

L'inconscient cognitif et la profondeur des opérations subliminales

Stanislas Dehaene
Chaire de Psychologie Cognitive Expérimentale

Cours

**1001 manières de rendre
une information non-consciente (suite)**

Conclusions du cours précédent

- Il existe de très nombreuses méthodes d'étude du traitement non-conscient de l'information dans le cerveau humain
 - Illusions visuelles, rivalité binoculaire, cécité induite par le mouvement, masquage...
- Le masquage et la rivalité binoculaire n'interviennent pas au même niveau de traitement
 - La rivalité binoculaire interrompt une partie du traitement visuel précoce (mais laisse apparemment largement intacte les informations à destination de la voie dorsale)
 - Le masquage laisse passer une plus grande part des informations visuelles, tant dans la voie ventrale que dans la voie dorsale
- Il existe encore d'autres formes d'invisibilité qui interviennent plus tardivement, à un niveau attentionnel
 - Masquage par substitution
 - Cécité inattentionnelle et « clignement » de l'attention

La cécité inattentionnelle (*inattentional blindness*)



Simons, D. J., & Chabris, C. F. (1999). *Perception*, 28(9), 1059-1074.

Masquage par substitution

(Di Lollo, Enns & Rensinck, *JEP: General* 2000)

Démonstration 1

+

Démonstration 2

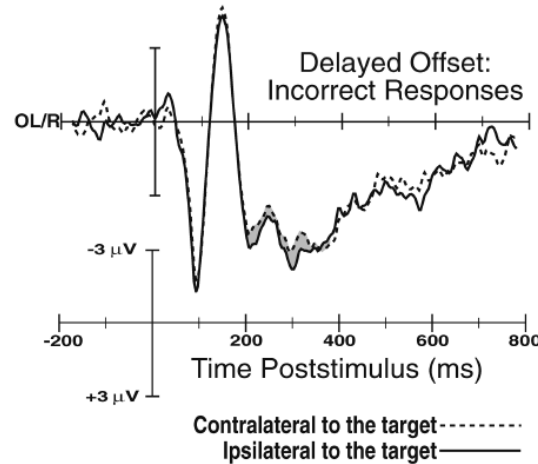
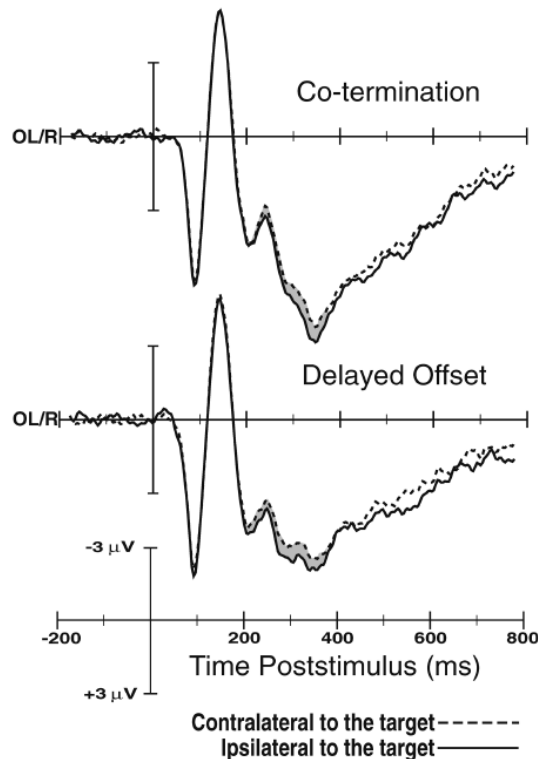
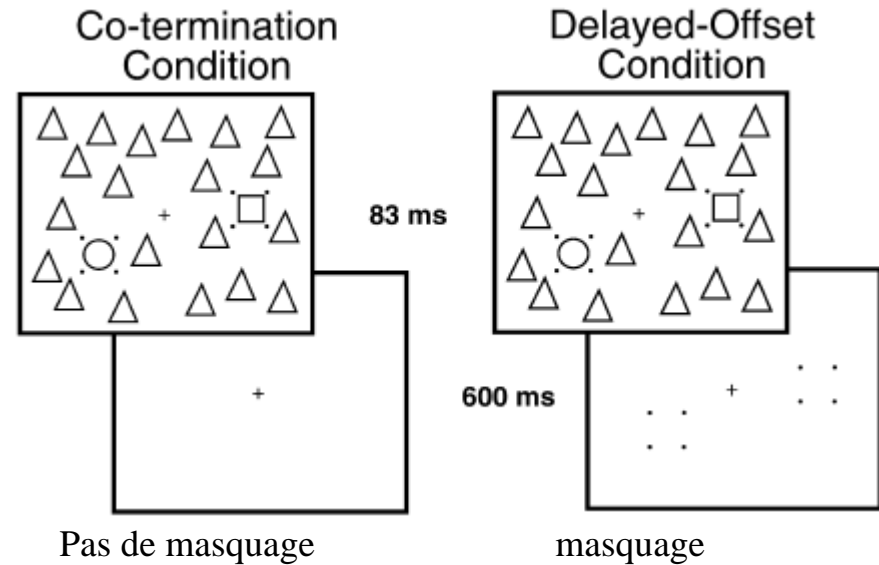
+

Masquage par substitution

(Di Lollo, Enns & Rensinck, *JEP: General* 2000)

Une nouvelle forme de masquage qui

- Nécessite un masque minimal, dont la seule propriété est de se prolonger après la cible
- Dépend de l'attention spatiale et donc du nombre de cibles



L'attention est attirée par le stimulus, mais le temps qu'elle arrive au point concerné, c'est le second percept est amplifié.

Woodman, G. F., & Luck, S. J. (2003). Dissociations among attention, perception, and awareness during object-substitution masking. *Psychol Sci*, 14(6), 605-611.

