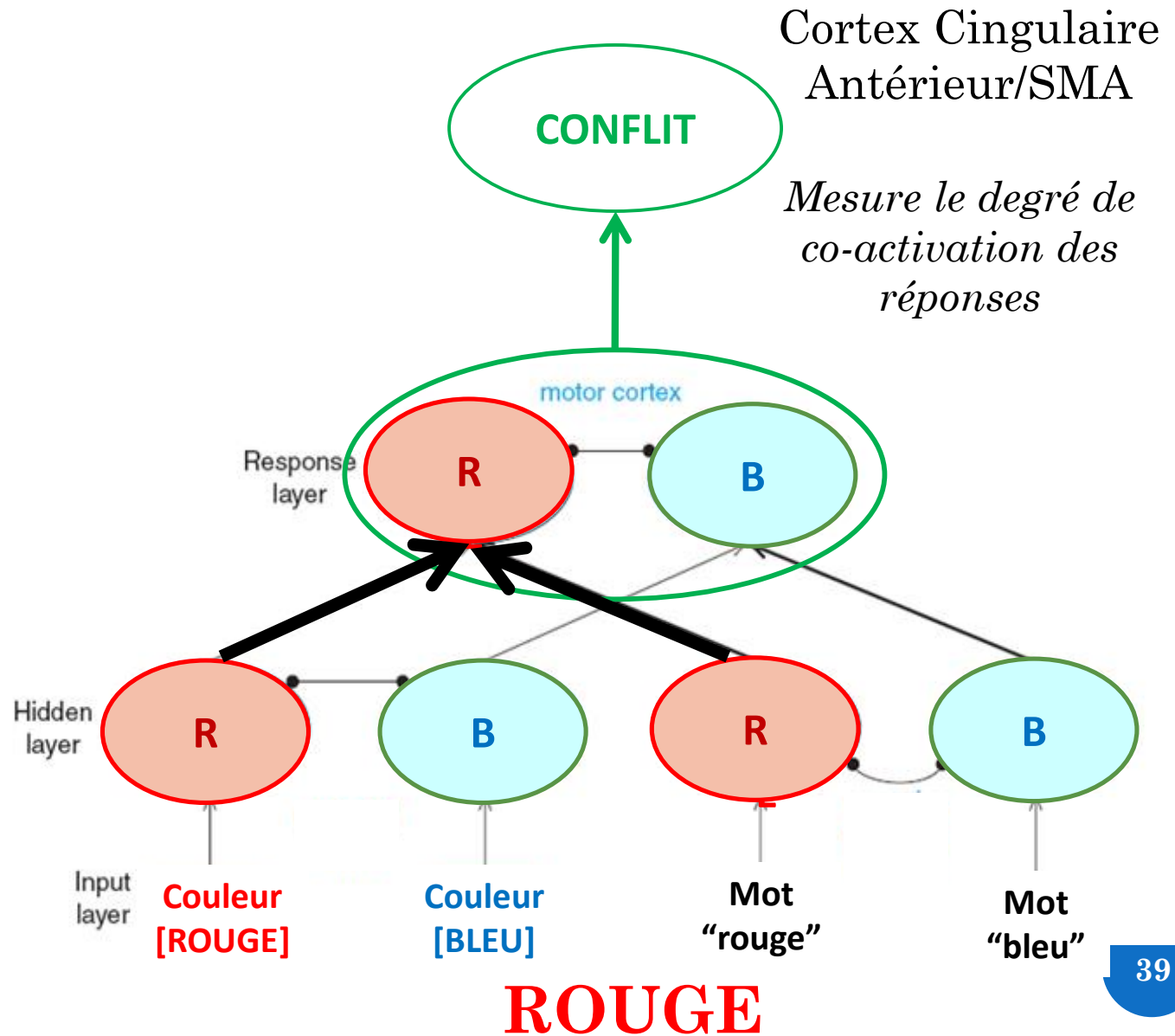
- On les observe dans les essais suivant certains essais particuliers.
- Notamment:
  1. Après les erreurs
  2. Après les situations où le risque d'erreur a été élevé mais l'erreur n'a pas forcément été commise (*essais incompatibles*).
- Résultent des ajustements de l'attention exécutive



