

L'inconscient cognitif et la profondeur des opérations subliminales

Stanislas Dehaene
Chaire de Psychologie Cognitive Expérimentale

Cours

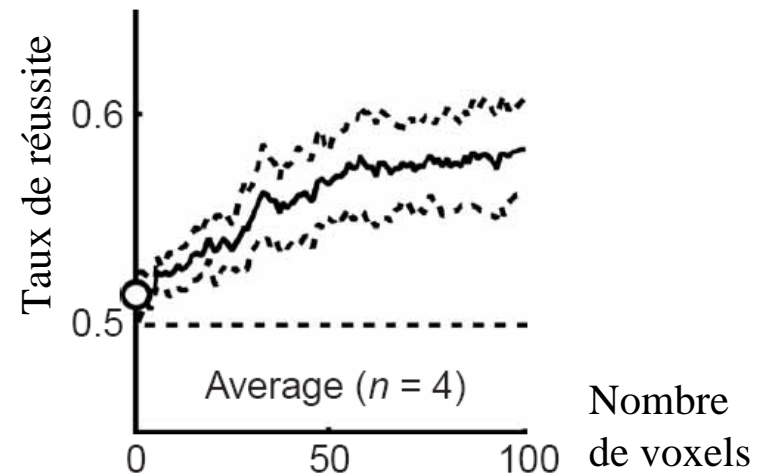
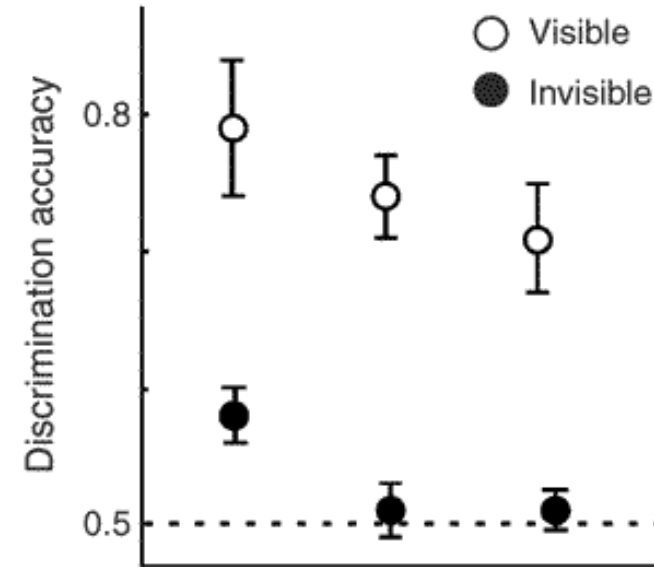
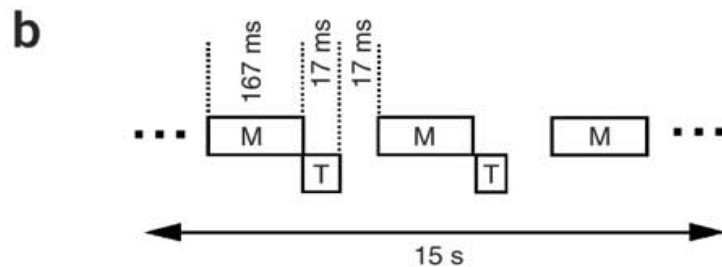
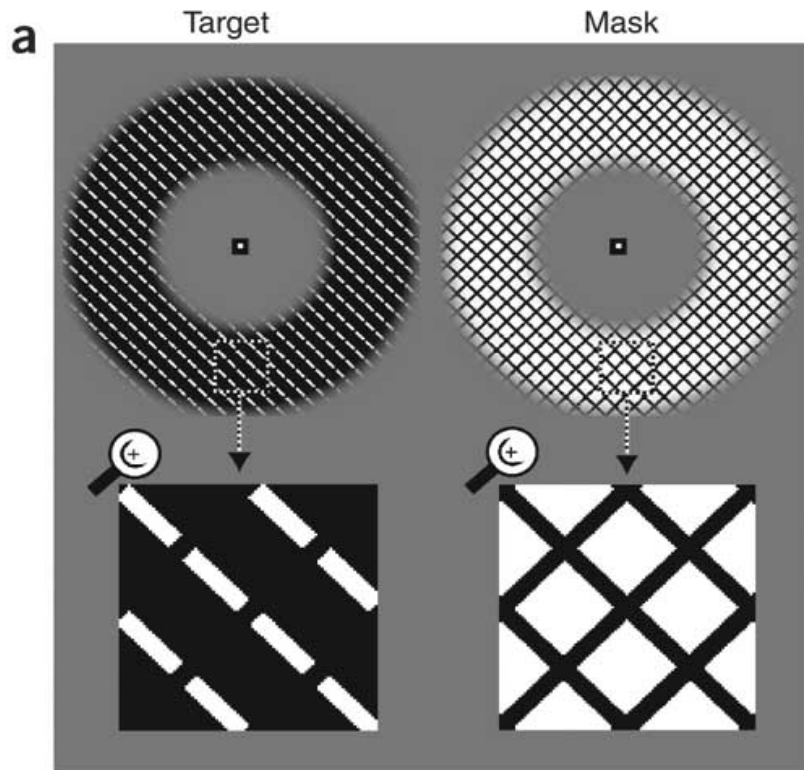
**Un stimulus subliminal peut-il être traité
au niveau sémantique ?**

La question classique de la profondeur des opérations subliminales

- Jusqu'où va le traitement d'un stimulus masqué?
- Existe-t-il une limite précise aux opérations subliminales?
 - Le traitement subliminal est-il confiné à des **circuits sous-corticaux** spécialisés dans le traitement automatique et « stupide » d'attributs élémentaires?
 - Exemple: l'amygdale cérébrale et les visages exprimant la peur
 - Est-il limité aux **aires sensorielles** primaires ou précoces?
 - Est-il limité à la **voie dorsale occipito-pariétale** (Goodale et collaborateurs)?
 - Atteint-il une représentation visuelle **invariante** pour le point de vue ou la forme exacte du stimulus?
 - Un stimulus **symbolique** et **culturel** tel qu'un mot peut-il être reconnu sans conscience?
 - Le traitement subliminal atteint-il un niveau **sémantique**?

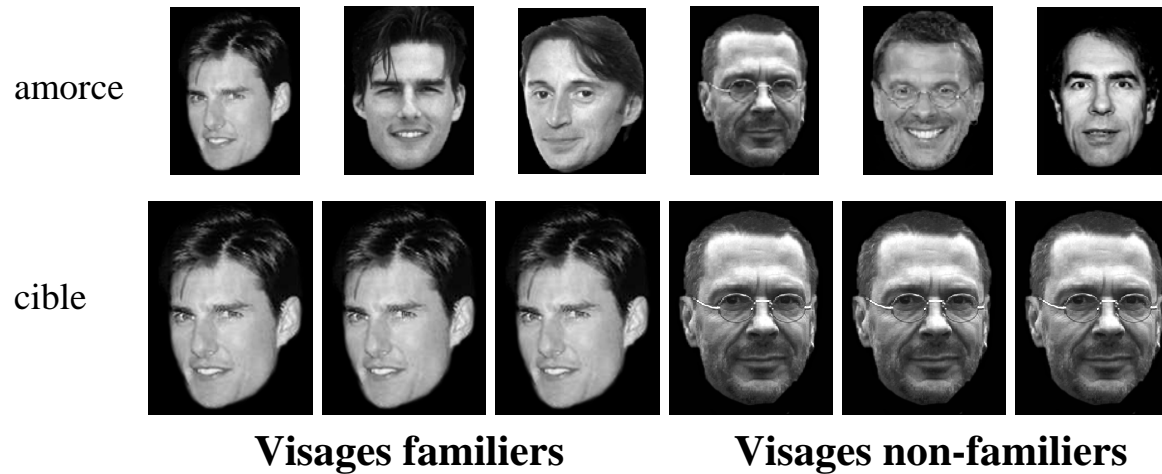
Dans l'aire visuelle primaire:

La réponse à des stimuli subliminaux est facile à mesurer.
L'IRMf permet même de décoder l'orientation de stimuli invisibles



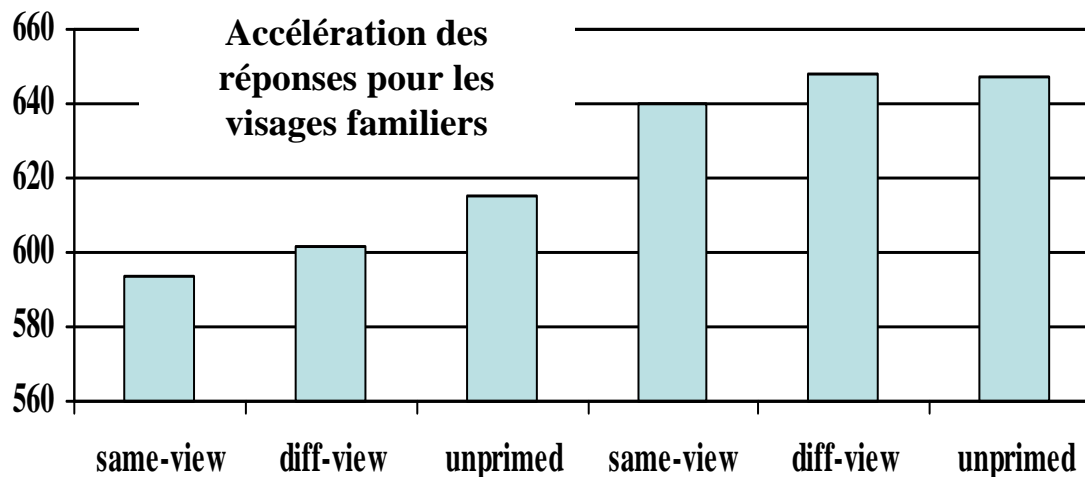
Haynes, J. D., & Rees, G. (2005). Predicting the orientation of invisible stimuli from activity in human primary visual cortex. *Nat Neurosci*, 8(5), 686-691.

Les visages masqués sont traités dans le cortex fusiforme.