La cécité au changement

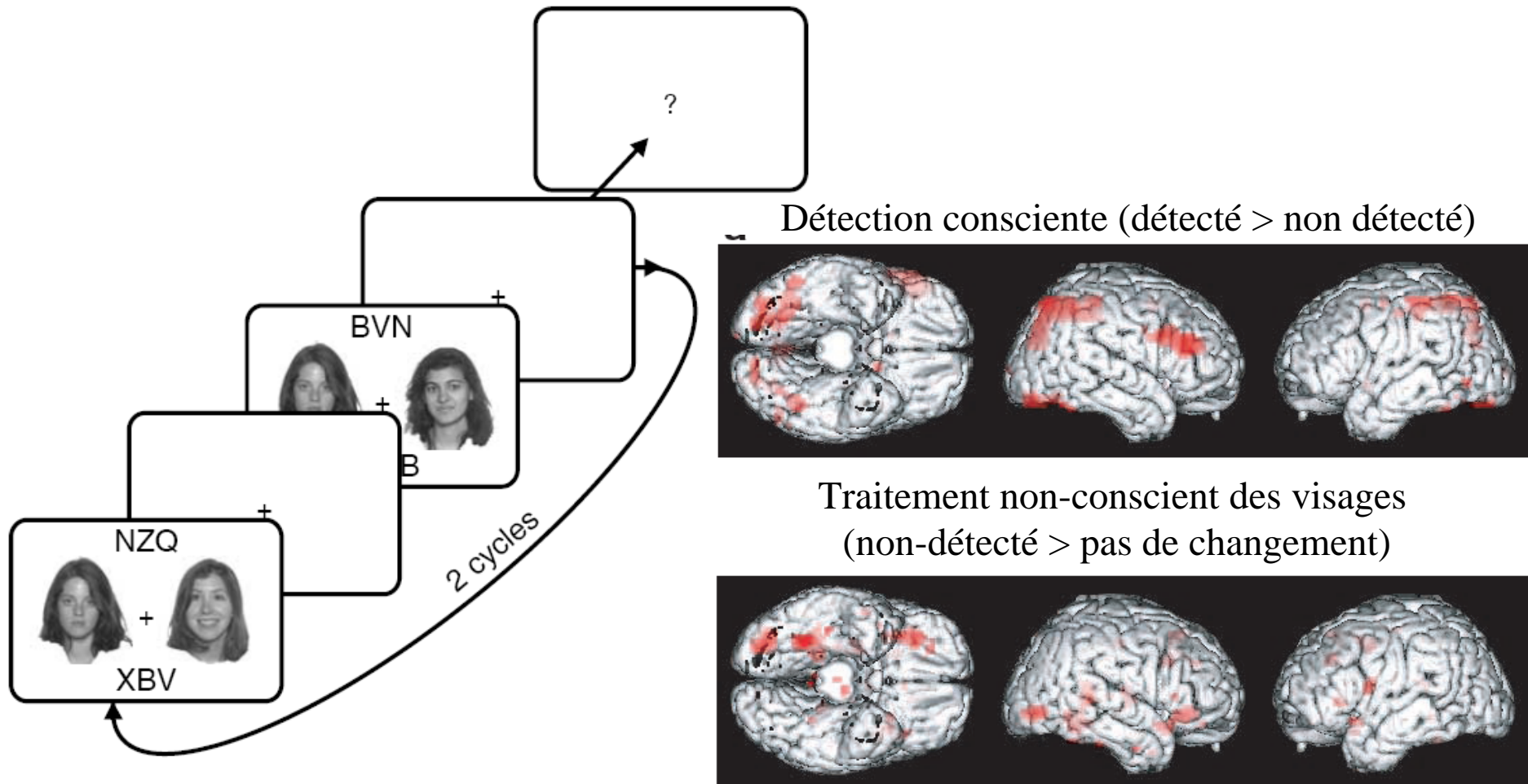
Rensink, O'Regan & Clark, Psychological Science 1997

O'Regan, Clark & Rensink, 1999



Corrélatés neuronaux du traitement des changements non-détectés

Beck, D. M., Rees, G., Frith, C. D., & Lavie, N. (2001). Neural correlates of change detection and change blindness. *Nature Neuroscience*, 4, 645-650.



La cécité inattentionnelle (*inattentional blindness* ou IB)

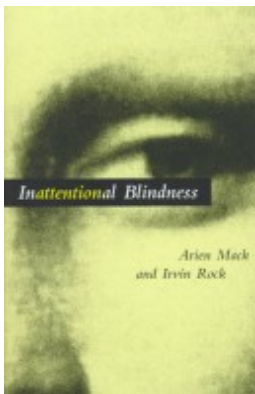
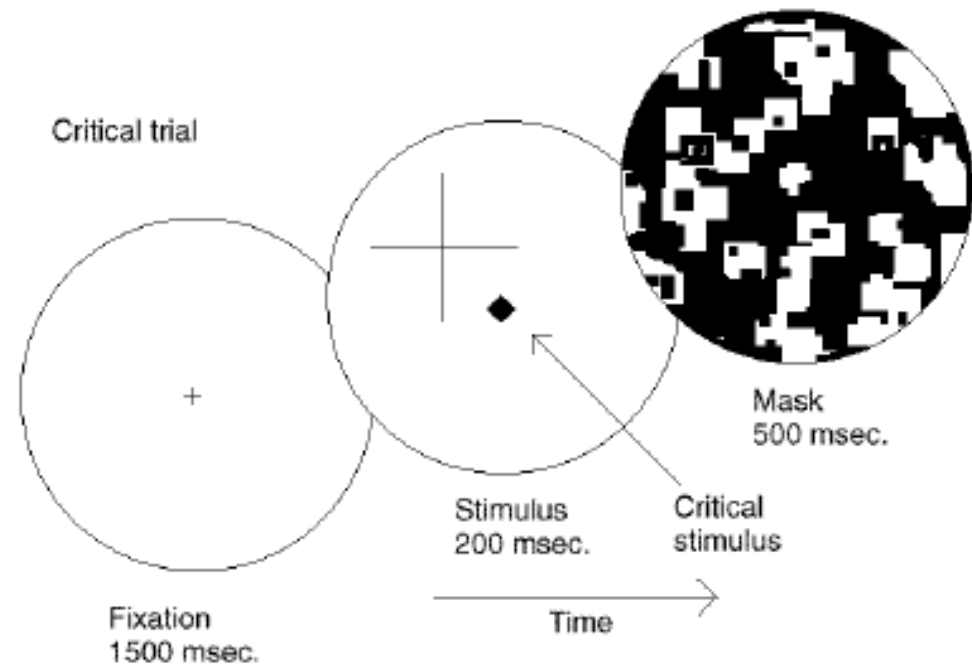
On demande aux sujets une tâche difficile en un point du champ visuel (par exemple, déterminer lequel des deux bras de la croix est le plus long).

Après deux essais « normaux », on présente un essai critique où survient, en plus de la cible, un distracteur en un autre point du champ visuel. Dans les expériences les plus surprenantes, ce distracteur est en pleine fovéa pour une longue durée (200 ms).

Les participants déclarent n'avoir rien vu!

Le stimulus invisible peut toutefois susciter un effet d'amorçage.

