

Perception multimodale et intégration multisensorielle

Alexandre Labrosse
Frédéric Wilhelm
Kévin Scaman

Cerveau et cognition – Exposé du 16 décembre 2010

ENVIRONNEMENT INADAPTÉ



Comment comprendre son interlocuteur ?

BODY SWAPPING

- ✘ Importance du toucher pour déclencher l'expérience d'échange corporel
- ✘ Intégration visuo-somatosensorielle

ÉTUDES HISTORIQUES

- (Stratton 1897) Influence de la vision sur le système somatosensoriel
- (McGurk 1976) Hearing lips and seeing voices
- (Stein Meredith 1976, 1986, 1987, 1993)
- (King Palmer 1985)

STEIN - MULTIMODAL CELLS IN SC

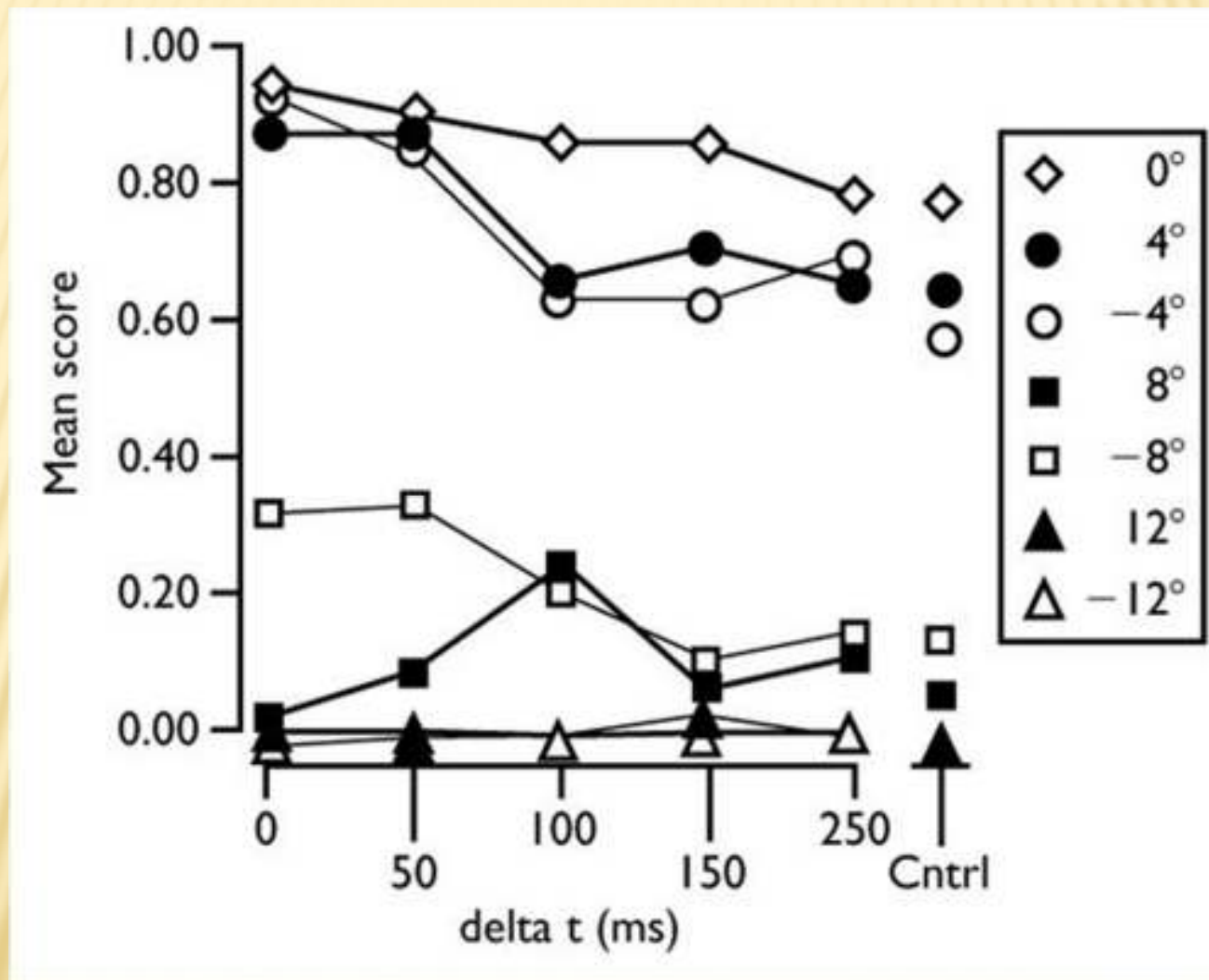
- ✘ Temporal rule
- ✘ Spatial rule
- ✘ Principle of inverse effectiveness

SPATIAL RULE : VENTRILOQUISM EFFECT

- Jack, Thurlow – 1973
- Ventriloquie : dissociation spatiale des percepts auditifs et visuels dans le langage

- Slutsky, Recanzone – 2001
- Effet de ventriloquie sur des percepts simples

SPATIAL AND TEMPORAL RULES



LES ARTICLES

- (Schroeder 2008)

Neuronal oscillations and visual amplification of speech

Trends in Cognitive Science

- (Van der Burg 2008)

Pip and pop : nonspatial auditory signals improve spatial visual search

Journal of Experimental Psychology

Neuronal oscillations and visual amplification of speech

Charles E Schroeder¹, Peter Lakatos¹, Yoshinao Kajikawa¹, Sarah Partan² and Aina Puce³

¹ Cognitive Neuroscience and Schizophrenia Program, Nathan Kline Institute for Psychiatric Research, 140 Old Orangeburg Road, Orangeburg, NY 10962, USA

² School of Cognitive Science, Hampshire College, Adele Simmons Hall, Amherst, MA 01002-5001, USA

³ Department of Radiology and Center for Advanced Imaging, West Virginia University School of Medicine, P.O. Box 9100, Morgantown, WV 26506-9100, USA

UNE AIDE PRÉCIEUSE À L'AUDITION

- ✘ En environnement bruyant
- ✘ Les repères visuels du locuteur permettent d'améliorer la compréhension :
 - + Mouvements de la bouche
 - + Expressions faciales
 - + Mouvements des mains