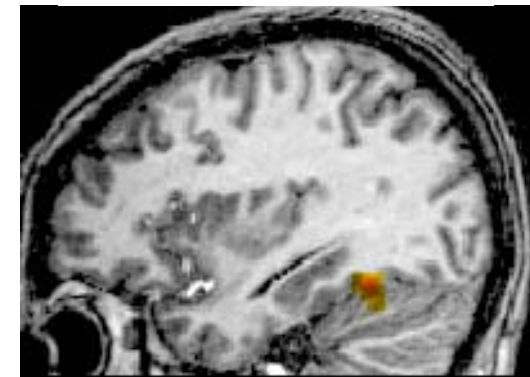


Tâche = jugement de familiarité

Temps de réponse



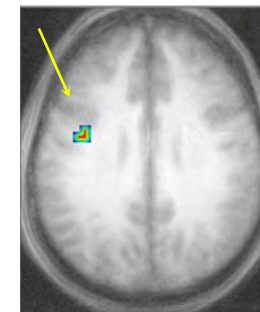
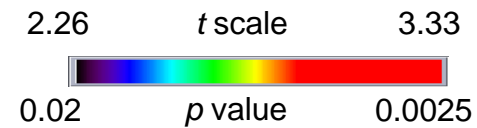
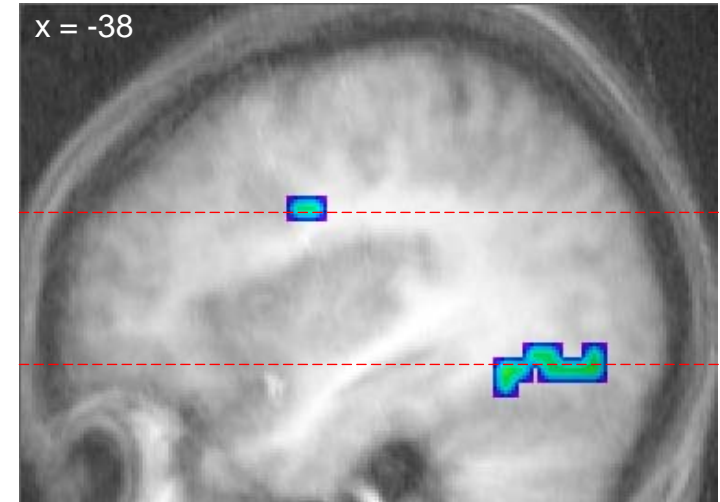
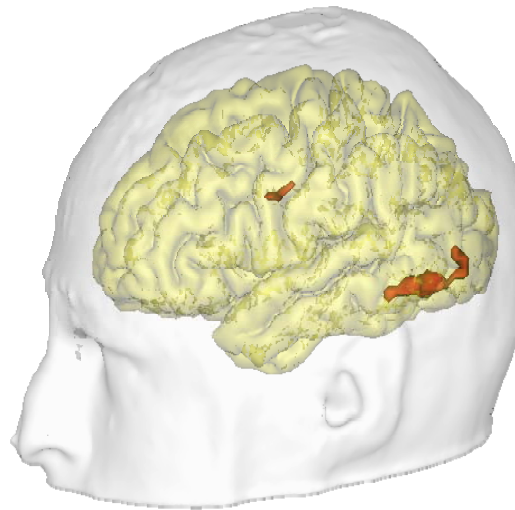
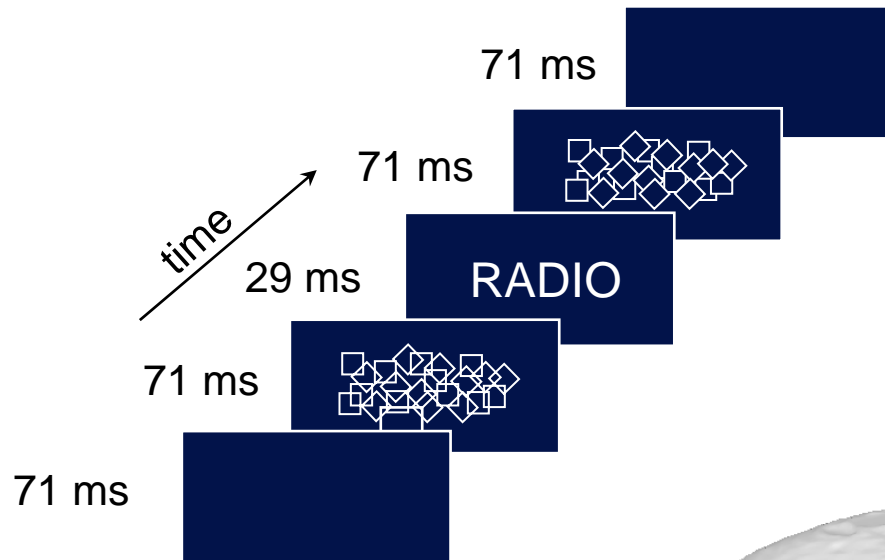
Effet de suppression du signal d'IRMf dans la région fusiforme gauche lors de la répétition



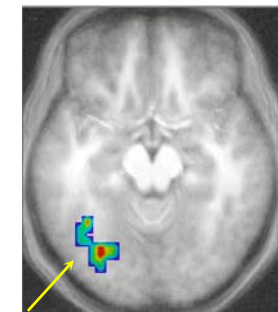
Henson, R. N., Mouchlianitis, E., Matthews, W. J., & Kouider, S. (2008). Electrophysiological correlates of masked face priming. *Neuroimage*, 40(2), 884-895.

Kouider, S., Eger, E., Dolan, R., & Henson, R. N. (2008). Activity in Face-Responsive Brain Regions is Modulated by Invisible, Attended Faces: Evidence from Masked Priming. *Cereb Cortex*.

L'activation évoquée par des mots invisibles s'étend à une région fusiforme, l'aire de la **forme visuelle des mots**.