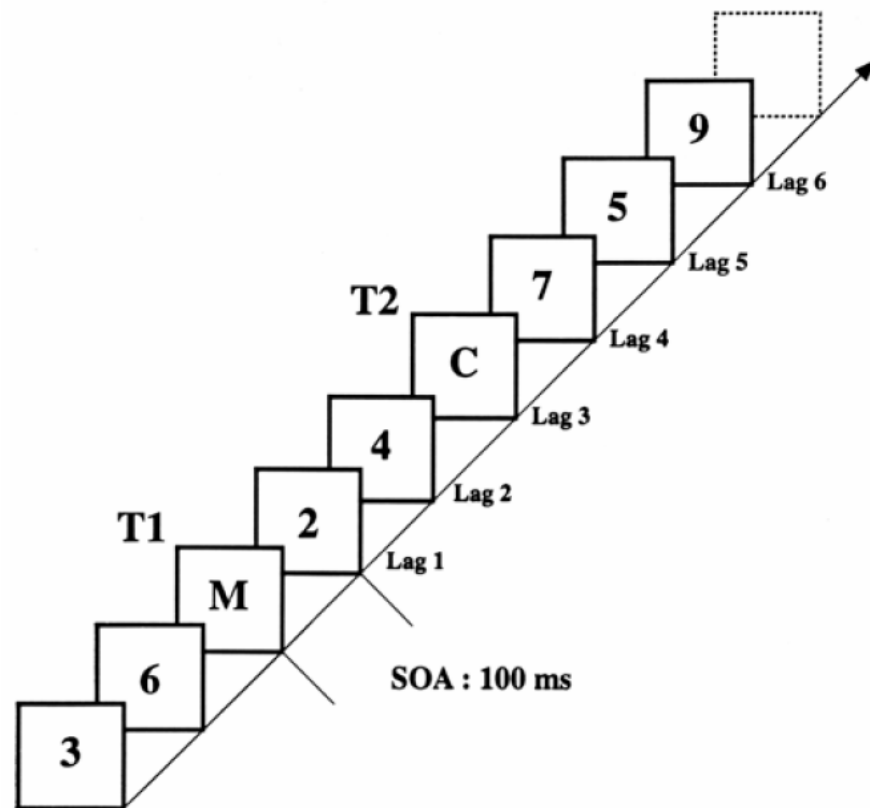
Le prénom du sujet échappe à l'IB.



Mack, A., & Rock, I. (1998). *Inattentional blindness*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

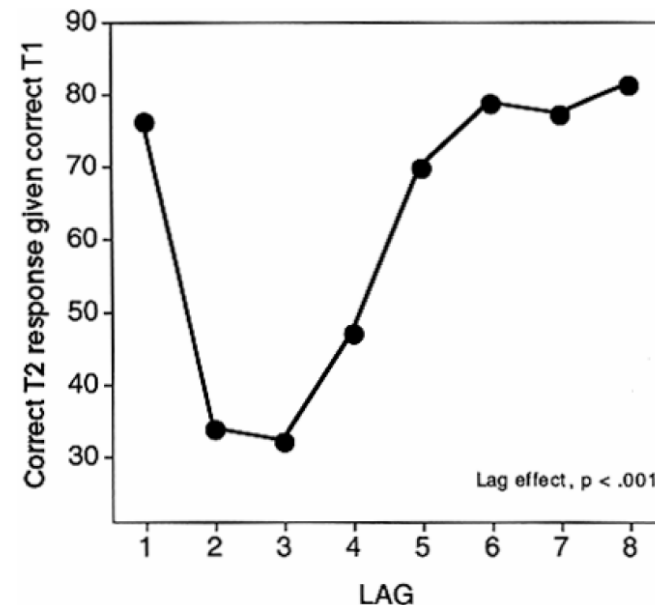
Le clignement attentionnel (*Attentional Blink* ou AB)

Lorsque l'on traite une première cible T1, on manque très souvent une seconde cible T2 qui survient dans un intervalle de quelques centaines de millisecondes.



Démonstration:

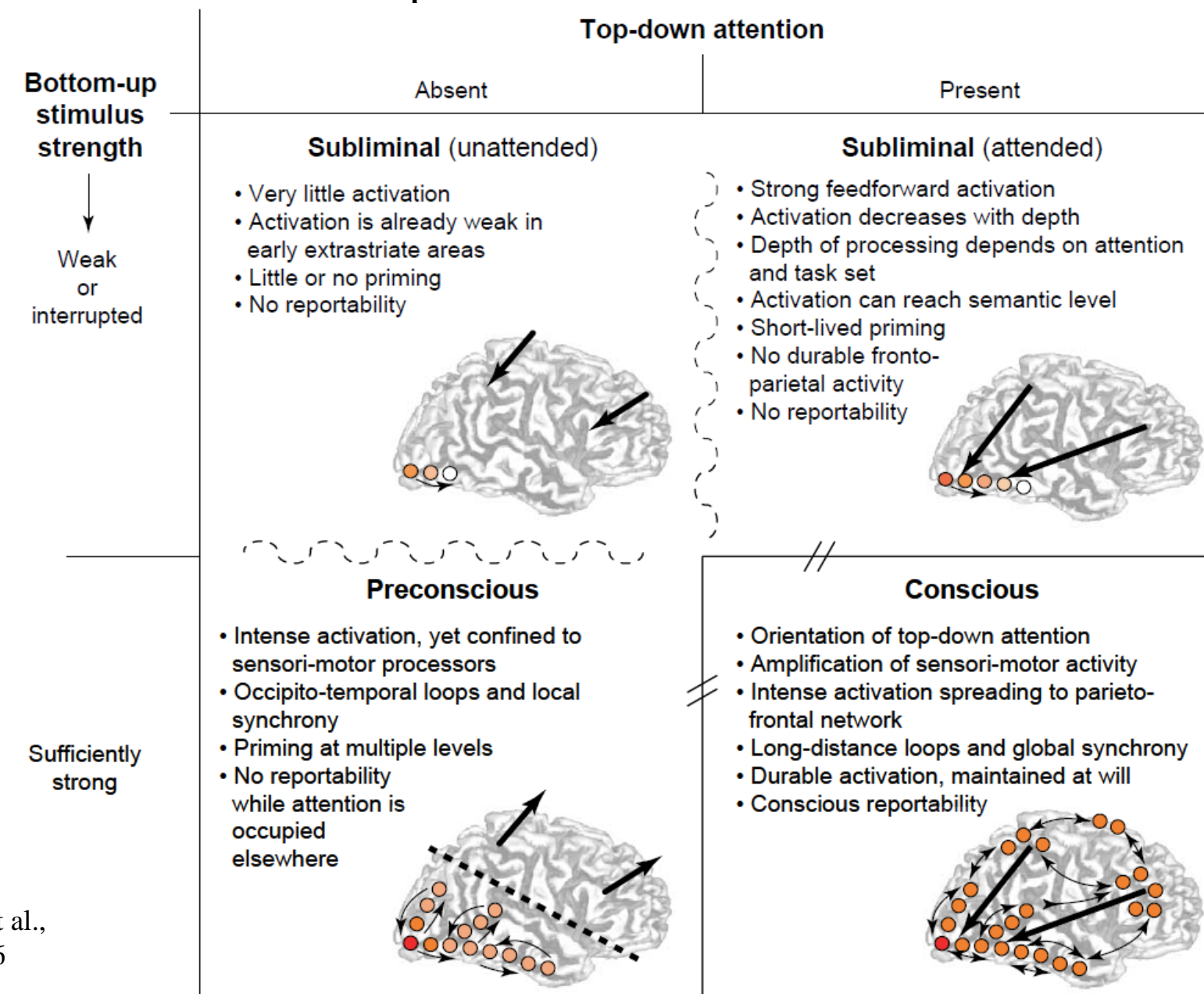
http://www.cs.kent.ac.uk/people/rpg/pc52/AB_Webscript/blink.html