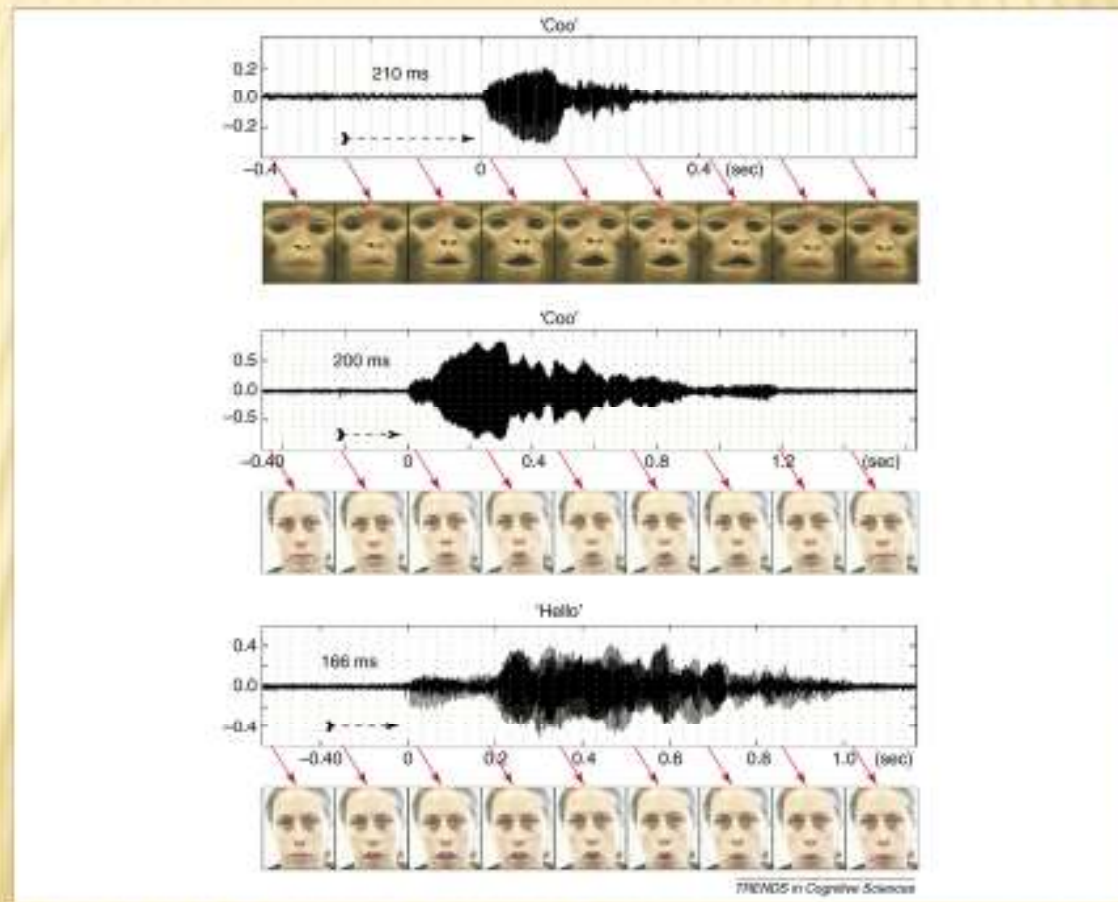
UNE AIDE PRÉCIEUSE À L'AUDITION

- ✗ Expériences réalisées sur des macaques :
 - + Similarités avec l'homme vis-à-vis du langage
 - + De nombreuses expressions faciales et postures différentes

- + Mais pas de langage évolué



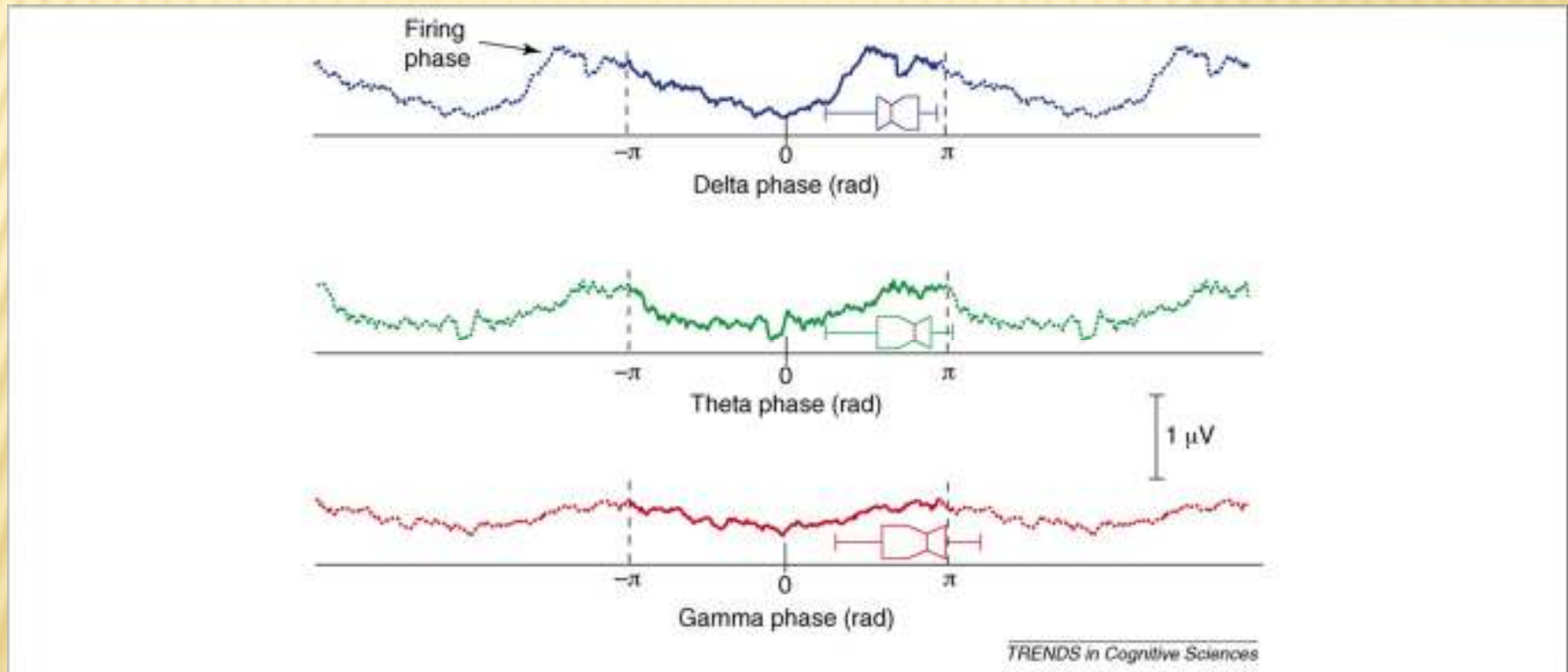
REMARQUES PRÉLIMINAIRES



LES OSCILLATIONS NEURONALES

- ✗ Les oscillations neuronales proviennent d'oscillations en phase de populations de neurones entre une forte et une faible excitabilité