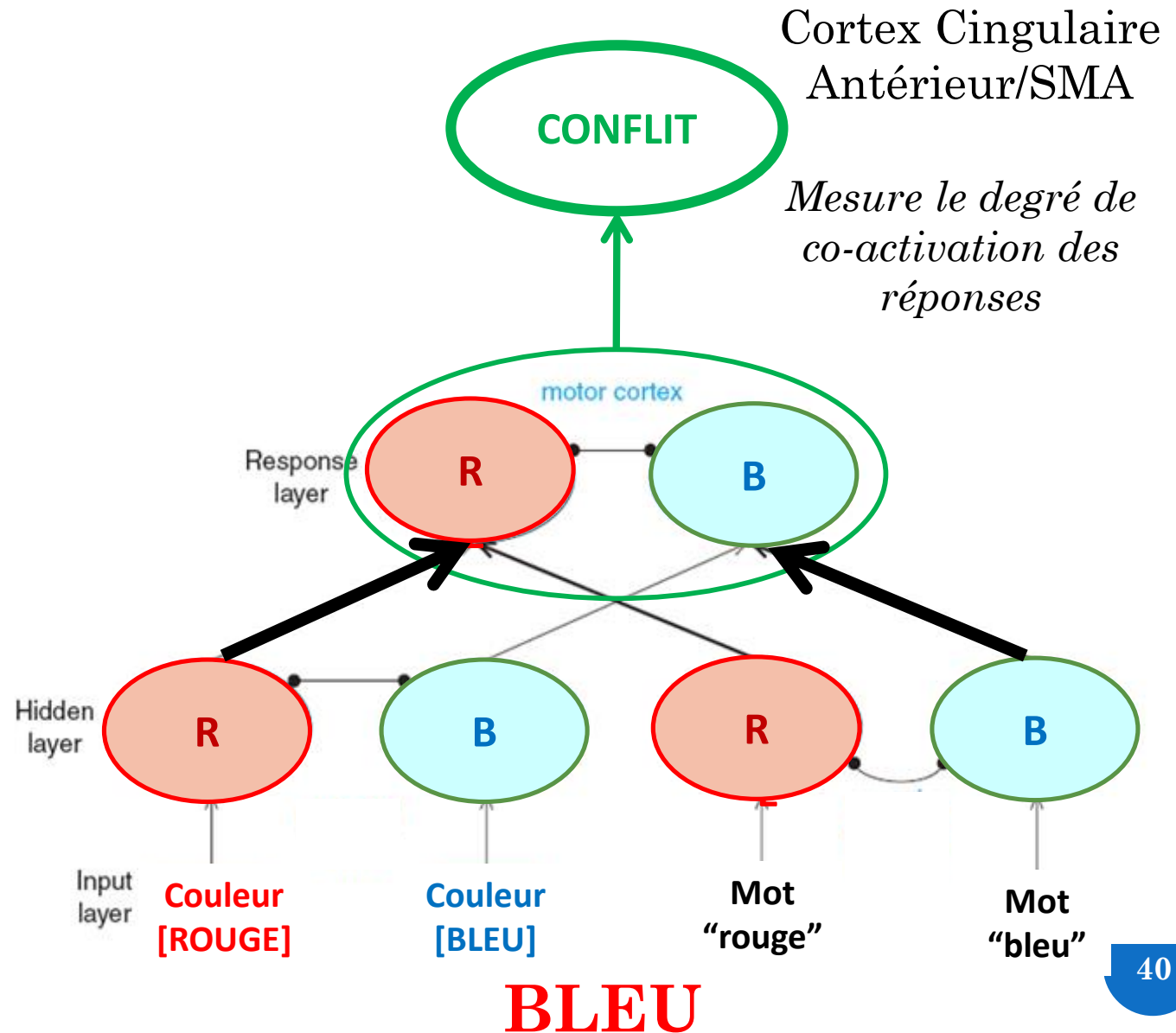




# Stimulus Compatible : Conflit faible