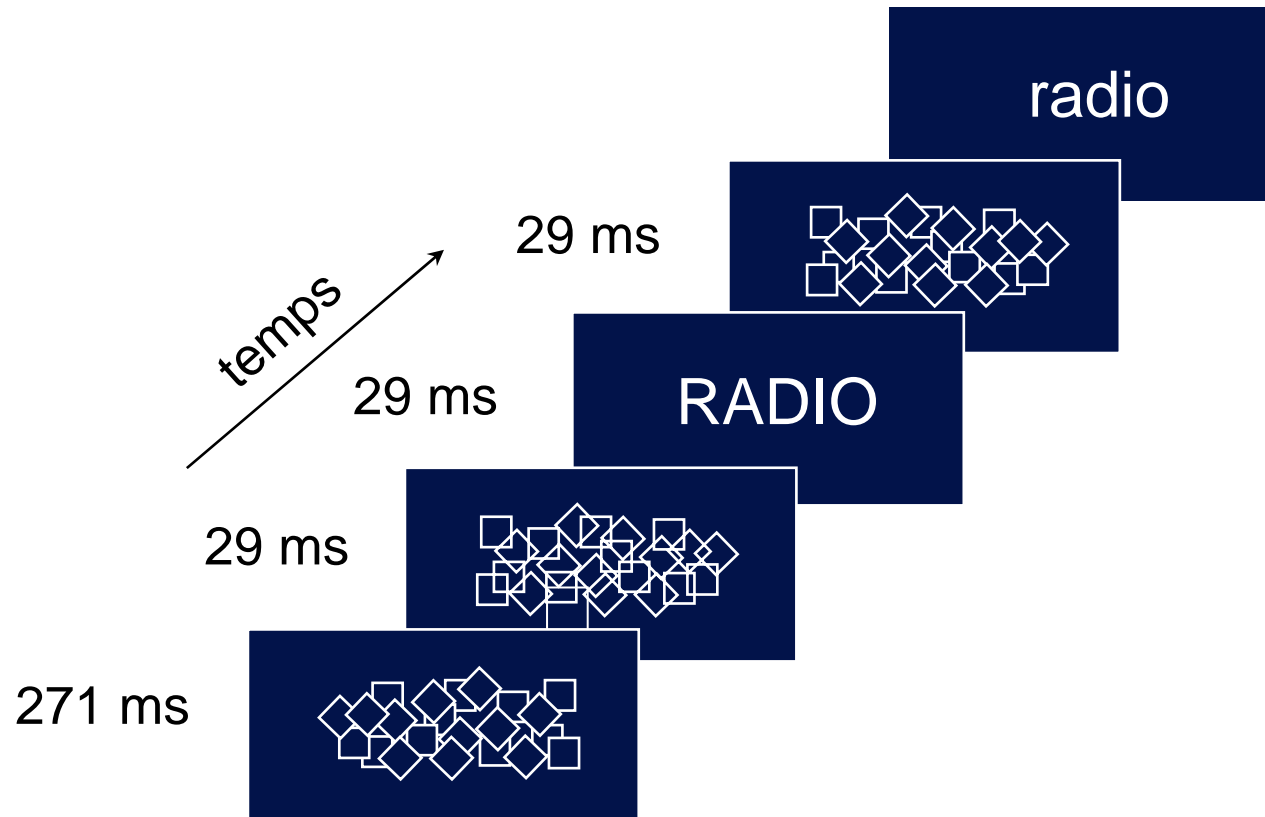


$z = 29$

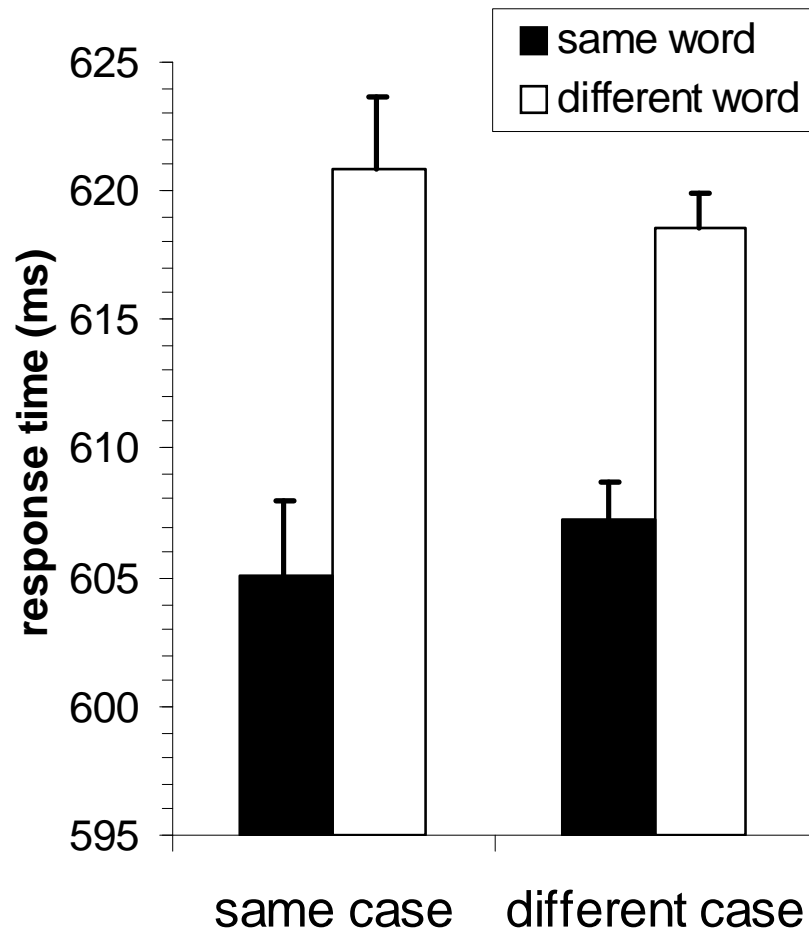


$z = -17$

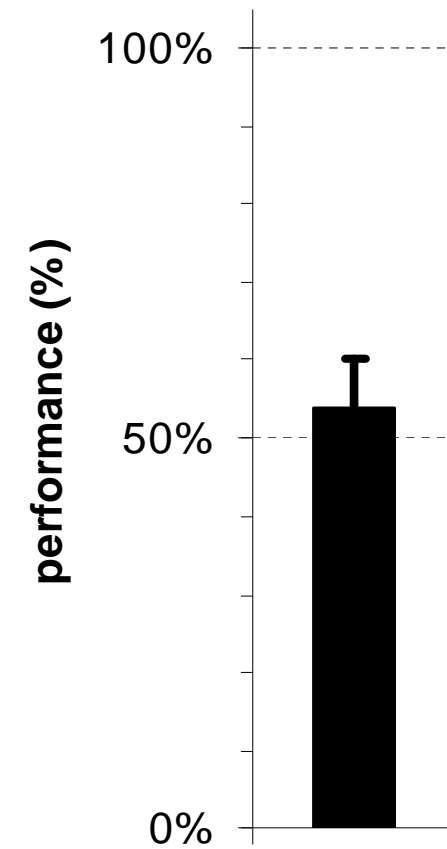
La méthode d' amorçage subliminal démontre que les mots subliminaux atteignent un niveau de représentation visuelle invariante.

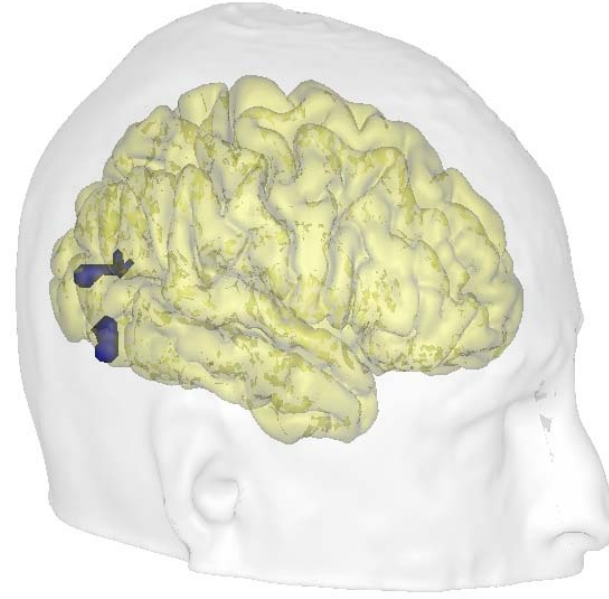
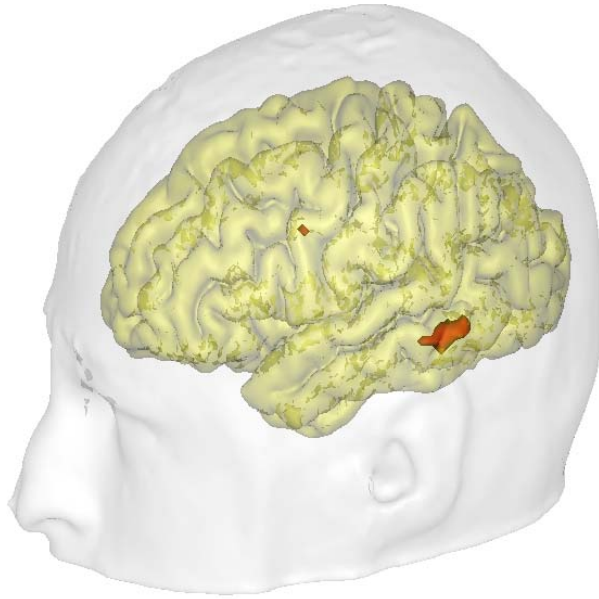


Effet d'amorçage inconscient indépendant de la casse

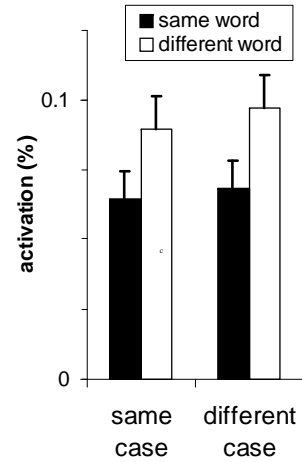
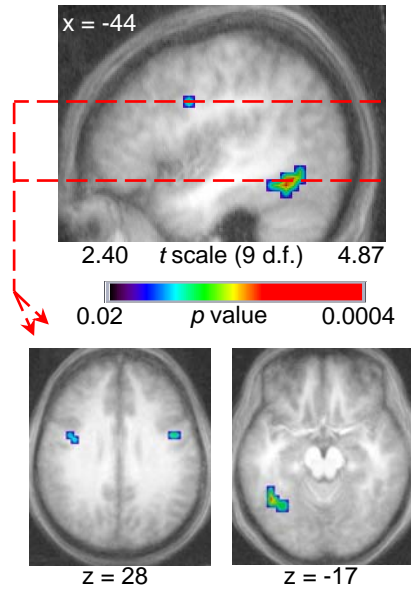


La reconnaissance consciente des mots masqués est impossible



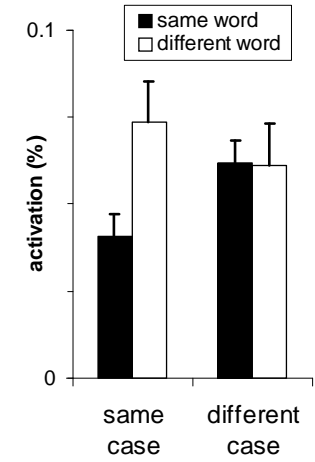
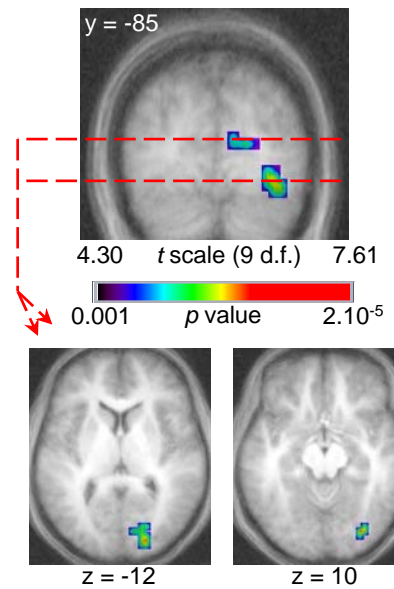


Amorçage indépendant de de la casse



left fusiform
(-44, -52, -20)

Effet de répétition physique



right extrastriate
(32, -80, -16)

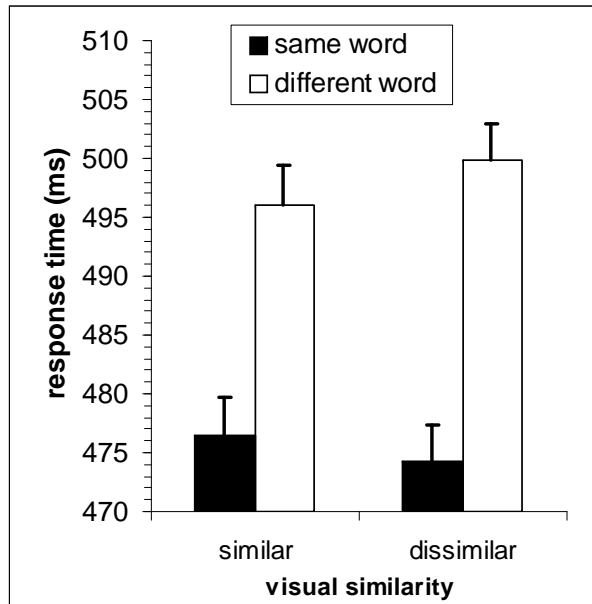
L'amorçage subliminal implique des représentations culturelles, apprises et arbitraires.

Il ne dépend pas de la similarité visuelle entre les lettres minuscules et majuscules.

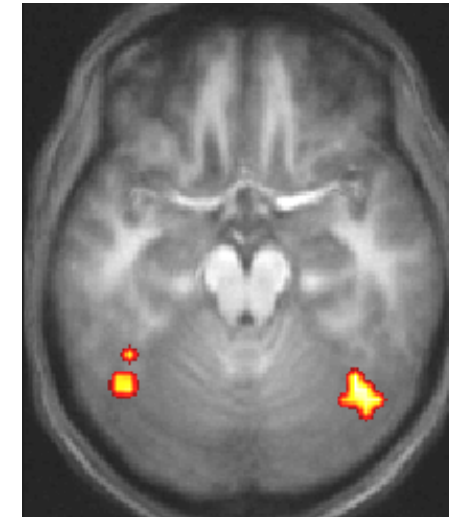
	Formes similaires (Cc, Ff, Kk, Oo, Pp, Uu, Vv)	Formes arbitraires (Aa, Ee, Gg, Rr, Tt)
Même mot	COUP-coup	RAGE-rage
Mots différents	COUP-rage	RAGE-coup

Effet d'amorçage indépendant de la similarité visuelle

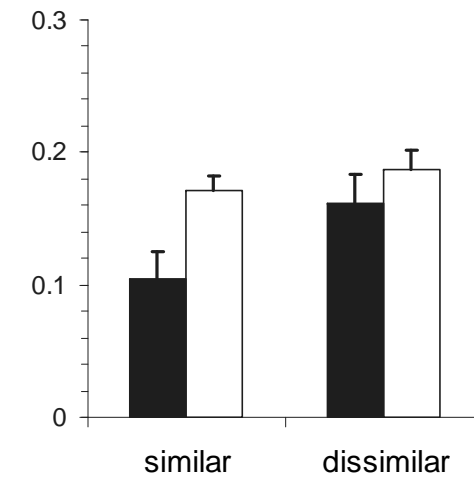
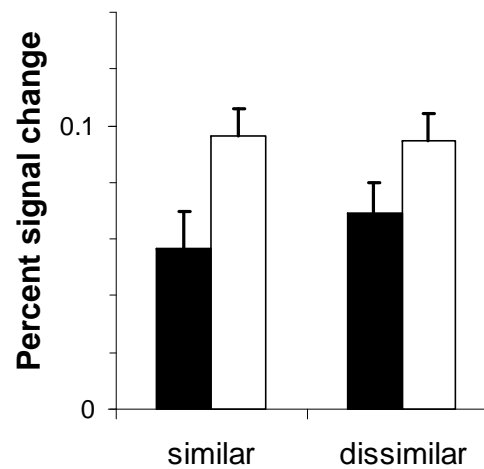
Comportement