OSCILLATIONS NEURONALES ET EXCITABILITÉ DES NEURONES



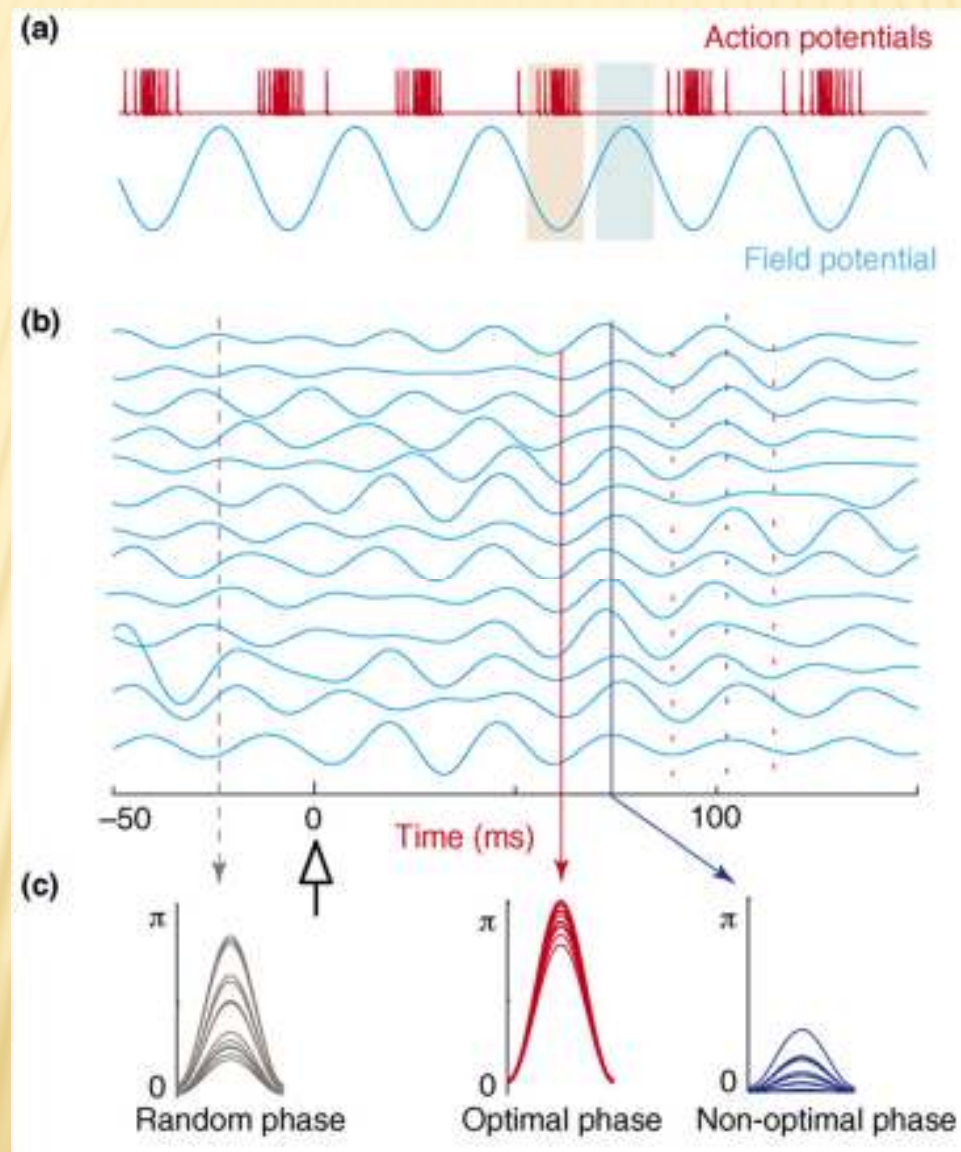
LES OSCILLATIONS NEURONALES

- ✘ Les oscillations neuronales proviennent d'oscillations en phase de populations de neurones entre une forte et une faible excitabilité
- ✘ Ces oscillations possèdent une phase idéale pour le traitement du son

HYPOTHÈSE DE L'ARTICLE

Les indices visuels réinitialisent la phase des oscillations neuronales

HYPOTHÈSE DE L'ARTICLE



COUPLAGE DE FRÉQUENCES

- ✗ Couplage entre les différentes fréquences
- ✗ Equivalence des bandes de fréquences :

Oscillations neuronales

- Delta (1 à 4Hz)
- Thêta(5 à 7Hz)
- Gamma(25 à 50Hz)

Rythmes de la parole

- Intonations et rythmes
- Variations de l'enveloppe sonore
- Transitions à l'intérieur de l'enveloppe