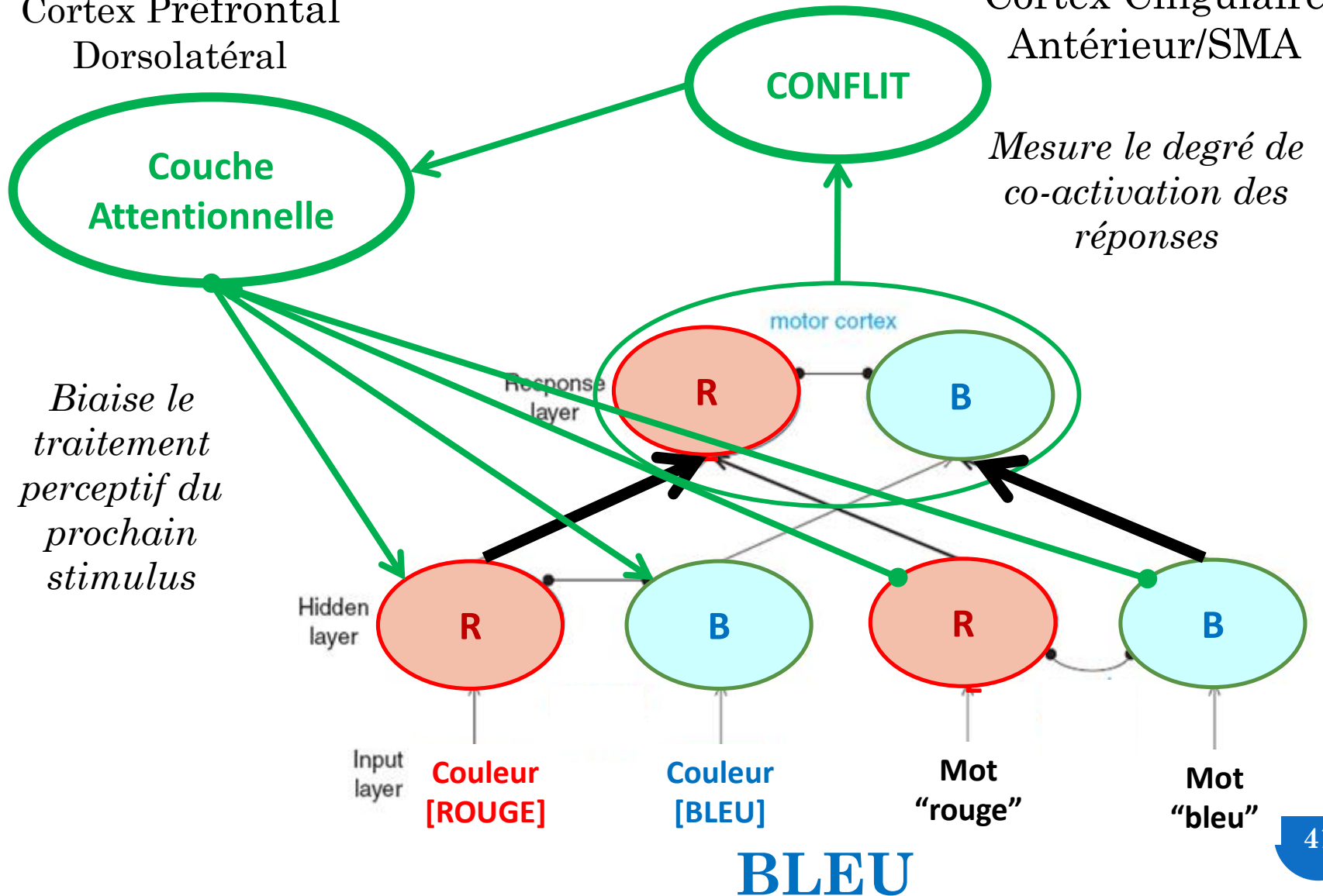
# Stimulus Incompatible : Conflit important