Raymond, J. E., Shapiro, K. L., & Arnell, K. M. (1992). Temporary suppression of visual processing in an RSVP task: an attentional blink? *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 18(3), 849-860.

Chun, M. M., & Potter, M. C. (1995). A two-stage model for multiple target detection in rapid serial visual presentation. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 21(1), 109-127.

Toutes ces méthodes bloquent-elles la conscience au même niveau ?
 Non. Existence de multiples niveaux de traitement non-conscient.



Vers une taxonomie de processus non-conscients

Codage de l'information		Principales caractéristiques
Non-conscient	Connectivité	L'information est codée sous la forme de matrices de poids synaptiques (ex: compétence grammaticale)
	Configuration d'activité distribuée	L'information est codée par le taux de décharge de très nombreux neurones, elle n'est pas condensée dans des groupes de neurones spécialisés (ex: visages dans V1)
	Système fonctionnellement disconnecté	L'information est codée par le taux de décharge de neurones qui ne projettent pas vers le reste du cortex, et notamment du cortex préfrontal (ex: tronc cérébral)
	Traitement subliminal	L'information est confinée à une brève impulsion du taux de décharge des neurones (ex: masquage)
	Traitement préconscient	L'information est codée dans le taux de décharge de réseaux neuronaux locaux, mais l'attention exécutive est distraite vers une autre tâche (ex: <i>attentional blink</i>)
Traitement conscient		L'information est codée "explicitement" par le taux de décharge de neurones qui entrent en réverbération durable avec un espace de travail global, impliquant notamment le cortex préfrontal

Dehaene, S., Changeux, J. P., Naccache, L., Sackur, J., & Sergent, C. (2006). Conscious, preconscious, and subliminal processing: a testable taxonomy. *Trends Cogn Sci*, 10(5), 204-211.

L'inconscient cognitif et la profondeur des opérations subliminales

Stanislas Dehaene
Chaire de Psychologie Cognitive Expérimentale

Cours

Comment vérifier l'absence de conscience?

Un bref historique des tentatives de démonstration qu'un traitement s'effectue bien sans conscience

(revues: Merikle, *Consciousness and Cognition*, 1998; Merikle, *Cognition*, 2001)

1. Mesures subjectives de la conscience

- Le sujet décrit verbalement son incapacité à percevoir les stimuli

2. Mesures objectives

- Distinction entre une tâche directe (effectuée sur le stimulus invisible) et une tâche indirecte (qui évalue l'effet du stimulus invisible sur un autre stimulus clairement visible)

3. Lien entre ces deux mesures, et critiques méthodologiques

4. La méthode de dissociation

Démontrer que les performances sont qualitativement différentes lorsque le sujet dit avoir ou ne pas avoir conscience du stimulus

- Capacité de développer des stratégies sophistiquées, par exemple d'utiliser l'amorce pour prédire la cible
- Capacité d'inhiber ou d'exclure l'amorce (Méthode d'inclusion/exclusion de Jacoby)
- Métacognition: Capacité de parier sur ses propres performances (Persaud)

L'expérience princeps de C.S Peirce et J. Jastrow (1884)

- Deux participants (les auteurs) passent plusieurs milliers d'essais dans une tâche de comparaison de poids.
- A chaque essai, outre la réponse « à choix forcé », on recueille le degré de confiance en cette réponse
- Les résultats montrent que
 - La performance objective varie de façon continue avec le rapport des deux poids comparés. Il n'existe donc pas de seuil
 - Cette performance est toujours bien meilleure que le hasard, même lorsque le sujet rapporte une absence totale de confiance (catégorie 0 = *absence of any preference for one answer over its opposite, so that it seemed non-sensical to answer at all*).

Première série d'expériences avec des stimuli relativement faciles à discriminer

Ratio of weights.	Mark 0.	Mark 1.	Mark 2.	Mark 3.
1. 015.....	110 right 66 wrong	51 right 17 wrong	3 right 2 wrong	1 right 0 wrong
1. 030.....	106 right 35 wrong	72 right 11 wrong	23 right 1 wrong	2 right 0 wrong
1. 060.....	86 right 8 wrong	75 right 1 wrong	54 right 2 wrong	24 right 0 wrong

Deuxième série avec des stimuli très difficiles à discriminer

Ratio of weights.	Mark 0.	Mark 1.
1. 005.....	294 right 203 wrong	2 right 1 wrong
1. 010.....	366 right 192 wrong	32 right 30 wrong
1. 020.....	395 right 131 wrong	68 right 6 wrong

Conclusion: [there are] *sensations so faint that we are not fairly aware of them. (...) Such faint sensations ought to be fully studied by the psychologist and assiduously cultivated by every man.*

Les expériences de Sidis (1898)

Sidis, B. (1898). The Psychology of Suggestion. New York, D. Appleton and Company.