EXEMPLE CONCRET



Modulation de l'enveloppe sonore

sonore



Mouvement des mains

Ondes thêta



Ondes delta

delta



A

B

EXEMPLE CONCRET



A

Modulation de
l'enveloppe
sonore



Ondes thêta

Mouvement des
mains

Ondes
delta



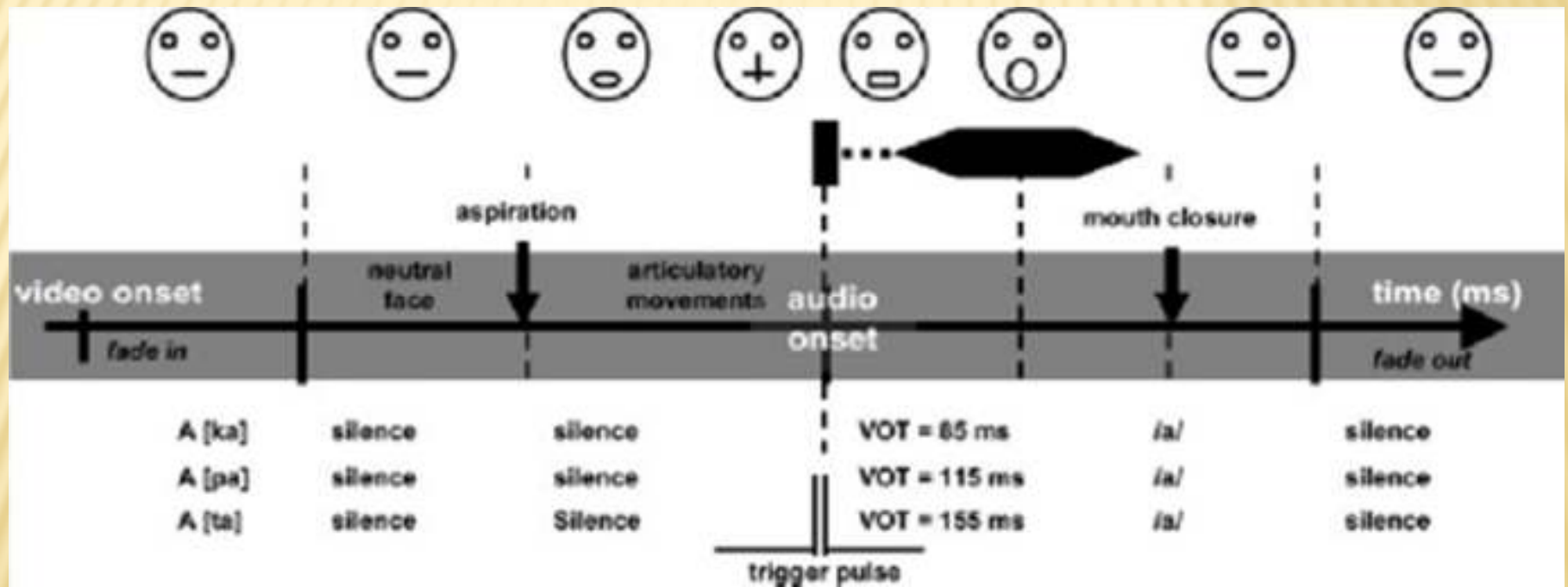
B

TIMING CONSIDERATIONS

- ✘ Latences chez l'homme :
 - Audition ~22 ms
 - Vision ~45-57 ms + un temps de *feedback*

Comment expliquer l'influence du signal visuel sur le système auditif ?

TIMING CONSIDERATIONS



AUDITION → VISION

✗ Fujisaki (2005)

- Expérience d'intégration audio-visuelle abstraite
- Recherche d'un signal visuel évoluant temporellement en phase avec un stimulus auditif (AM/FM)
- Recherche attentive et en série