Left fusiform
-48, -52, -12



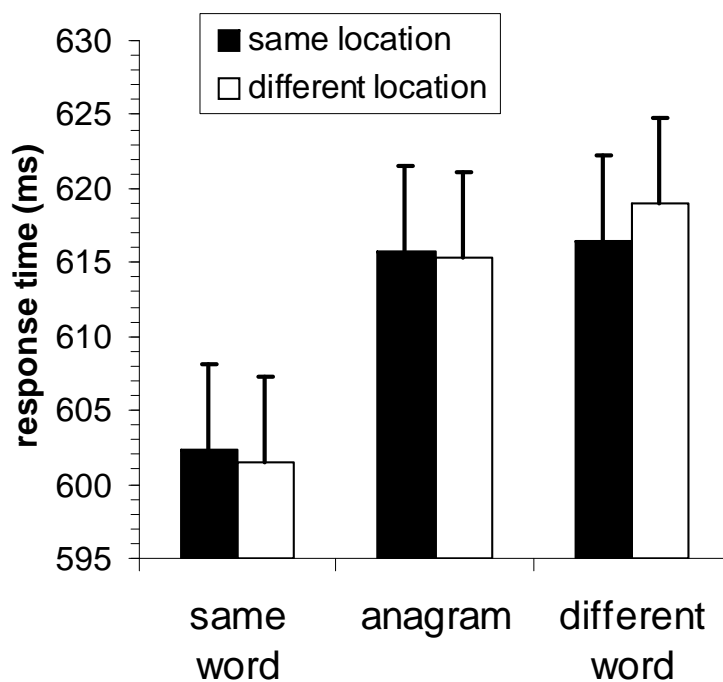
Right fusiform
36, -60, -16



L'amorçage est sensible à la configuration des lettres à l'intérieur d'un mot (« binding » ou liage inconscient)

Prime-Target Relation

word locations	same word	anagram	different word
same	#REFLET #reflet	#TREFLE #reflet	#PATERE #reflet
different	REFLET# #reflet	TREFLE# #reflet	EPATER# #reflet



Un effet d'amorçage n'est observé que si l'amorce et la cible représentent le même mot – pas si les mêmes lettres, présentées au même endroit, forment des mots différents.

Conclusion: une représentation symbolique, abstraite, invariante, peut être atteinte par un mot non-conscient

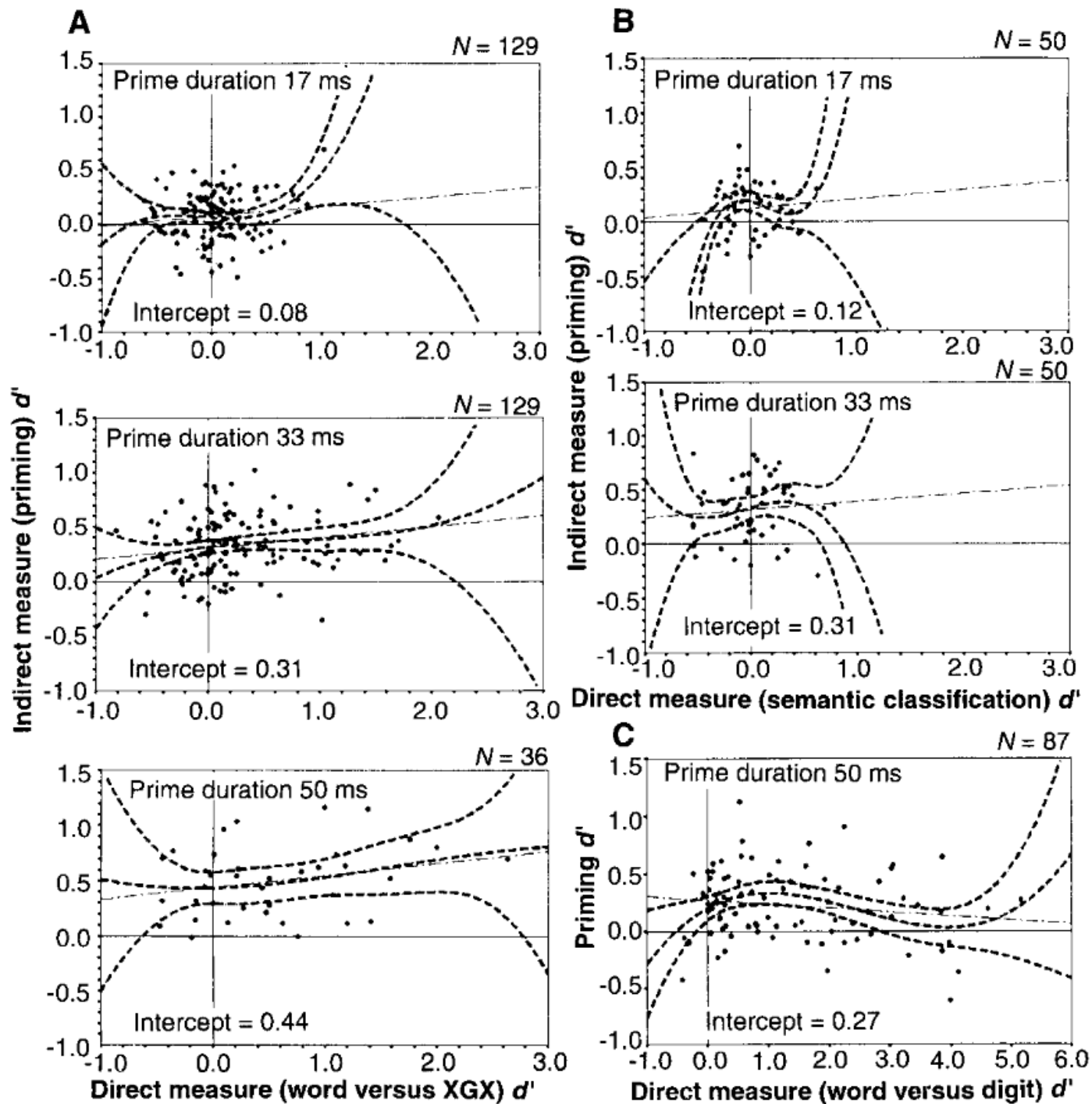
La question difficile du **traitement sémantique** des mots subliminaux

- Les expériences de Tony Marcel et al. (1974, 1980, 1983)
 - Dénomination d'un mot masqué: le sujet répond parfois avec un mot du bon « champ sémantique » (6%) ... mais cette proportion pourrait être due au hasard (débat avec Ellis & Marshall, 1978)
 - Les jugements sémantiques résistent mieux au masquage progressif que les jugements de similarité visuelle ou de présence/absence.... Mais ce résultat n'est pas répliqué.
 - Amorçage sémantique dans la tâche de Stroop
 - Un mot de couleur masqué amorce une décision sur la couleur d'un rectangle
 - Mais critiques de Cheesman & Merikle (1984) sur la répliquabilité, de Holender (1986) sur la qualité du masquage, et de Kouider et Dupoux (2004) sur la perception partielle des amorces.
 - Amorçage sémantique biaisé par le contexte
 - Un mot masqué amorce l'ensemble des mots qui lui sont reliés, tandis qu'un mot conscient conduit à un amorçage biaisé par le contexte (save – bank – money versus river – bank – money; prolongement des expériences de Schvaneveldt & Meyer, 1976)
 - Mais, là encore, critiques vigoureuses de Holender (1986).

Les expériences de catégorisation sémantique de Greenwald

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

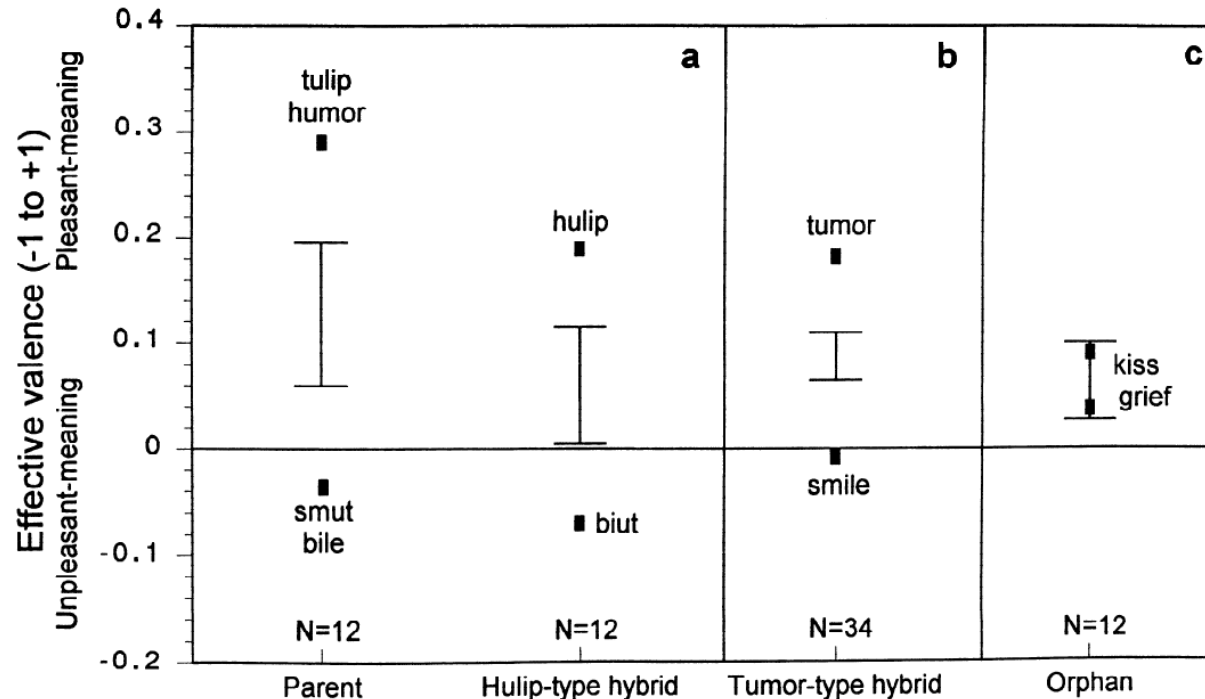
- Stimuli
 - Pré-masque (consonnes aléatoires): XGJPLGQD (100 ms)
 - Mot amorce: e.g. VOMIT, KILL; ou HAPPY, KISS (17, 33 ou 50 ms)
 - Post-masque (consonnes aléatoires): GMGJWBZ (17 ms)
 - Mot cible: e.g. BOMB; HONOR
- Tâche indirecte = classification de la valence du mot cible
- Utilisation d'une fenêtre de réponse étroite (<400 ms) qui augmente probablement les influences subliminales
 - La mesure devient un d-prime et non un temps de réponse
- Tâche directe = décision de valence de l'amorce, ou décision lexicale
 - Là encore, on obtient une valeur de d-prime
- Résultats:
 - Effet de congruence de la valence sémantique du mot amorce et du mot cible
 - Qui ne peut pas s'expliquer par la performance (souvent très faible) sur la tâche directe.
- Ces résultats, méthodologiquement sophistiqués et publiés dans *Science*, semblent apporter un fort soutien à l'hypothèse d'un traitement sémantique subliminal.