- Présentations de cartes portant un chiffre ou une lettre
- « The subject was placed at such a distance from the card that the character was far out of his range of vision. He saw but a dim, blurred spot or dot » ... « the subjects often complained that they could not see anything at all; that even the black, blurred, dim spot often disappeared from their field of vision »
- Les résultats montrent que le sujet parvient pourtant à nommer le stimulus avec un taux de réussite bien supérieur au niveau du hasard.
- Cependant, le rapport subjectif est-il suffisant?
 - Le sujet peut appliquer un seuil trop exigeant à ses réponses subjectives
 - Il se peut également qu'il se laisse influencer par les attentes de l'expérimentateur
 - « Statements indicating an absence of relevant conscious experiences may simply reflect an individual's preconceived ideas concerning the value of particular types of perceptual experiences for making decisions » (Merikle, 1998)

La recherche de méthodes « objectives » de mesure de la (non-)conscience des stimuli

- Double objectif:
 - Prouver que dans une tâche « directe » (effectuée sur le stimulus supposé invisible), les performances sont au niveau du hasard.
 - Alors que dans une tâche « indirecte » (qui évalue l'effet du stimulus invisible sur un autre stimulus clairement visible), on observe un effet significatif du stimulus invisible.

La recherche de méthodes « objectives » de mesure de la (non-)conscience des stimuli

- Exemple: L'expérience de préférence inconsciente de Kunst-Wilson et Zajonc (*Science*, 1980)
 - Présentation de 10 formes sans signification à bas contraste et pendant 1 milliseconde
 - Ensuite deux jugements:
 - Jugement de reconnaissance (tâche directe): lorsqu'ils doivent juger laquelle de deux formes a déjà été présentée, les sujets obtiennent 48% de réussite (niveau du hasard)
 - Jugement de préférence (tâche indirecte): lorsqu'ils doivent juger laquelle de deux formes ils préfèrent, les sujets choisissent la forme déjà présentée dans 60% des essais
 - Conclusion: la familiarité (même non-consciente) induit une préférence
- Problèmes:
 - La mesure directe « objective » vient bien après la présentation des formes → Possibilité d'une conscience partielle, transiente, ou d'un oubli des stimuli. Il est très difficile de trouver une mesure *exhaustive* du degré de conscience des stimuli (Reingold & Merikle, 1990)
 - La mesure « objective » est une tentative de démonstration de l'hypothèse nulle → nombre d'essais suffisants? Motivation suffisante des sujets?

La recherche de méthodes « objectives » de mesure de la (non-)conscience des stimuli

- Autre exemple: L'expérience 3 de Marcel (*Cognitive Psychology*, 1983; variante de la célèbre tâche de Stroop)
 - Présentation brève ou longue d'un mot amorce (nom de couleur), suivie d'un masque et d'un rectangle de couleur (congruent ou non avec le mot)
 - Le sujet appuie sur l'un de quatre boutons en fonction de la couleur du rectangle
 - Durée de présentation ajustée pour chaque sujet
 - 5 ms en dessous de la valeur qui ne permet pas au sujet de faire mieux que 60% de réussite dans un jugement de présence/absence du mot amorce).
 - Durée finale variant entre 30 et 80 ms.
 - Les sujets disent ne pas voir les mots
 - Pourtant le temps de réponse au rectangle de couleur est accéléré lors des essais congruents (-22 ms) et ralenti lors des essais incongruents (+24 ms)

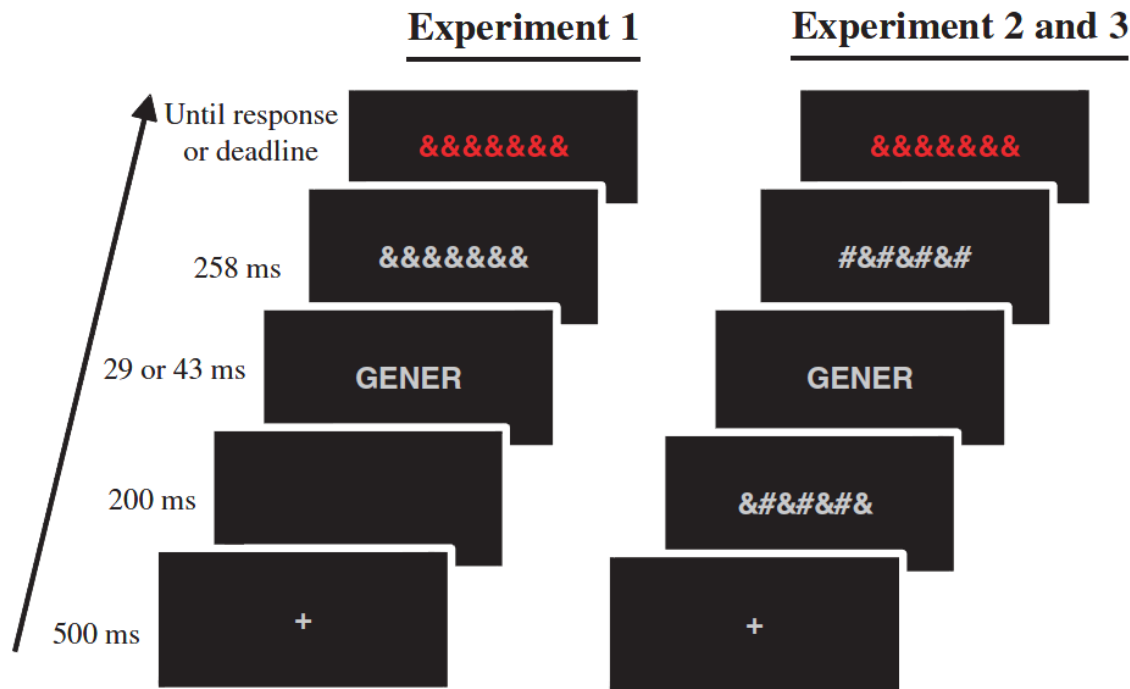
Critiques de Holender (1986)

- La mesure objective n'est pas faite avec suffisamment de rigueur
 - Souvent le seuil est mesuré avant l'expérience. L'entraînement peut modifier la visibilité
 - L'état d'adaptation de la vision à l'obscurité n'est pas contrôlé
 - Les stimuli ne sont pas rigoureusement identiques
 - Trop peu d'essais ne permettent pas d'avoir une puissance statistique suffisante pour affirmer que les performances objectives ne dévient pas du niveau du hasard.
 - Très souvent les performances dévient un peu du hasard. Une perception consciente, partielle ou totale, lors de quelques essais, pourrait expliquer les résultats.

La critique de Kouider et Dupoux :

Une conscience partielle des stimuli

Kouider, S., & Dupoux, E. (2004). Partial awareness creates the "illusion" of subliminal semantic priming. *Psychol Sci*, 15(2), 75-81.