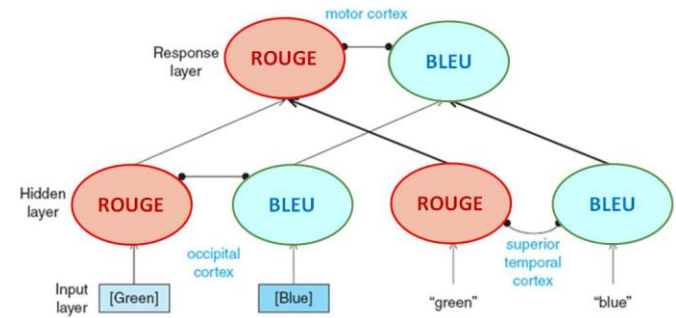
# Stimulus Incompatible : Conflit important

Cortex Préfrontal  
Dorsolatéral

Cortex Cingulaire  
Antérieur/SMA



# LE MODÈLE DU CONFLIT



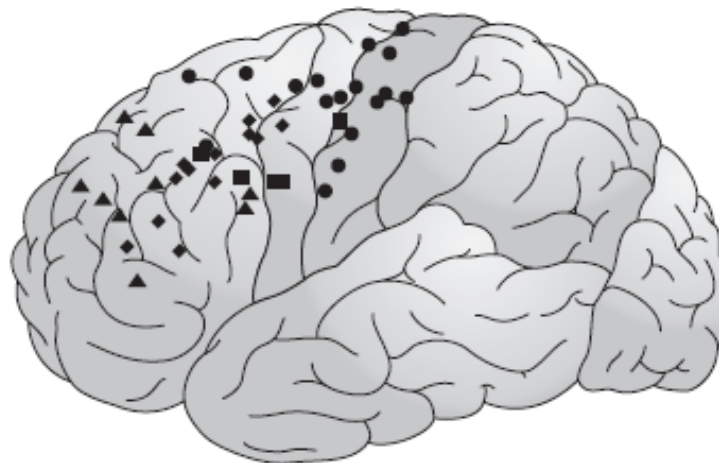
1 - Le module du conflit mesure le degré de compétition entre les réponses.

Le **cortex cingulaire antérieur** est chargé de mesurer ce conflit.

2 - Cette mesure est utilisée par la **couche attentionnelle** pour biaiser le traitement perceptif au prochain essai.

Le **cortex préfrontal dorsolatéral** implémente ce biais attentionnel → *attention exécutive*