La réinterprétation d'Abrams et Greenwald (2000)

Abrams, R. L., & Greenwald, A. G. (2000). Parts outweigh the whole (word) in unconscious analysis of meaning. *Psychol Sci*, 11(2), 118-124.

- Utilisation d'amorces « pièges » qui reprennent certaines lettres des mots cibles
 - par exemple smut et bile (tous deux de valence négative) sont utilisés pour former smile (de valence positive)
- Quand ces mots sont présentés comme amorces subliminales, l'effet d'amorçage s'inverse totalement!
 - Autrement dit, ce n'est pas la valence **sémantique** qui détermine l'amorçage, mais la ressemblance **visuelle** avec les mots cibles.



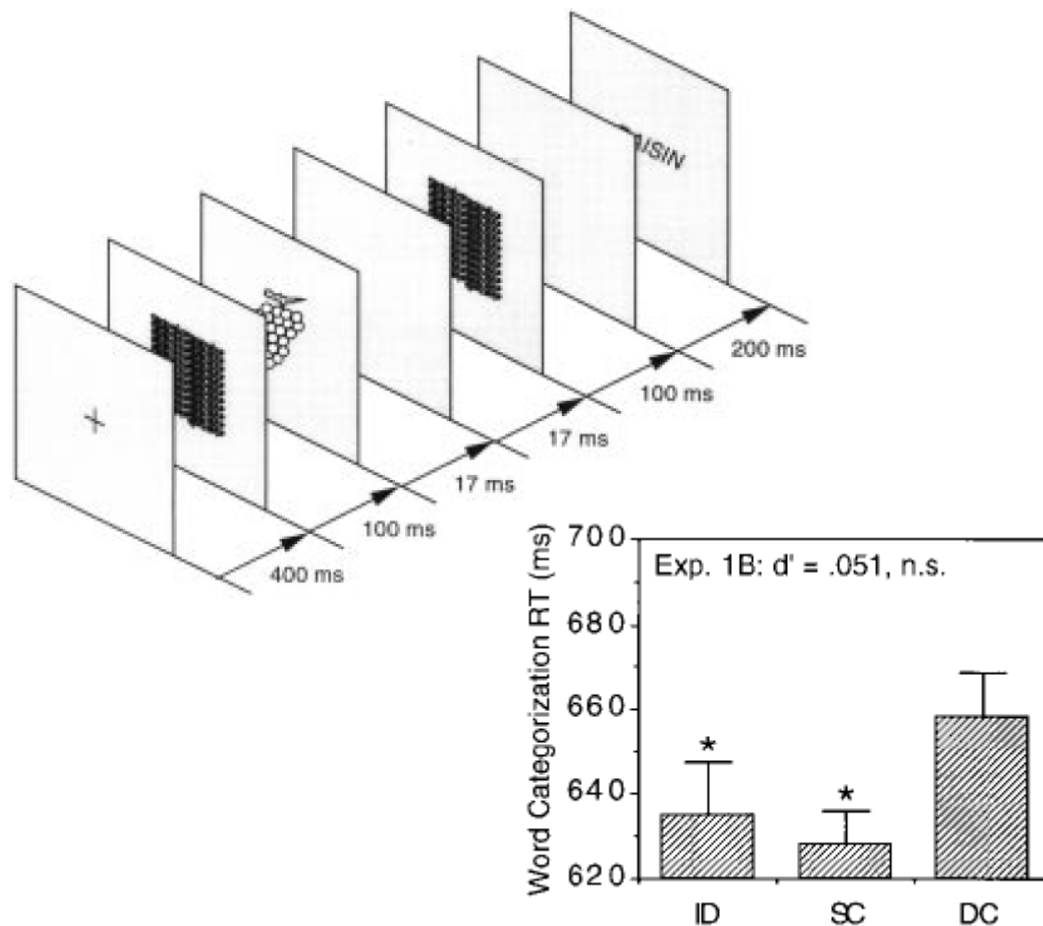
Le test de l'extension à des stimuli subliminaux nouveaux

- L'expérience d'Abrams & Greenwald indique l'absolue nécessité d'utiliser, comme amorce, une liste de mots différents des mots cibles. Ceux-ci pourraient faire l'objet d'associations sensori-motrices directes (Neuman & Klotz)
- Le test de l'extension à des mots nouveaux donne lieu à d'intenses débats:
 - Dans une tâche de jugement de taille des objets, aucun amorçage sémantique lorsque des mots nouveaux sont utilisés comme amorce; l'amorçage semble exclusivement venir d'une association automatique stimulus-réponse (Damian, M. F. (2001). Congruity effects evoked by subliminally presented primes: automaticity rather than semantic processing. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 27(1), 154-165)
 - L'amorçage ne concerne pas seulement une association sensori-motrice: il est possible d'inverser les mains de réponse au milieu de l'expérience, et l'amorçage reste associé à la **catégorie** de réponse, pas la main elle-même (Abrams, R. L., Klinger, M. R., & Greenwald, A. G. (2002). Subliminal words activate semantic categories (not automated motor responses). *Psychon Bull Rev*, 9(1), 100-106.)
 - En utilisant des centaines de sujets, des durées de présentation plus longues (82 ms) et des listes de mots nouveaux soigneusement contrôlés pour leur similarité visuelle avec les cibles, on peut obtenir des effets d'amorçage sémantique dans la tâche de Greenwald (Klauer, K. C., Eder, A. B., Greenwald, A. G., & Abrams, R. L. (2007). Priming of semantic classifications by novel subliminal prime words. *Conscious Cogn*, 16(1), 63-83.)
 - La taille de la catégorie sémantique joue-t-elle un rôle? Oui d'après Forster, non d'après Van den Bussche & Reynvoet (Van den Bussche, E., & Reynvoet, B. (2007). Masked priming effects in semantic categorization are independent of category size. *Exp Psychol*, 54(3), 225-235.)

Conclusion temporaire

Il semble possible de trouver des conditions telles qu'un effet d'amorçage sémantique soit observé en comportement

- Exemple trop souvent oublié: Amorçage de la catégorisation de mots (naturel/artificiel) par des images



Expérience de Dell'Acqua & Grainger (*Cognition*, 1999):

- Temps de présentation très court (17 ms)

- d' prime strictement nul dans la tâche directe

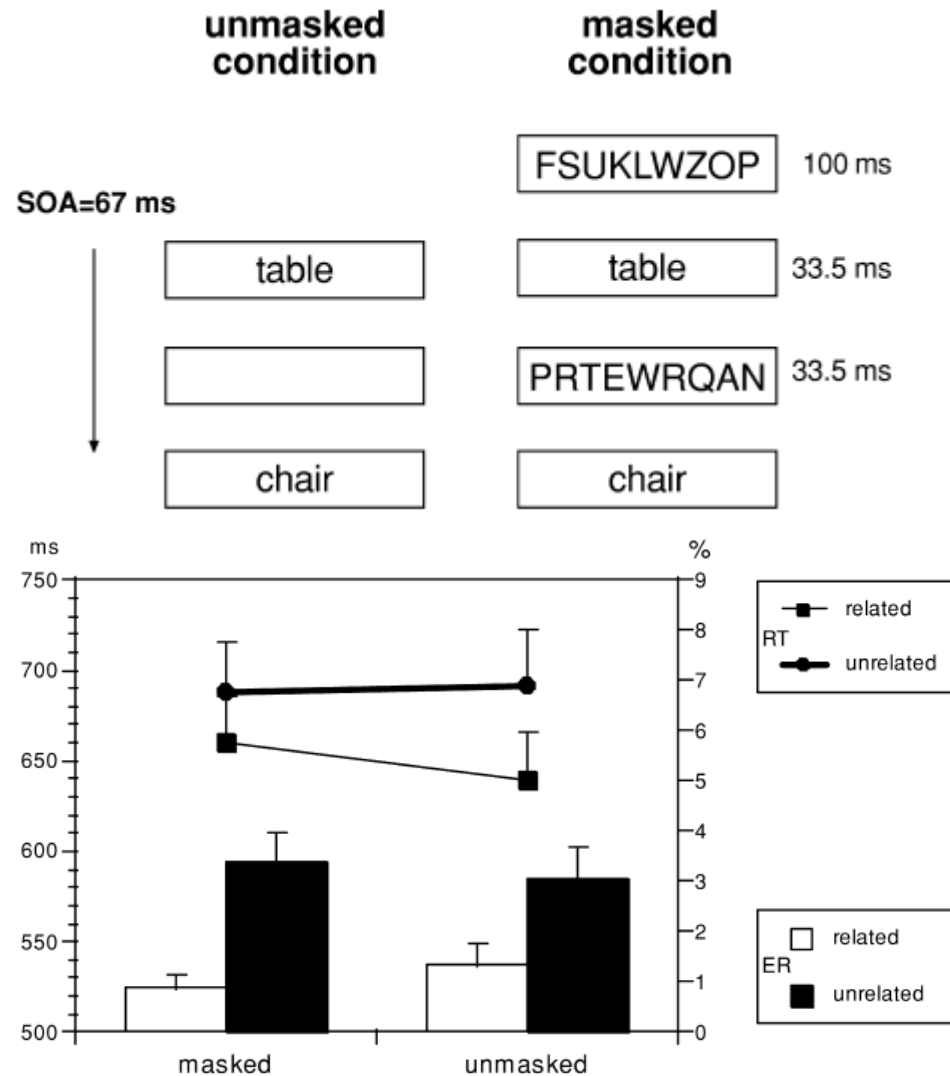
- effet de congruence sémantique entre la catégorie de la cible et celle du mot

L'apport des mesures d'activation cérébrale

- Les mesures comportementales ne reflètent qu'indirectement le traitement du stimulus subliminal
- Il se peut que l'effet non-conscient
 - Se dissipe avec le temps
 - Ne soit pas propagé jusqu'au niveau de la réponse
- L'activation cérébrale peut fournir une mesure plus « pure » d'une étape de traitement
 - Particulièrement les mesures avec une bonne résolution temporelle qui peuvent isoler un moment particulier du traitement de l'information

Un mot masqué peut évoquer une onde N400 associée au traitement sémantique

Kiefer, M. (2002). The N400 is modulated by unconsciously perceived masked words: further evidence for an automatic spreading activation account of N400 priming effects. *Cog Brain Res*, 13(1), 27-39.