- Tâche indirecte = classification de la couleur du stimulus finale (main gauche = vert, droite = rouge)
- Particularité: le mot amorce est parfois composé d'un mot de couleur dont les lettres sont mélangées
- Deux tâches directes
 1. L'amorce est-elle faite de lettres ou de pseudo-lettres?
 2. L'amorce est-elle un vrai mot ou un pseudo-mot?
- Certains sujets sont informés de la présence de mots (mais pas des pseudo-mots).

Résultats de Kouider et Dupoux

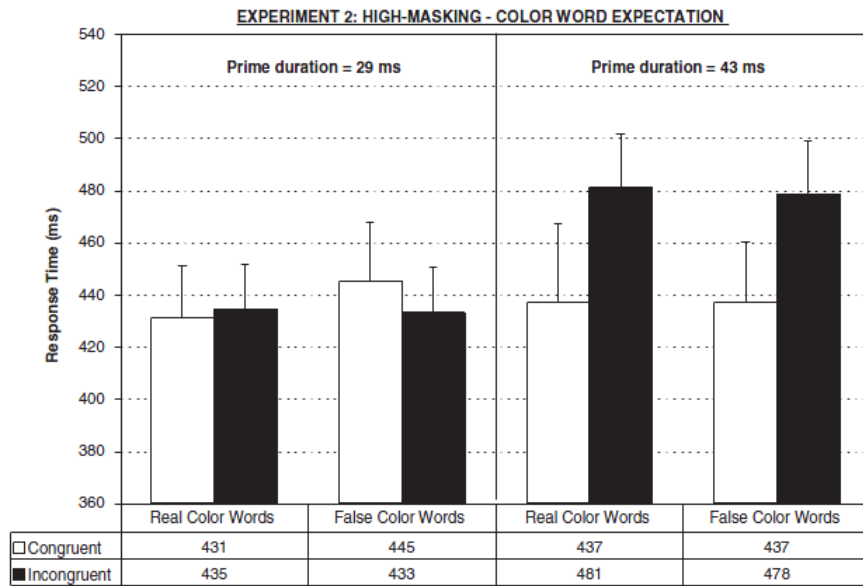
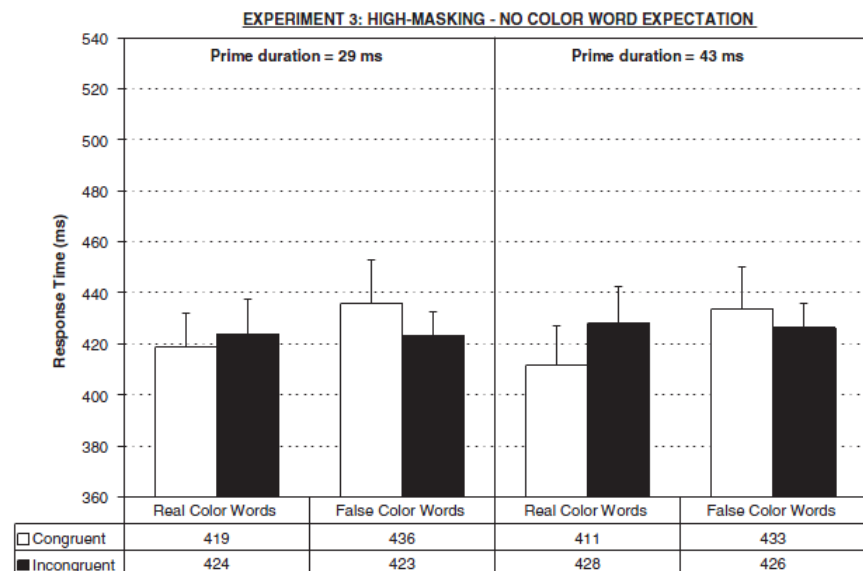


Fig. 3. Stroop priming effects in Experiment 2 as a function of prime duration (29 or 43 ms) and prime lexicity (real or pseudo color words). Error bars correspond to 1 SE.



-Seuls les sujets informés de la présence des mots montrent un effet d'amorçage significatif – que le mot soit bien écrit (VERT) ou pas (VRET)

- L'effet n'est présent qu'à une durée de présentation de 43 ms

- A cette durée, les sujets ne parviennent pas à faire la tâche de décision lexicale ($d'=0.02$), mais parviennent à dire si l'amorce comprend des lettres ou des pseudo-lettres ($d'=1.44$).

- Les sujets disent avoir parfois vu de vrais mots (VERT), jamais des pseudo-mots.

Conclusion: L'amorçage ne serait pas du tout subliminal, mais correspondrait à une *conscience partielle* des lettres du mot amorce – qui doit être mesurée de façon spécifique.

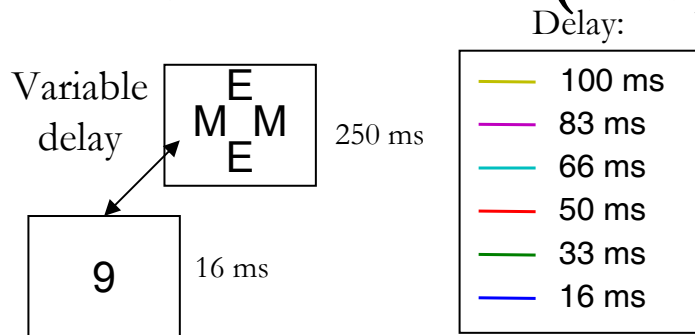
Note: il existe toutefois des expériences qui remplissent les critères de Kouider et Dupoux.

Doit-on vraiment privilégier
une approche « objective » de la conscience?
N'est-ce pas une contradiction dans les termes?

- Difficultés associées à l'utilisation d'un seuil objectif:
 - Il arrive que les sujets affirment ne rien voir, alors que leurs performances objectives dévient du niveau du hasard. Qui croire?!
 - Décider si quelles sont les « bonnes » tâches objectives – celles qui reflètent bien la conscience du sujet, et non pas un traitement non-conscient, nécessiterait d'avoir une théorie de la conscience...
 - Il arrive que les sujets affirment n'avoir rien vu dans l'expérience principale, mais disent voir (en partie) l'amorce dans la tâche objective.
 - De fait, la tâche objective change totalement l'attention des sujets. Le critère objectif pourrait donc être trop difficile à atteindre
- Illustration à l'aide de résultats récents obtenus par Antoine Del Cul au laboratoire

Que devrait-on appeler « seuil de conscience »?