# Jonides et al. (2002)



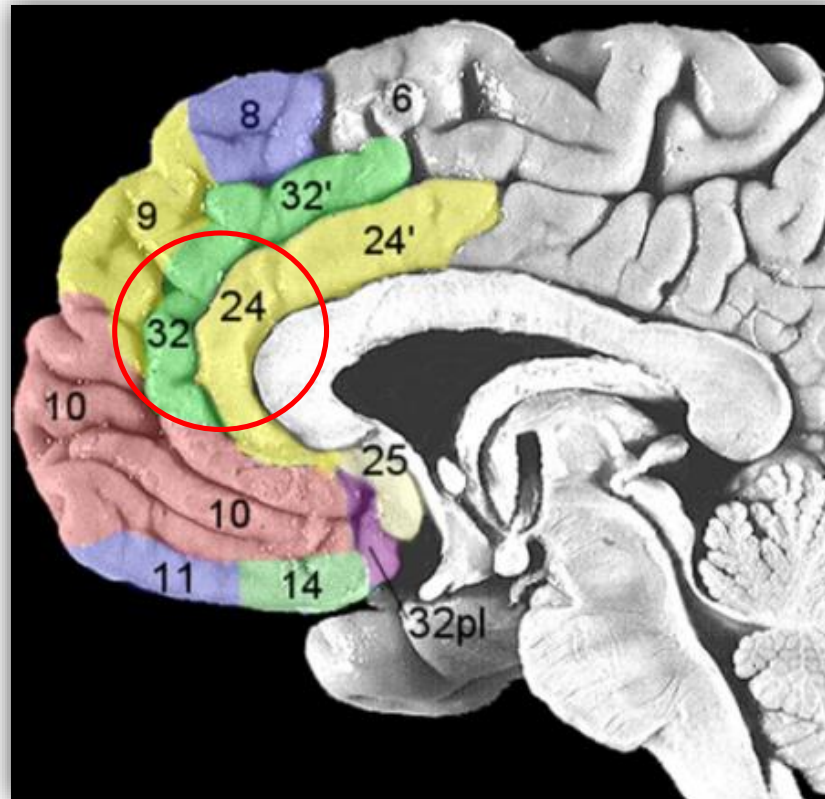
Left Lateral View

## [A summary of neuroimaging results on the Stroop task](#)

Points on this schematic brain represent the major activations from different imaging studies on the Stroop task (represented by different symbols). The points form a large cluster that extends from the dorsolateral PFC to the anterior cingulate.

(Jonides, J., Badre, D., Curtis, C., Thompson-Schill, S. L., & Smith, E. E. (2002). Mechanisms of conflict resolution in prefrontal cortex. Adapted from *The Frontal Lobes*, edited by D. T. Stuss and R. T. Knight. Copyright © 2002 by Oxford University Press. Reprinted with permission of Oxford University Press.)

# Cortex Cingulaire Antérieur chez l'Homme



Le **cortex cingulaire antérieur**, situé dans la partie interne du lobe frontal (aires de Brodmann 24 et 32), est une structure qui a été identifiée comme étant impliquée dans les **mécanismes de contrôle**.



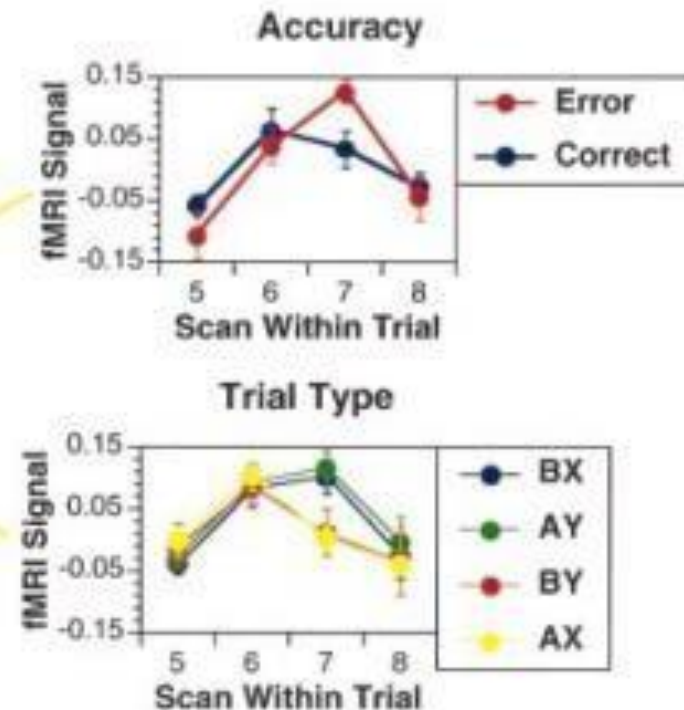
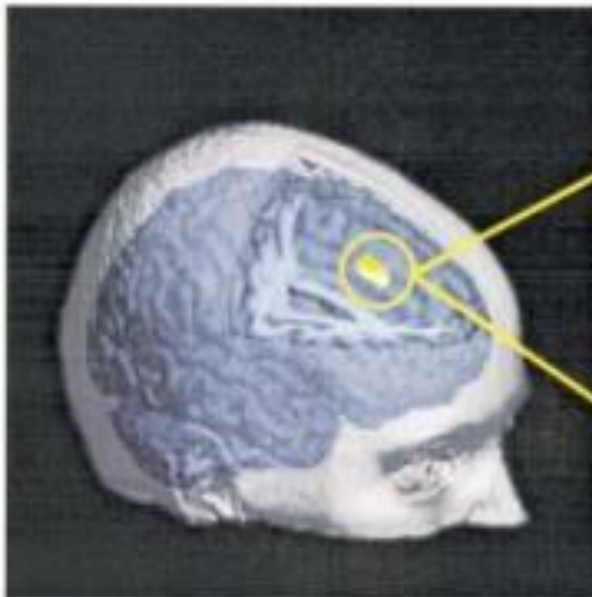
# Anterior Cingulate Cortex, Error Detection, and the Online Monitoring of Performance