Tâche de décision lexicale.

Chaque mot est précédé d'un autre mot, conscient ou non, qui peut être ou non relié sur le plan sémantique.

Les mots amorces ne sont jamais vus comme cibles.

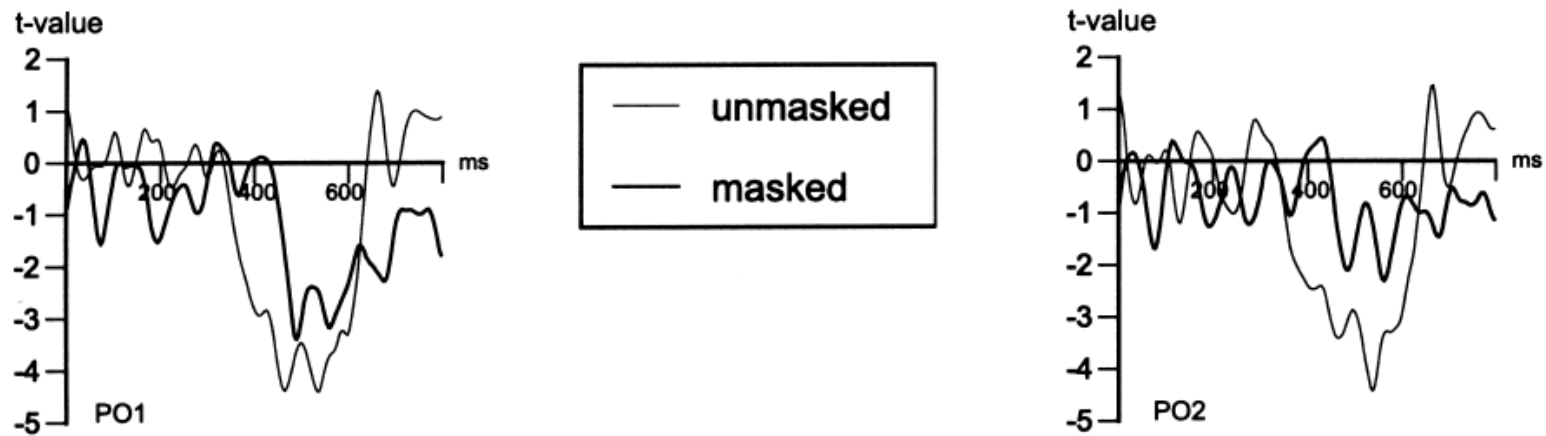
Les performances sur plusieurs tâches directes sur le mot amorce sont au niveau du hasard.

Il existe un effet d'amorçage

- comportemental
- dans les potentiels évoqués

Un mot masqué peut évoquer une onde N400 associée au traitement sémantique

Kiefer, M. (2002). The N400 is modulated by unconsciously perceived masked words: further evidence for an automatic spreading activation account of N400 priming effects. *Cog Brain Res*, 13(1), 27-39.



SOA=67 ms

SOA=200 ms

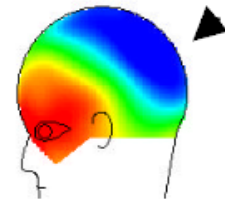
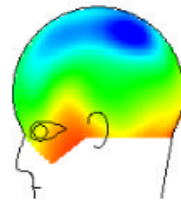
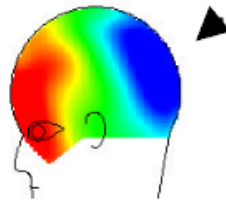
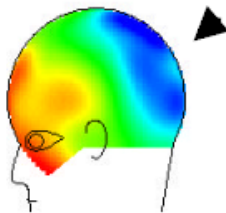
masked

unmasked

masked

unmasked

left



-3.8

+3.8

0

Kiefer & Spitzer (2000):
l'effet se dissipe si
l'intervalle amorce-cible
excède 200 ms

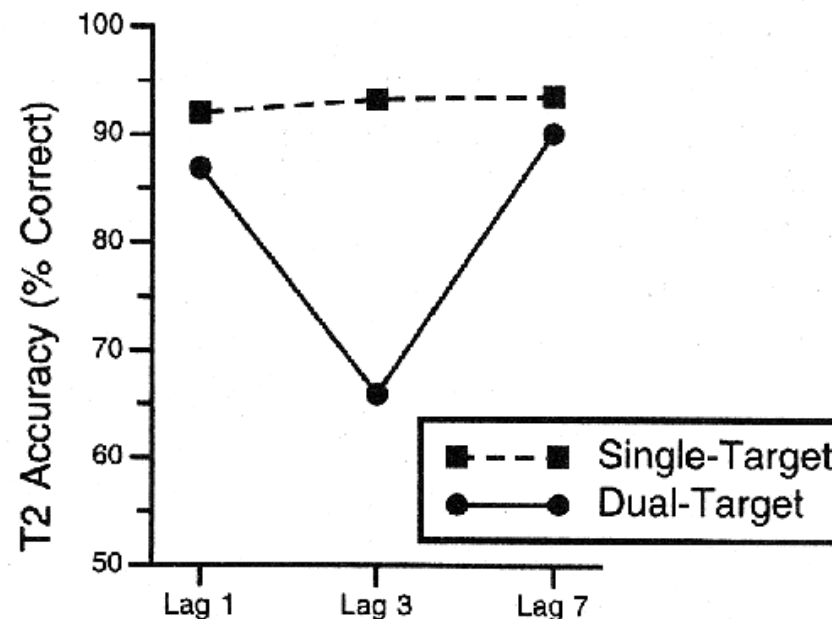
Durant le clignement attentionnel, l'onde sémantique N400 reste inchangée

Luck, S. J., Vogel, E. K., & Shapiro, K. L. (1996). Word meanings can be accessed but not reported during the attentional blink. *Nature*, 383(6601), 616-618.

Stimulus Type	Time (ms)	Related Trial	Unrelated Trial
Context Word	1000	SHOE	PICKLE
Blank	1000		
Distractor	83	PNVCSZP	KDSWPVZ
Distractor	83	GRSDPKN	VNMCPKL
Distractor	83	BVCPLMS	FDPMCNV
Distractor	83	DSPWTFR	VPMTDZM
Distractor	83	RLDJH GK	HJDLGFP
Distractor	83	SPLDJMF	DFPLJKH
T1	83	7777777	8888888
Distractor	83	WDPTBNF	GHJDMVT
Distractor	83	SCDPVBF	HDVCBNM
T2	83	XFOOTXX	XROPEXX
Distractor	83	FDLNLKB	NMCVPHJ
Distractor	83	DLJJCNW	DCVPBJM
Distractor	83	WPSCDSN	PCNBVLK
Distractor	83	DPWVCPB	NPMTVDK
Distractor	83	CBNDPNJ	BRTFPMF
Distractor	83	RTPMVBC	JLSDCDK
Distractor	83	TWSCLMN	LKSDVCP
Distractor	83	LJVBCMH	DKKHNP
Distractor	83	RMVCPKL	WKLDMPZ
Distractor	83	DPNMNVZ	CPNHVGB
Blank	1000		
Response Cue	2000	?	?
Blank	2000		

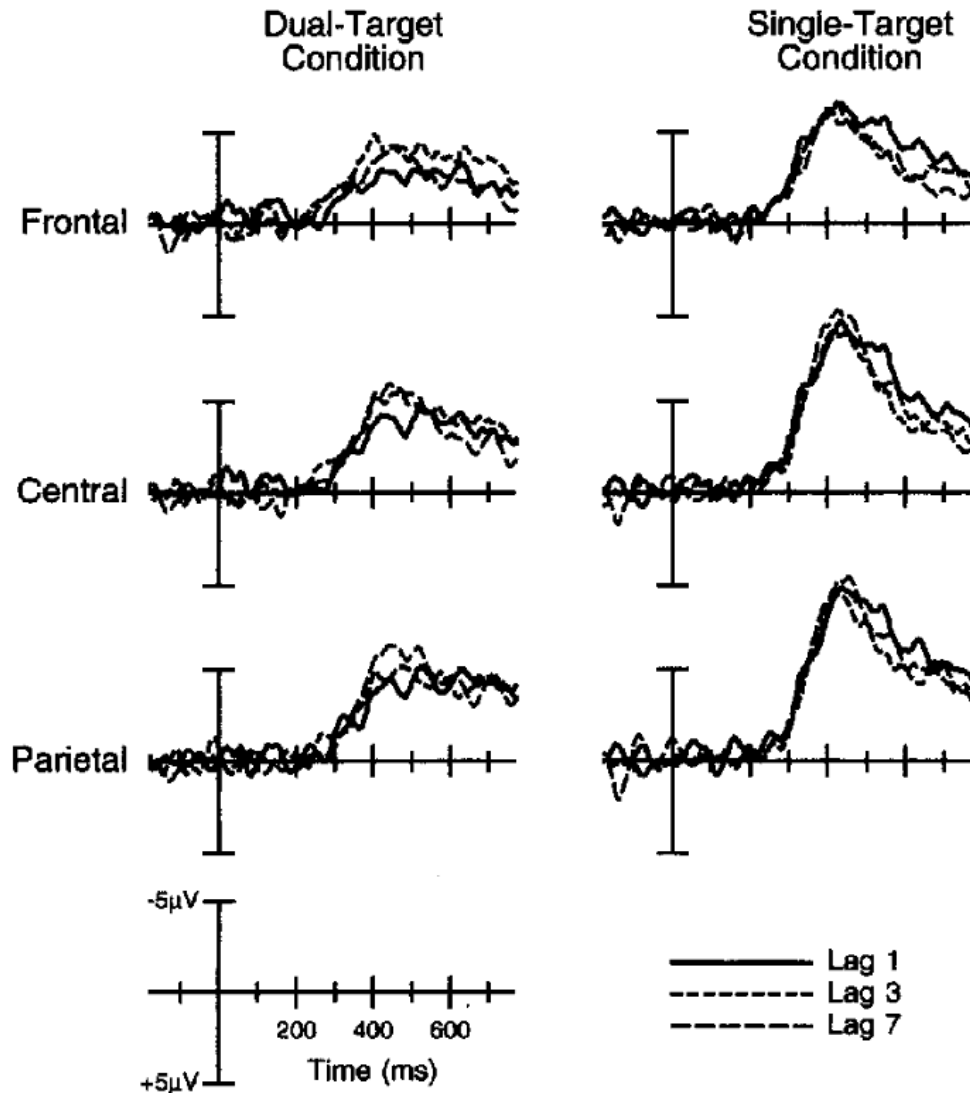
Un mot (T2) est présenté pendant une longue durée, mais rendu moins visible parce qu'il apparaît pendant l'exécution d'une autre tâche sur un stimulus T1 (jugement de parité).