Expérience de masquage de Delcul et al (2007)



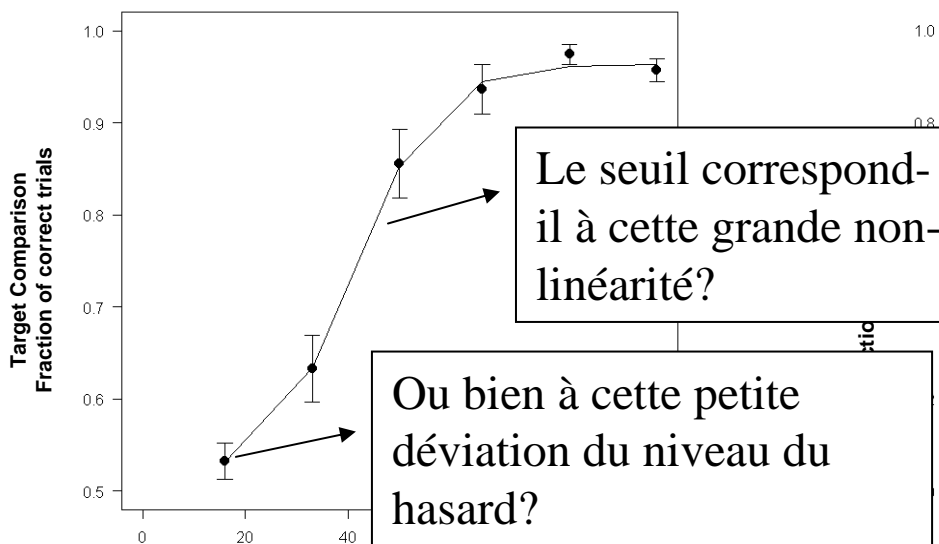
Tâche objective:
Comparer avec 5

puis

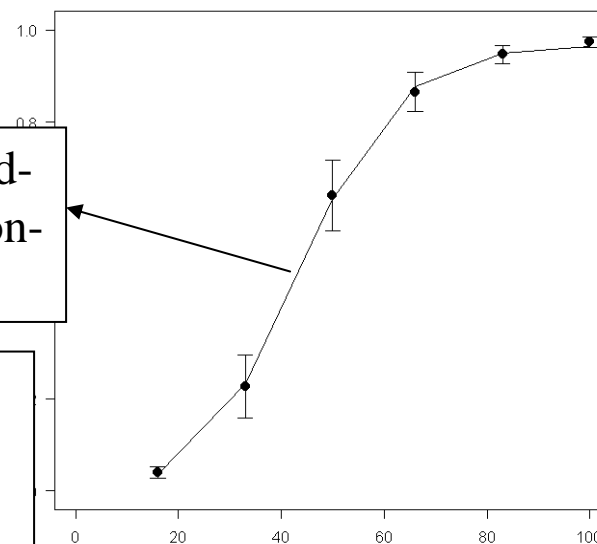
Tâche subjective:
jugement de visibilité



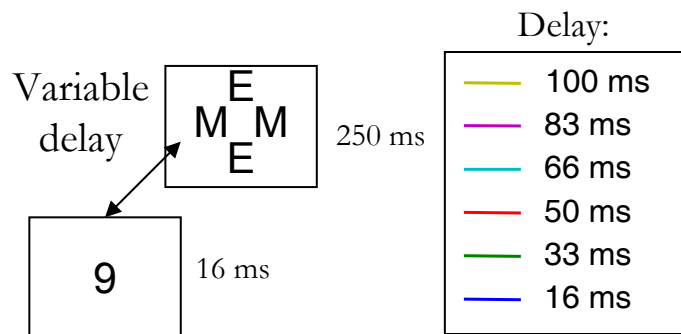
Performance objective



Visibilité subjective



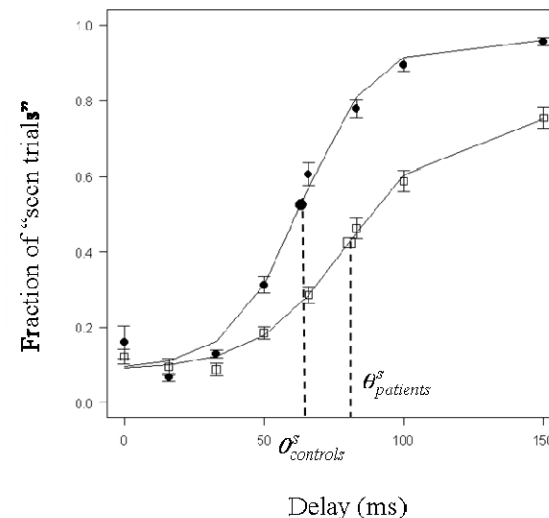
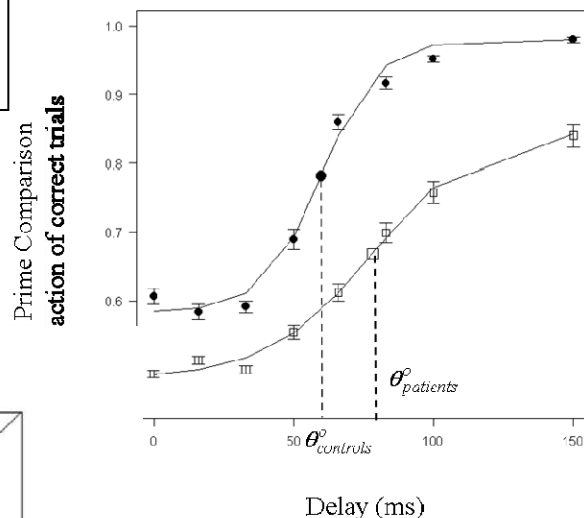
Que devrait-on appeler « seuil de conscience »?



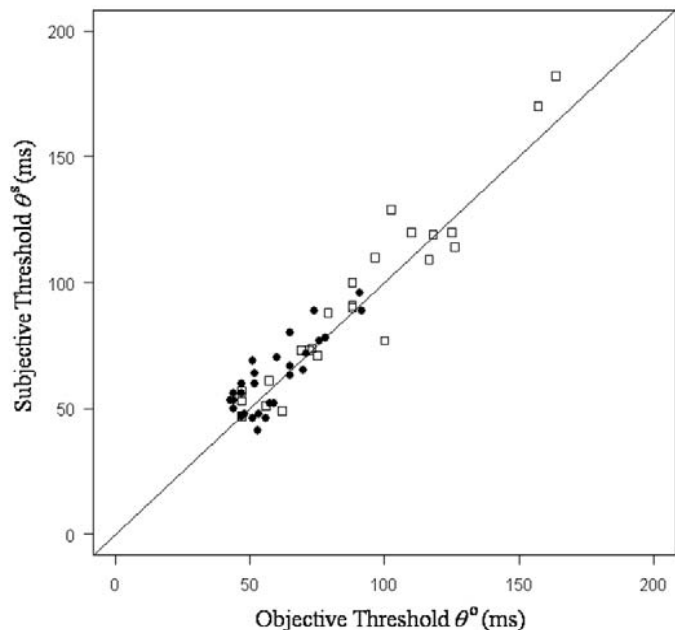
Données de: Del Cul, A., Dehaene, S., & Leboyer, M. (2006). Preserved subliminal processing and impaired conscious access in schizophrenia. *Arch Gen Psychiatry*, 63(12), 1313-1323.