Cameron S. Carter,\* Todd S. Braver, Deanna M. Barch,  
Matthew M. Botvinick, Douglas Noll, Jonathan D. Cohen

An unresolved question in neuroscience and psychology is how the brain monitors performance to regulate behavior. It has been proposed that the anterior cingulate cortex (ACC), on the medial surface of the frontal lobe, contributes to performance monitoring by detecting errors. In this study, event-related functional magnetic resonance imaging was used to examine ACC function. Results confirm that this region shows activity during erroneous responses. However, activity was also observed in the same region during correct responses under conditions of increased response competition. This suggests that the ACC detects conditions under which errors are likely to occur rather than errors themselves.

SCIENCE • VOL. 280 • 1 MAY 1998

Carter et al. (1998)

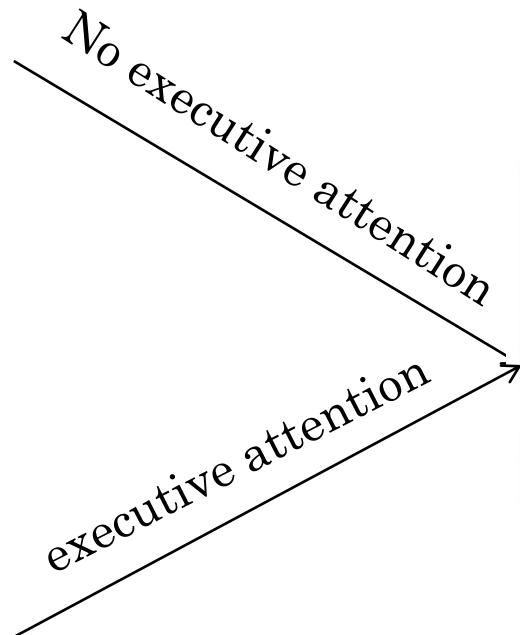