EFFET PIP & POP

ERIK VAN DER BURG
ADELBERT W. BRONKHORST
VRIJE UNIVERSITEIT

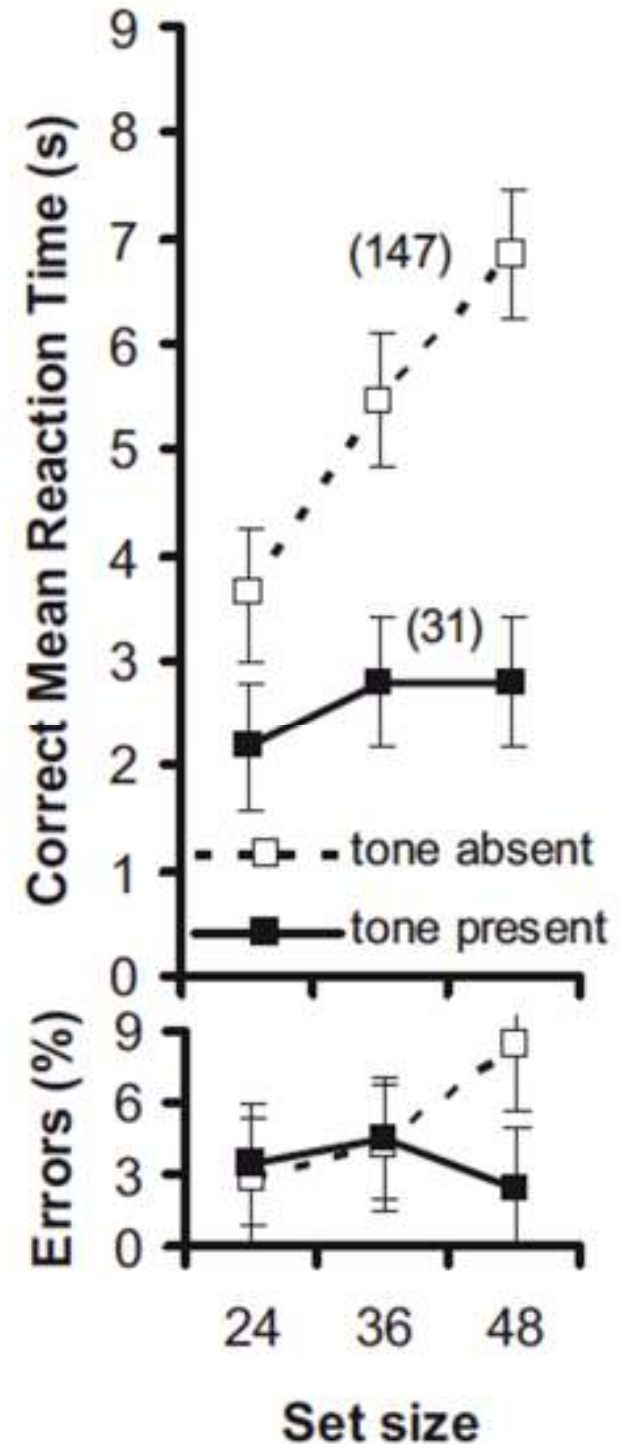


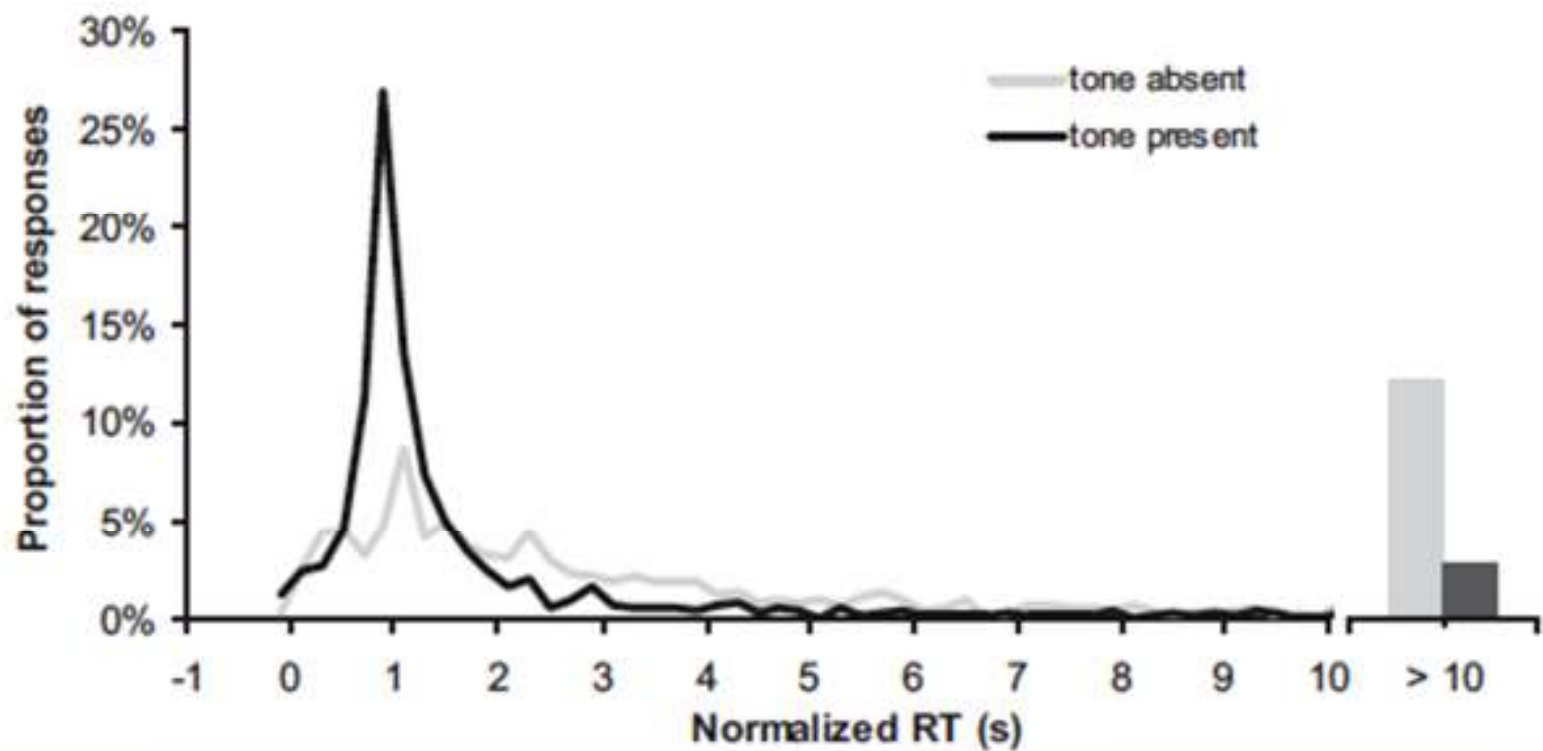
5 expériences



1^E EXPÉRIENCE

- ✗ Essais sans signal sonore, puis avec signal sonore
- ✗ On fait varier le nombre de barres à l'écran





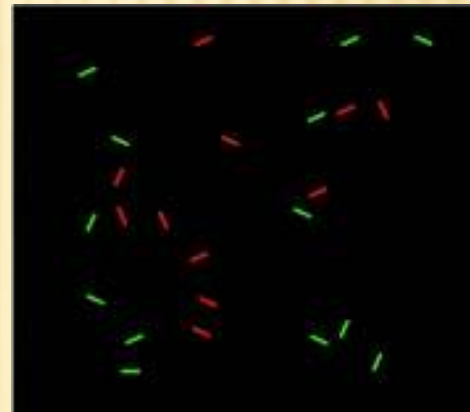
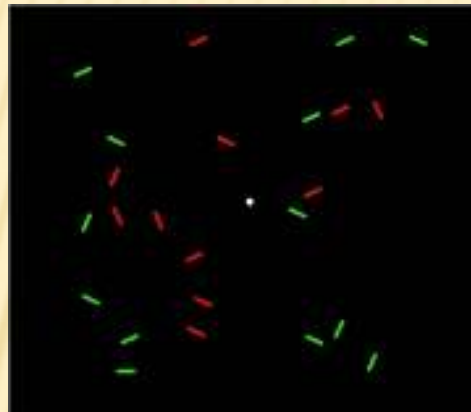
2 HYPOTHÈSES