a) Objective performance

b) Subjective rating



Corrélation seuil objectif – seuil subjectif



- La grande non-linéarité est bien définie et correspond à une transition majeure dans le traitement objectif et subjectif des stimuli. C'est le seuil d'accès à la conscience – mais ce seuil est stochastique

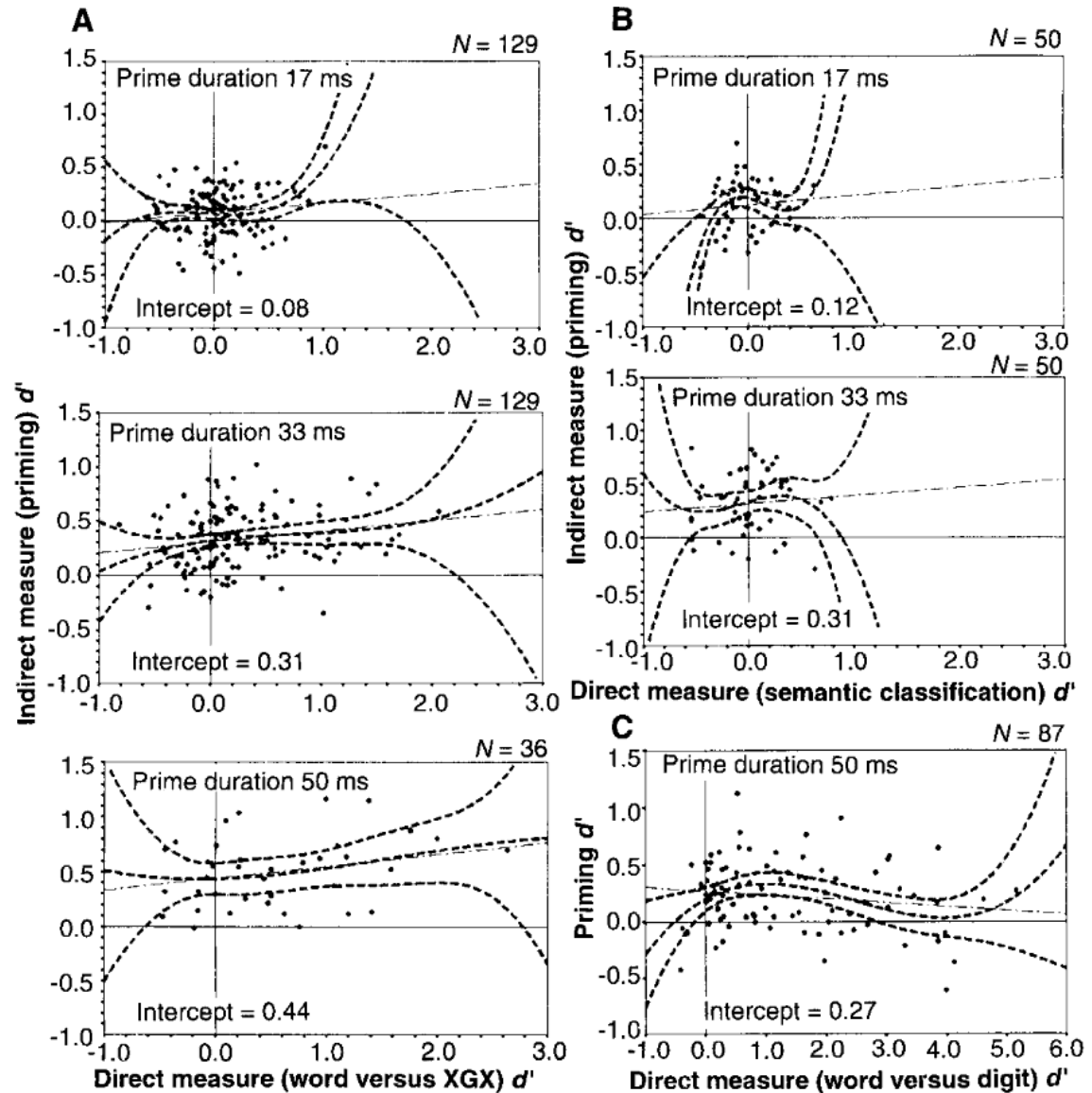
- Au contraire, le point de déviation des performances objectives par rapport au niveau du hasard est mal défini sur le plan statistique... et peut ne pas exister du tout!

L'argument de Greenwald: La méthode de régression

Greenwald, A. G., Draine, S. C., & Abrams, R. L. (1996). Three cognitive markers of unconscious semantic activation. *Science*, 273(5282), 1699-1702.

Idée= Même quand les performances objectives dépassent le niveau du hasard, une régression permet de montrer que cet effet n'est pas responsable de l'effet d'amorçage sur la tâche indirecte.

Principe = effectuer une régression, à travers les sujets, de la taille de l'effet indirect (amorçage) par la taille de la mesure objective. L'ordonnée à l'origine mesure l'effet d'amorçage « à perception nulle »



Recommandations contemporaines

- Deux cas de figure fréquemment adoptés:
 1. Mesure objective de non-conscience: se placer dans une situation telle que la mesure directe est au niveau du hasard
 - Avec de nombreux essais
 - Des stimuli *rigoureusement* identiques à ceux de la tâche indirecte
 - Sur une tâche qui mesure le même contenu de conscience que la tâche indirecte (éviter la conscience partielle)
 - Mesure objective obtenue à la fin de l'expérience principale
 - d' nul, ou méthode de Greenwald pour vérifier que les quelques sujet avec d' positif ne sont pas responsables des effets significatifs.
 2. Primauté du subjectif: Obtenir une mesure subjective à *chaque essai*, en plus de la mesure indirecte
 - Cette méthode présente l'intérêt de pouvoir se placer à un seuil de perception relativement élevé – par exemple en un point où la moitié des essais sont vus (expérience à stimulus constant).
 - Mais elle demande de faire confiance au rapport subjectif du sujet
 - Elle peut être complétée par la méthode de dissociation.