Les sujets ne parviennent plus bien à rapporter le mot T2.



Durant le clignement attentionnel, l'onde sémantique N400 reste inchangée

Luck, S. J., Vogel, E. K., & Shapiro, K. L. (1996). Word meanings can be accessed but not reported during the attentional blink. *Nature*, 383(6601), 616-618.



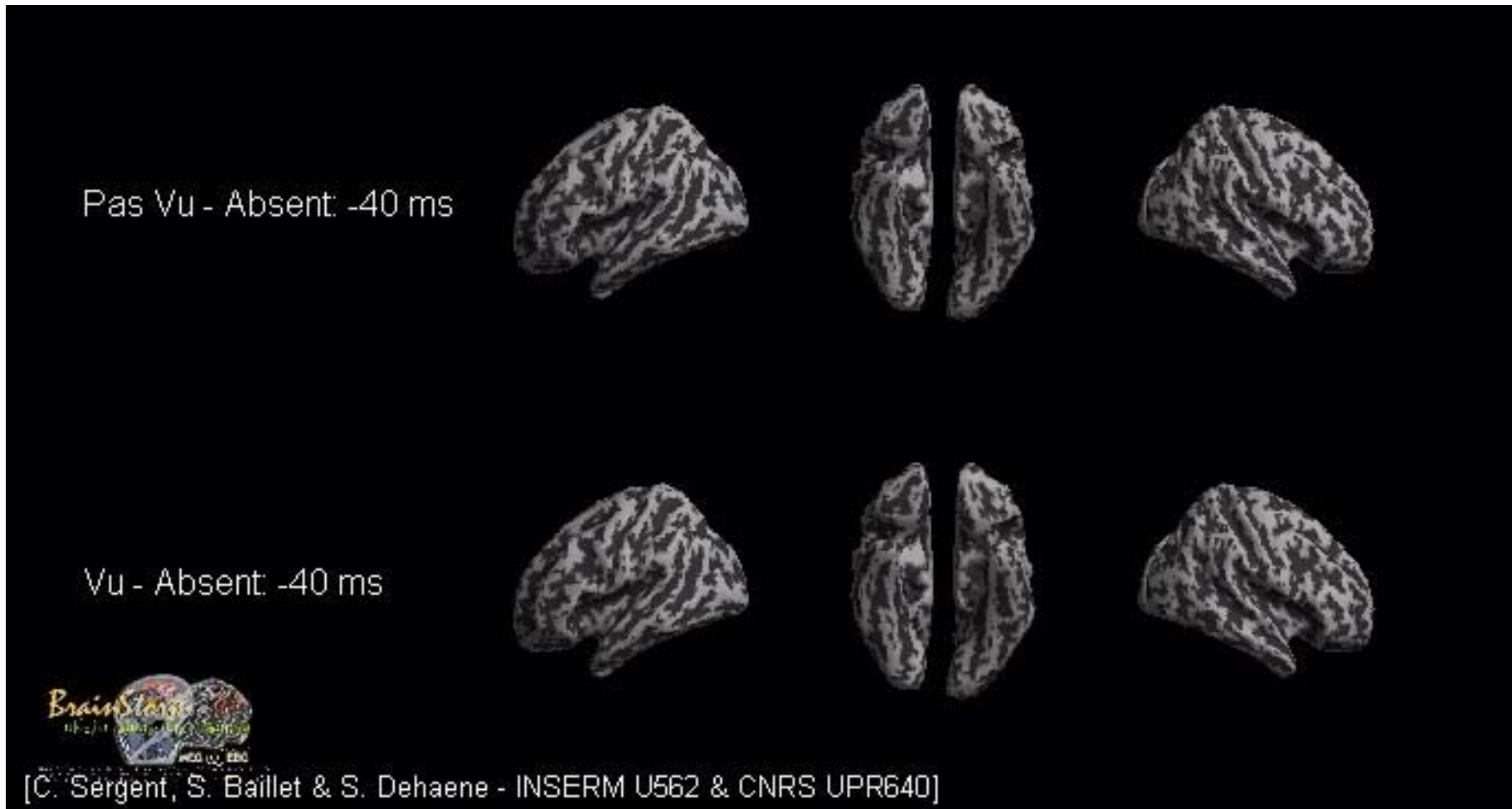
Pourtant la N400 évoquée par le mot T2 (en fonction de sa congruence sémantique avec un mot présenté au début de chaque essai) reste **inchangée**, quel que soit l'intervalle entre T1 et T2.

Conclusion:

Le traitement sémantique des mots pourrait être totalement préservé au cours du clignement attentionnel

La mesure de l'activité cérébrale évoquée par un mot présenté durant le clignement attentionnel confirme la présence d'intenses activations temporales gauches

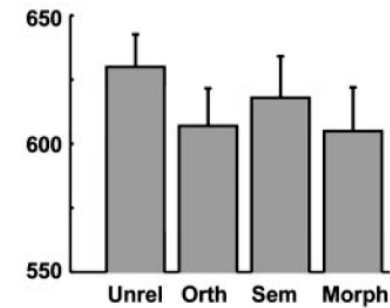
Paradigme de « clignement attentionnel » (Claire Sergent et al., *Nature Neuroscience*, 2005):
Un mot présenté brièvement n'est pas vu si le sujet est encore occupé à une autre tâche.



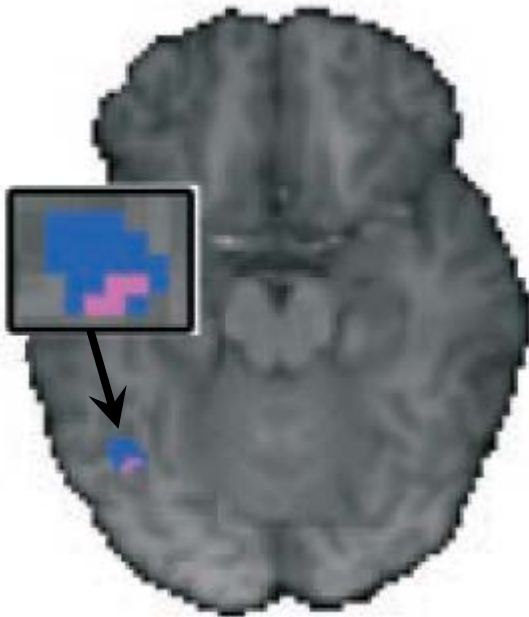
L'amorçage également montre des activations liées à un niveau élevé de traitement, probablement sémantique

<u>Condition</u>	<u>Relation</u>	<u>Exemples</u>
1. Unrelated	[-orth, -sem]	award-MUNCH
2. Orthographic	[+orth, -sem]	passive-PASS
3. Semantic	[-orth, +sem]	sofa-COUCH
4. Morphological	[+orth, +sem]	hunter-HUNT

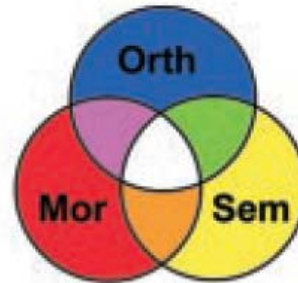
Amorçage du temps de réponse



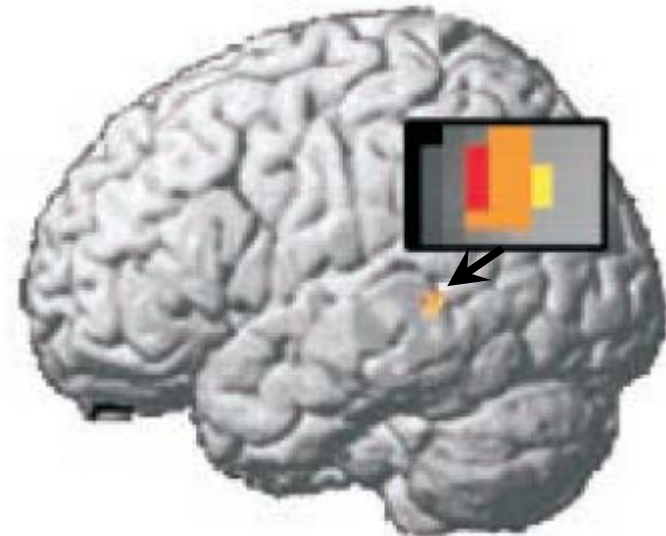
Similarité orthographique dans la région occipito-temporale gauche