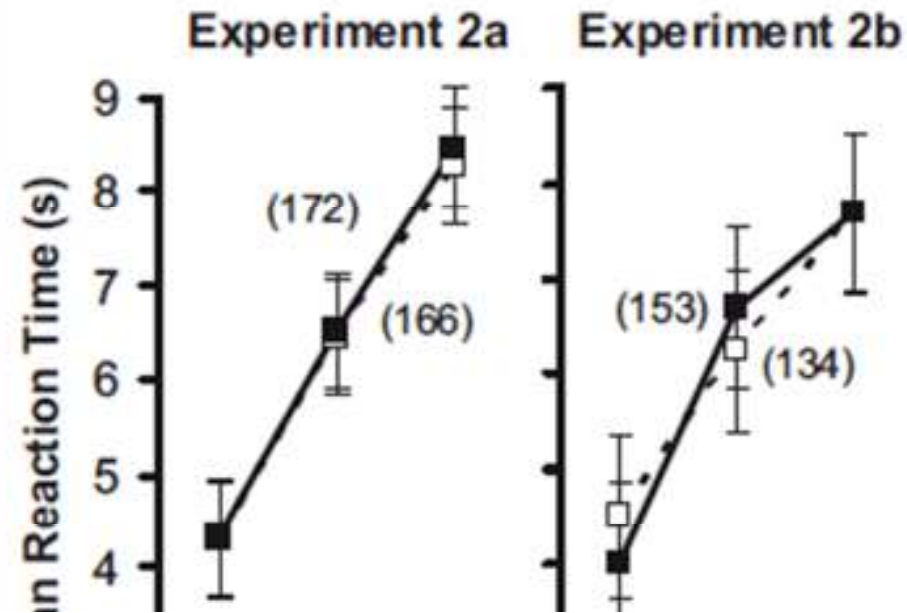
1- Signal d'alerte

2- Interaction multisensorielle

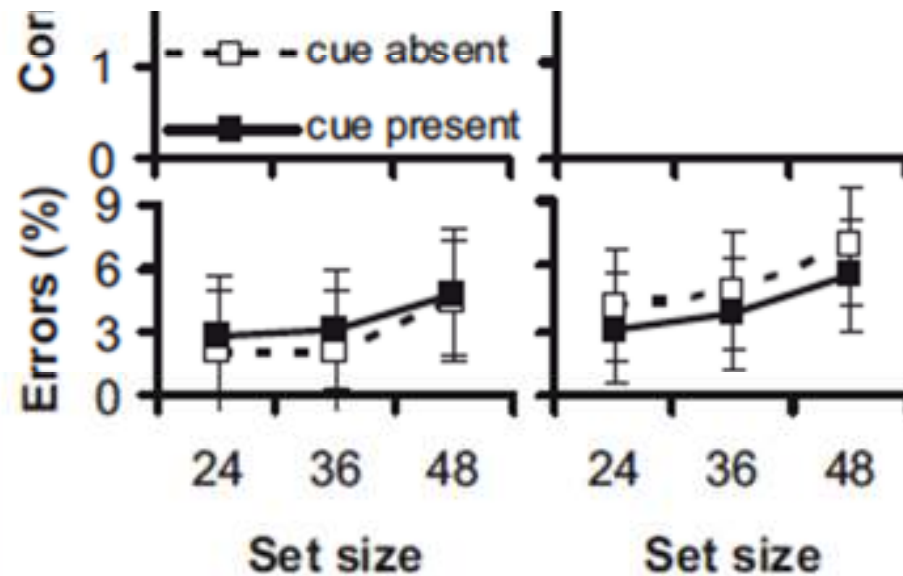
2^E EXPÉRIENCE

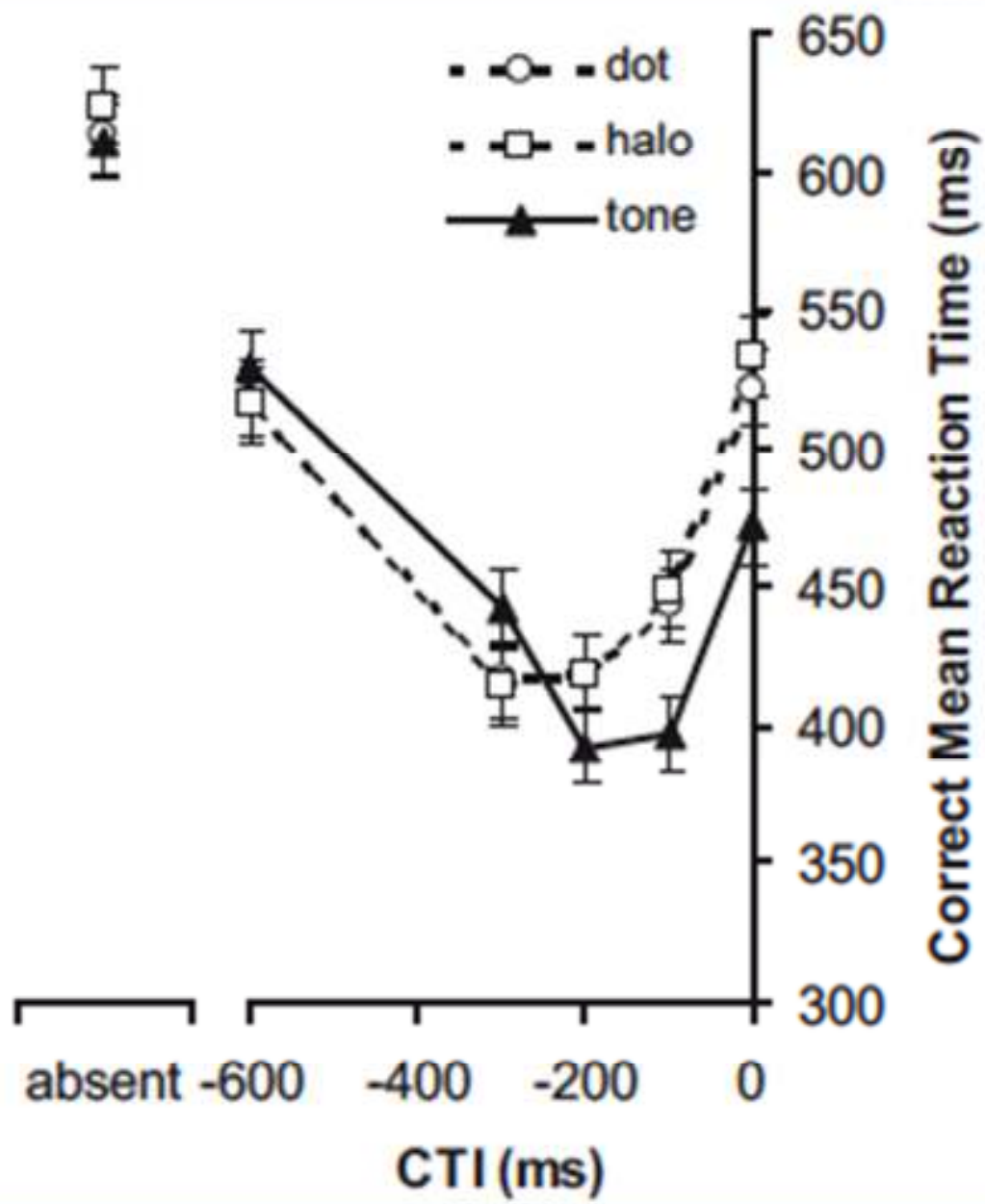
→ Essai en remplaçant le signal sonore par un signal visuel.





Signal visuel inefficace !