# Etude IRMf de MacDonald et al. (2000)

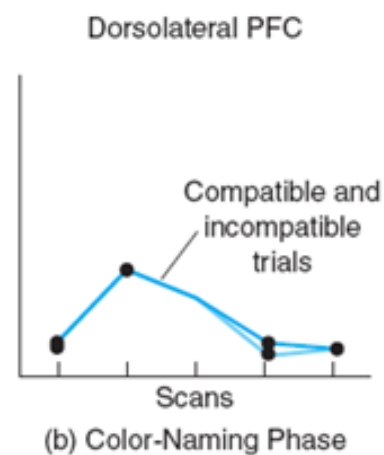
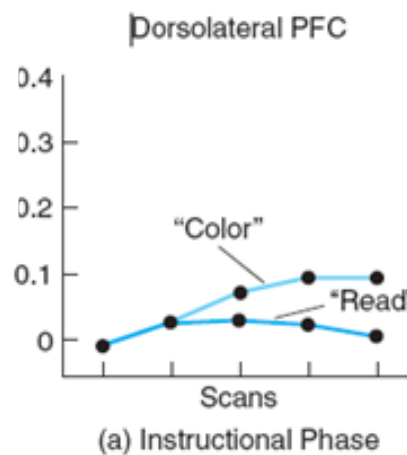
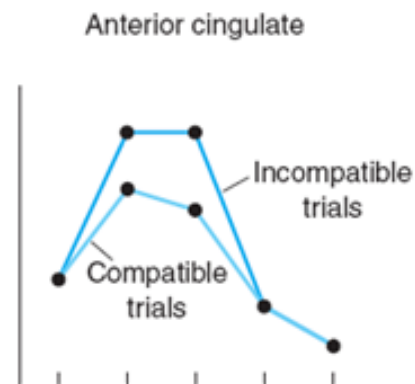
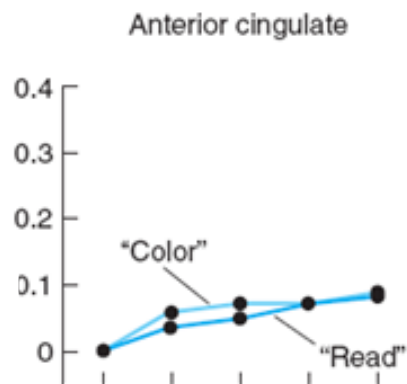
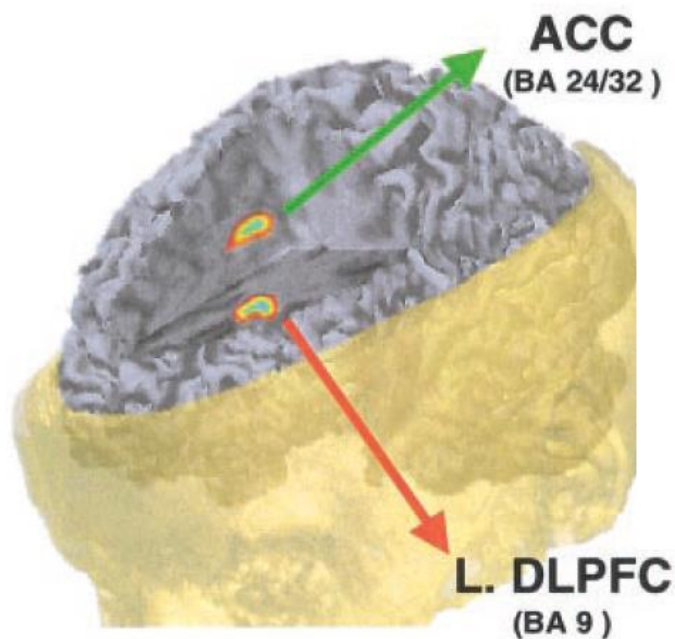
CUE

STIMULUS



RESPONSE

# Etude IRMf de MacDonald et al. (2000)



Au moment  
du *CUE*

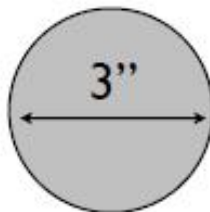
Au moment du  
*STIMULUS*

# ATTENTION EXÉCUTIVE ET CATÉGORISATION

- **Rips (1989) ; Smith and Sloman (1994)**
- *Cf doc « A closer look »*

# ATTENTION EXÉCUTIVE ET CATÉGORISATION

- **Rips (1989) ; Smith and Sloman (1994)**
- Description d'un objet : *“an object that is three inches in diameter”*
- Catégories proposées *PIZZA* and *QUARTER*.
- Les participants devaient indiquer quelle catégorie correspond davantage à l'objet décrit.
- Remarque : la pièce  $\frac{1}{4}$  de dollar est de diamètre fixe alors que la pizza est de diamètre variable.

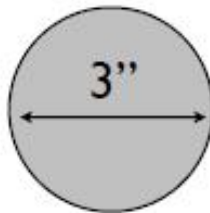


# ATTENTION EXÉCUTIVE ET CATÉGORISATION

- 2 types de consignes :
- **Consigne « similarité »** : les sujets devaient baser leur réponse en fonction de la similarité entre les objets
- **Consigne « raisonnement »** : on indiquait aux sujets qu'il y avait toujours une réponse correcte. Ils devaient faire le raisonnement à haute voix.
- **Objectif** : inciter les participants à raisonner sur le diamètre des objets proposés.
- Ils devraient réaliser que l'objet test ne peut pas être un  $\frac{1}{4}$  de dollar puisqu'il est trop grand pour faire 3 pouces (taille réglementée).
- L'objet test ne peut qu'être une pizza puisque cette catégorie d'objet a un diamètre variable

# ATTENTION EXÉCUTIVE ET CATÉGORISATION

- **Les résultats** : les différences entre les deux stratégies de catégorisation peuvent être expliquées par **l'implication ou non de l'attention exécutive**
- **Hypothèse** : Si les processus d'attention exécutive sont gérées par le PFC, les participants avec des lésions frontales devraient avoir des difficultés dans la version « raisonnement » et pas dans la version « similarité » de la tâche.

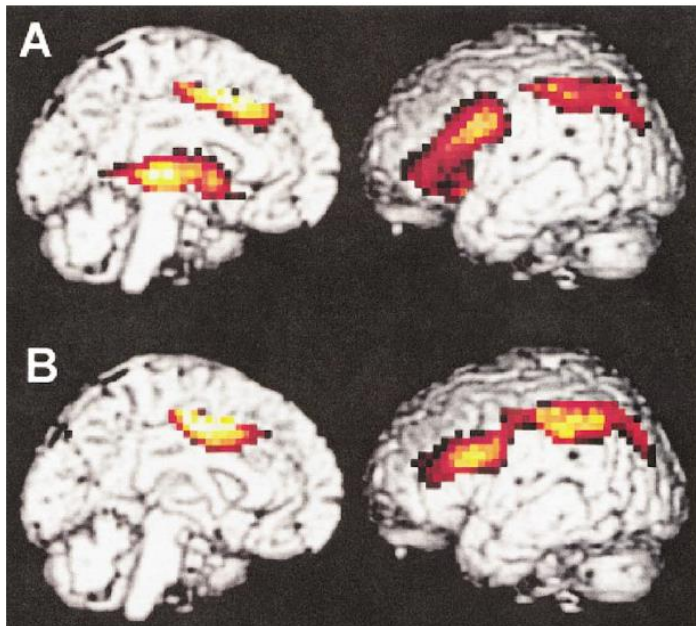


# ATTENTION EXÉCUTIVE ET CATÉGORISATION

- **Hypothèse confirmée par Grossman (2003).**
  - **Consigne similarité :** aucune différence entre les sujets sains et les patients AD avec troubles frontaux.
  - **Consigne raisonnement :** il y a toujours autant de choix pour le  $\frac{1}{4}$  de dollar que pour la pizza chez les patients. 78 % de réponse pizza pour les sujets sains.
- **La stratégie de raisonnement ne peut être appliquée chez les patients AD certainement à cause d'une attention exécutive altérée.**

# ATTENTION EXÉCUTIVE ET CATÉGORISATION

- Grossman a trouvé en 2002 une activité plus importante dans le PFC chez les sujets sains avec la consigne de catégorisation « raisonnement » qu'avec la consigne « similarité ».



Activation during the decision phase minus the description phase of categorization decisions. (A) Rule-based categorization condition. (B) Similarity-based categorization condition.



# ATTENTION EXÉCUTIVE ET CATÉGORISATION

- 3 arguments en faveur de l'attention exécutive et PFC pour la catégorisation :
  1. Plus de réponses pizza par rapport à  $\frac{1}{4}$  dollar pour la consigne raisonnement, alors que 50/50 pour la consigne similarité
  2. Patients AD (avec troubles frontaux) en difficulté pour la consigne raisonnement par rapport à la consigne similarité
  3. Plus d'activité dans le PFC pour la consigne raisonnement par rapport à la consigne similarité chez les sujets sains.



FIN SÉANCE

55