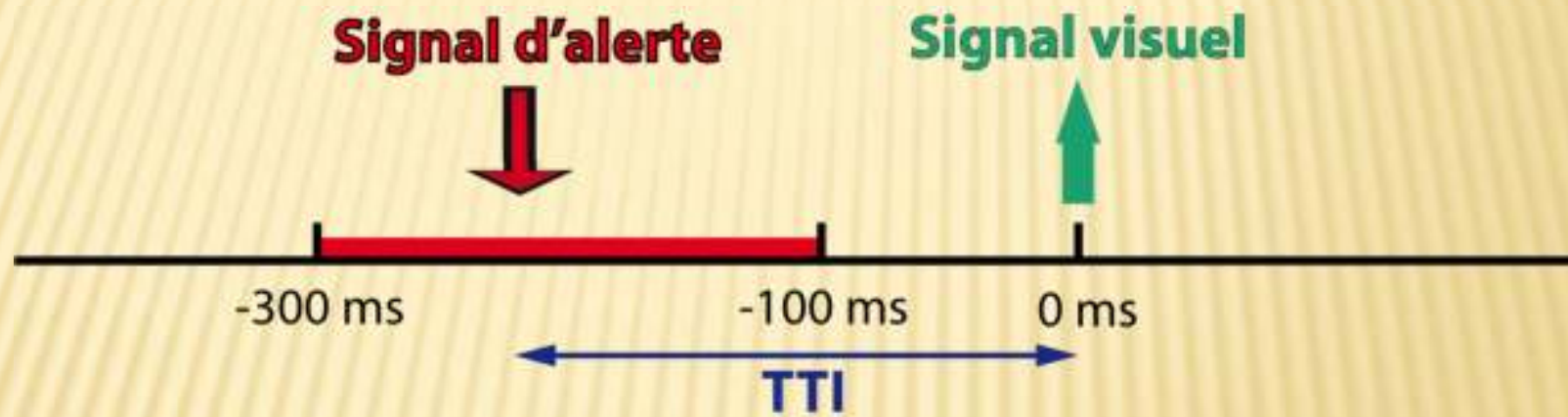
2 HYPOTHÈSES

1- Signal d'alerte

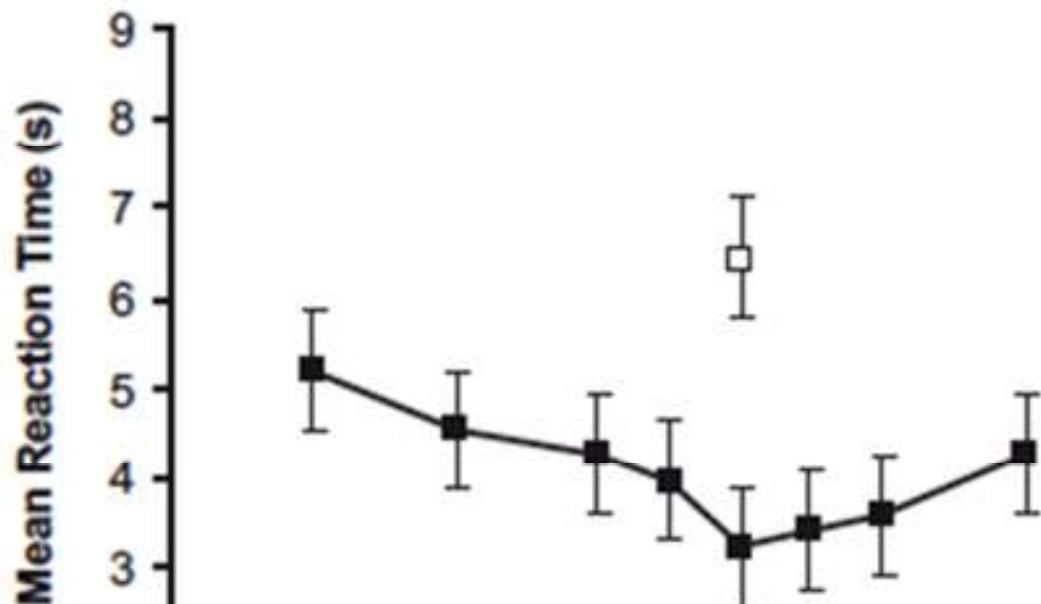
 2- Interaction multisensorielle

3^E EXPÉRIENCE

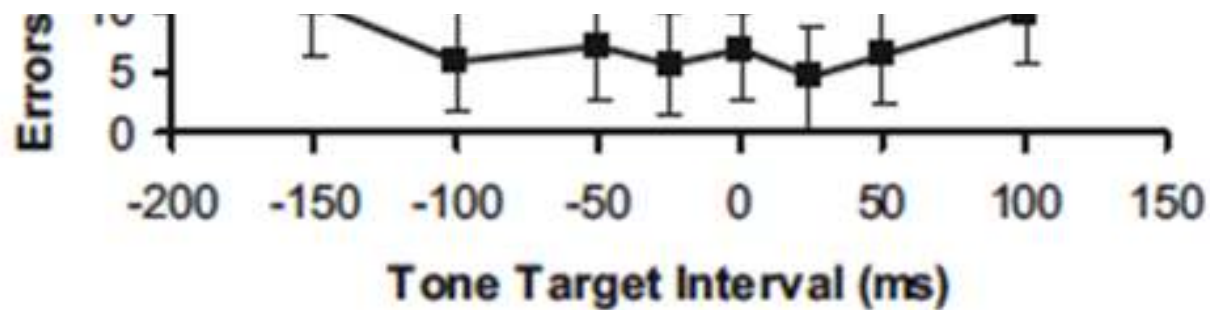
→ Etude du TTI (tone-target interval).



Essai en faisant varier le décalage
signal sonore – signal visuel



→ Optimum à 0 ms, trop rapide pour un signal d'alerte



3 HYPOTHÈSES

1- Signal d'alerte



2- Interaction multisensorielle

4^E EXPÉRIENCE

Existence d'une stratégie de contrôle (*top-down*) ?

- 80% bonnes synchronisations
- 20% mauvaises



Majoritairement
« bonnes »

- 20% bonnes synchronisations
- 80% mauvaises

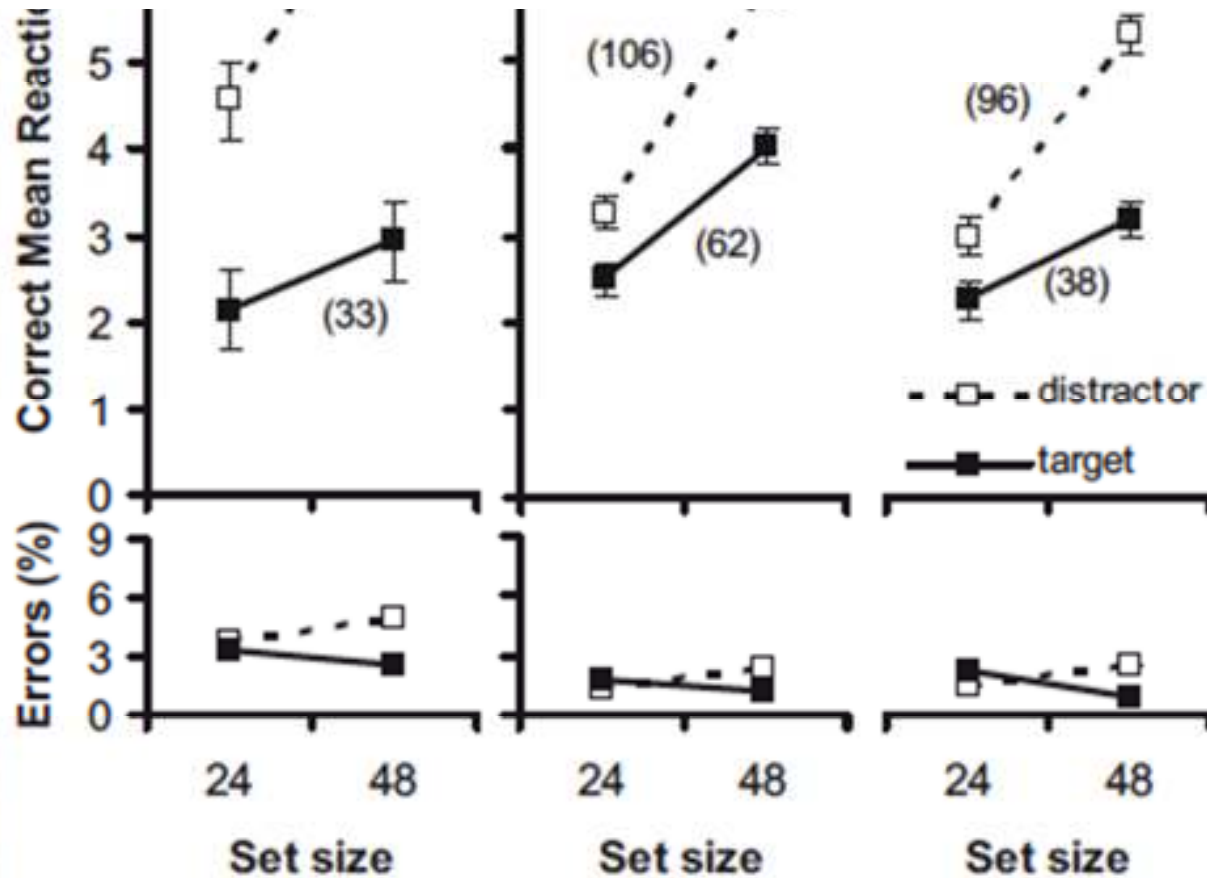


Majoritairement
« mauvaises »

Experiment 4a

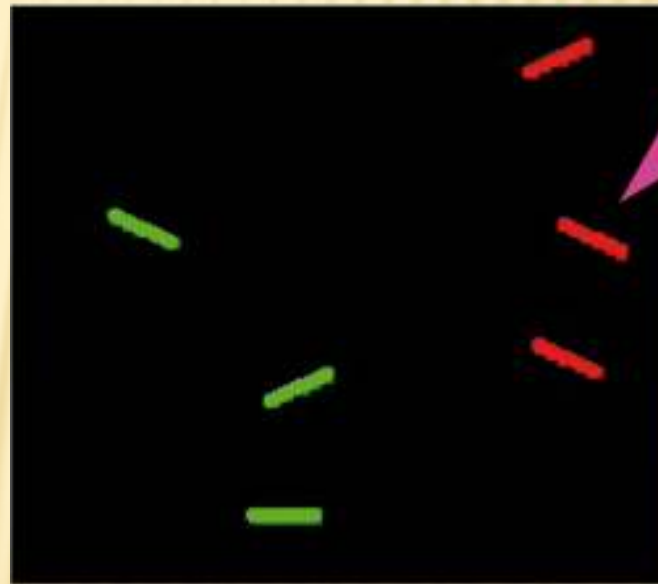
Experiment 4b

➔ Pas de stratégie de contrôle constatée

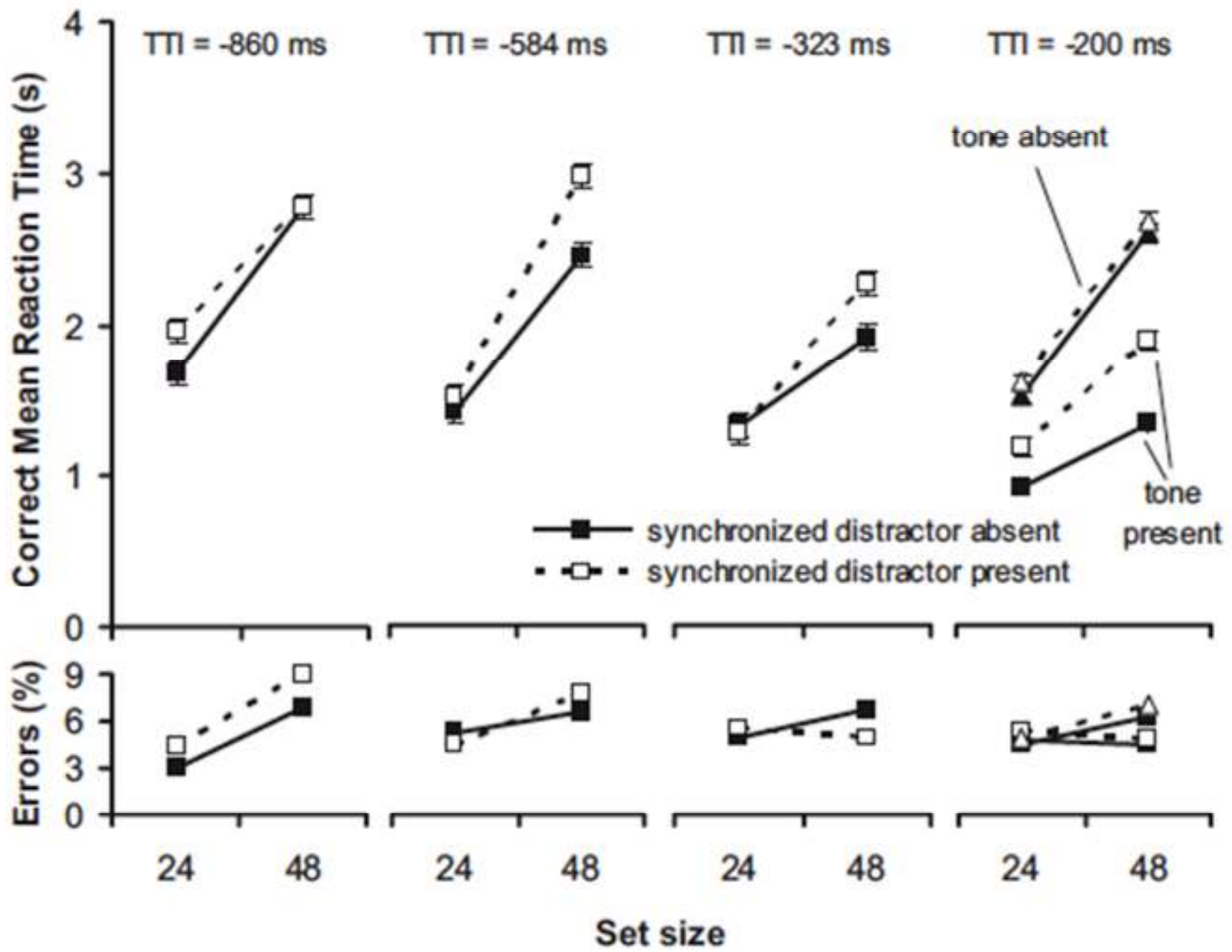


5^E EXPÉRIENCE

- ➔ Vérification du « coût » en temps de recherche en cas de synchronisation sur un distracteur.



Ralentissement de la recherche ?



PHÉNOMÈNES EN JEU

- ✘ Phénomène d'alerte néanmoins non négligeable,
- ✘ Intégration exogène du signal visuel et du signal auditif,
- ✘ Présence légère d'un phénomène d'influence top-down

CONCLUSION

INTERACTIONS MULTISENSORIELLES

- ✘ Plusieurs types :
 - la causalité (top-down) : haut niveau, haute spécificité
 - l'alerte (bottom-up) : bas niveau mais peu spécifique (réveil global de l'attention)
 - l'intégration (bottom-up) : bas niveau, mais haute spécificité

LES RÔLES DE L'INTÉGRATION

- Réduction du bruit
- Désambiguïsation
- Extrapolation des signaux faibles
- Perception du temps

SYNESTHÉSIE(S)



A B C D E F G H I
J K L M N O P Q R
S T U V W X Y Z
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

SYNESTHÉSIE(S)

Mulvenna Walsh – 2006

Deux hypothèses :

- chemin neural spécifique et anormal
- désinhibition des circuits d'intégration normaux