Z = -18

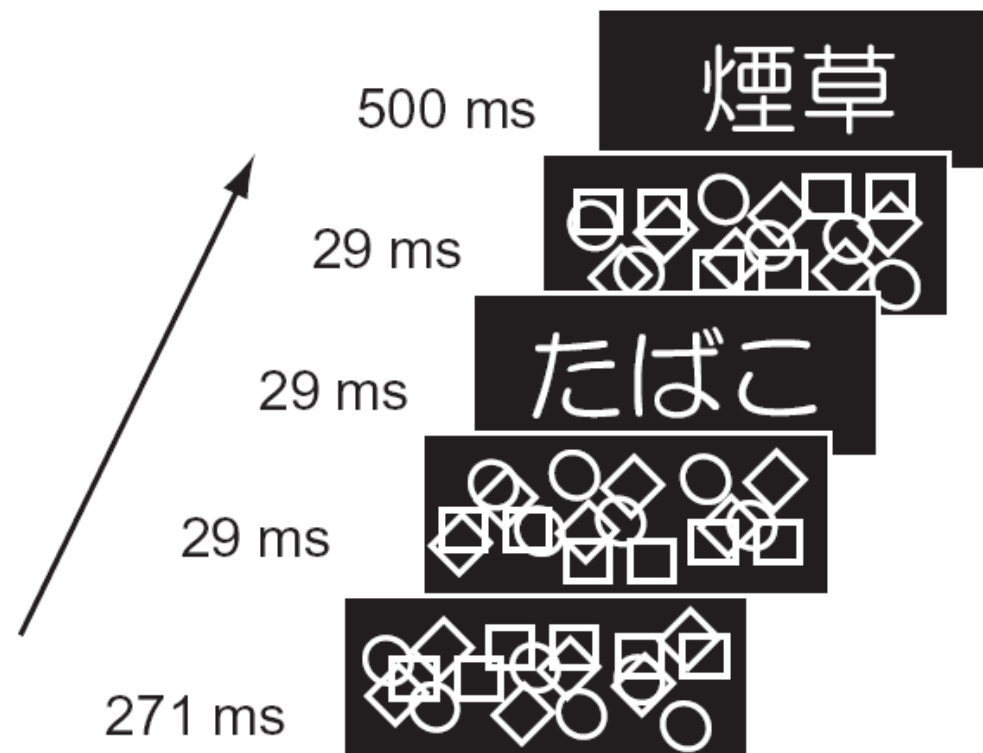


Similarité sémantique dans la région temporelle moyenne gauche



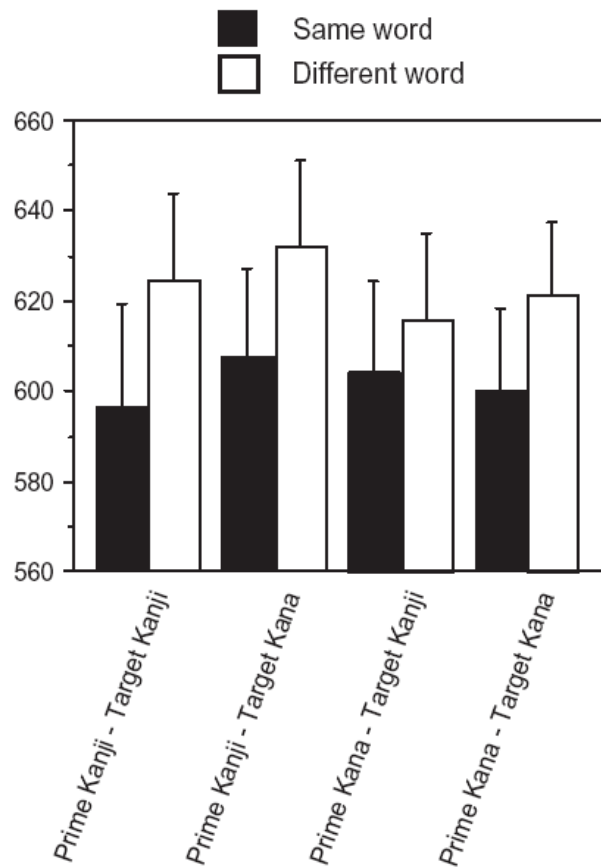
Amorçage entre Kanji et Kana chez les sujets japonais

- Amorces et cibles pouvaient apparaître en Kanji ou en Kana
- Tâche de classification sémantique (naturel/artificiel)



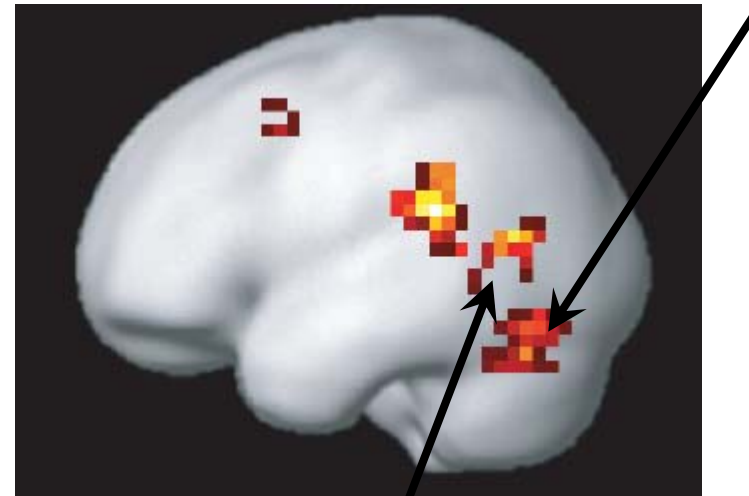
Amorçage lexico-sémantique en japonais

Comportement: Amorçage entre Kanji et Kana

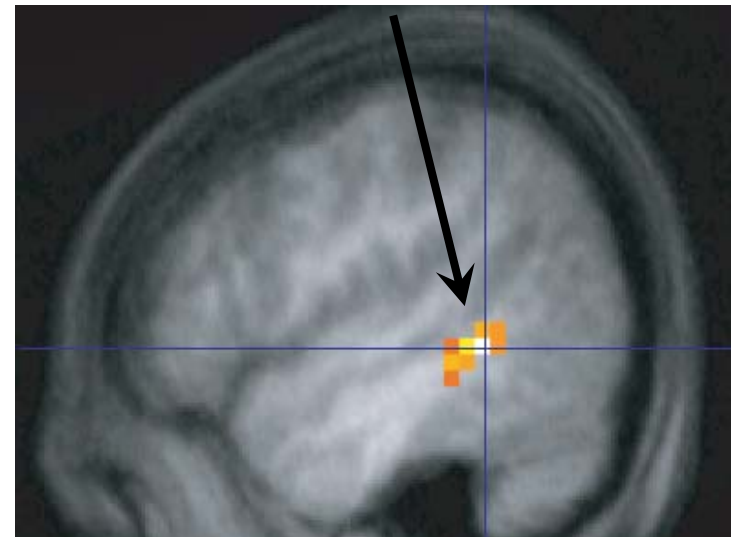


Nakamura, Dehaene et al., JOCN, 2005

Amorçage dans la condition Kanji-Kanji
Aire de la forme visuelle des mots:
amorçage Kanji-Kanji seulement



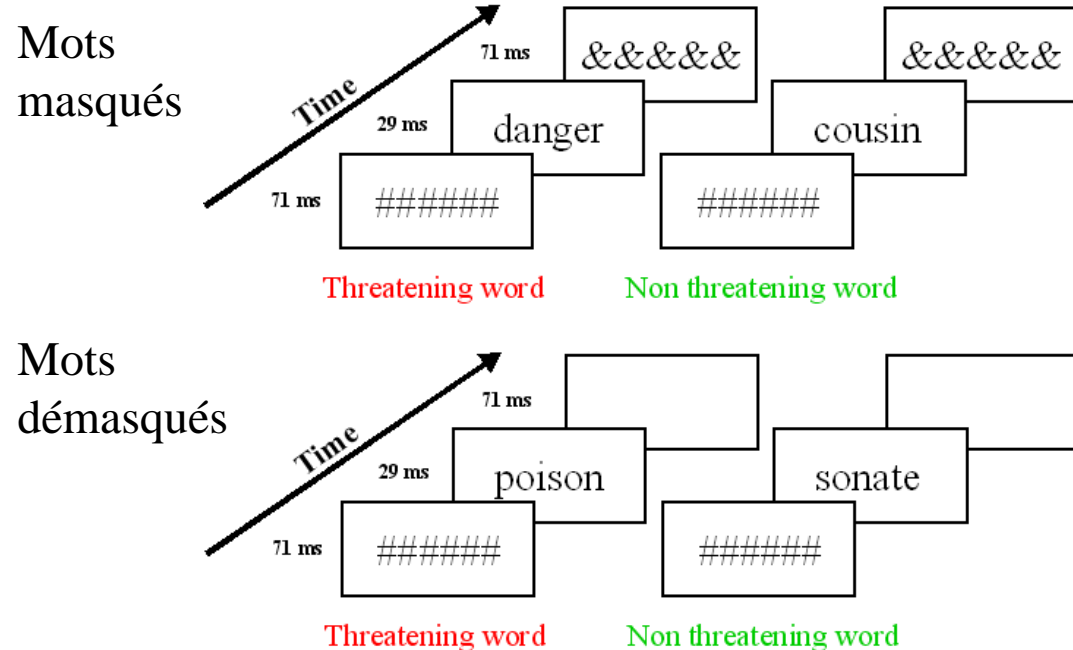
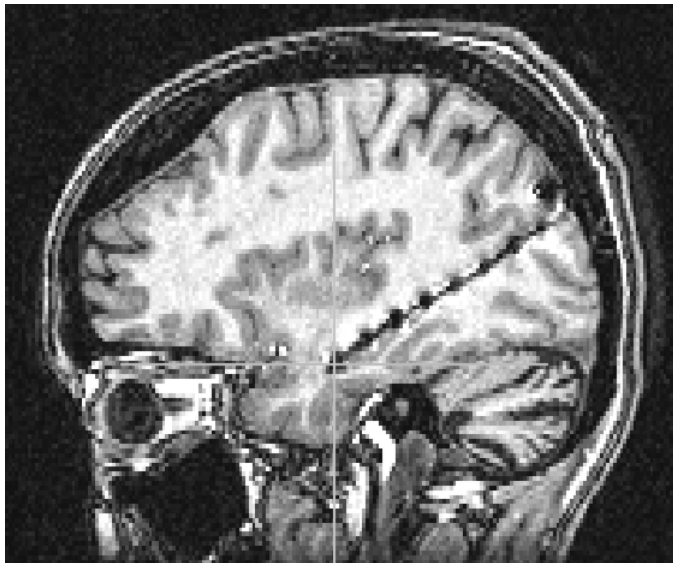
Région temporelle moyenne: Amorçage entre Kanji
et Kana (codage lexico-sémantique?)



Un contenu sémantique particulier: Les mots subliminaux à contenu émotionnel activent l'amygdale cérébrale

Naccache, L., Gaillard, R., Adam, C., Hasboun, D., Clémenceau, S., Baulac, M., et al. (2005). A direct intracranial record of emotions evoked by subliminal words. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 102, 7713-7717.

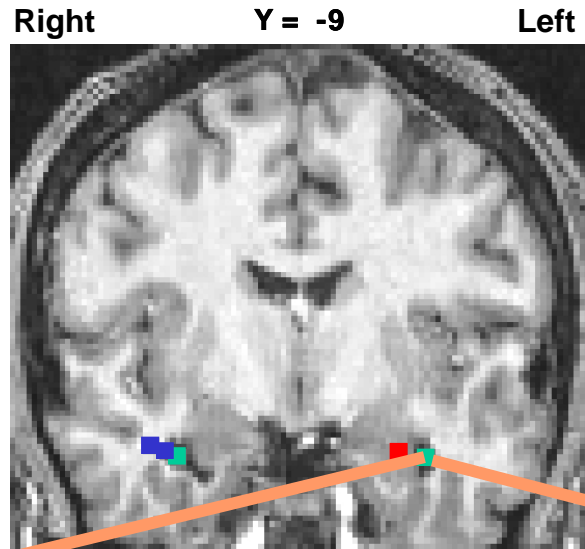
Enregistrements intracrâniens chez trois patients



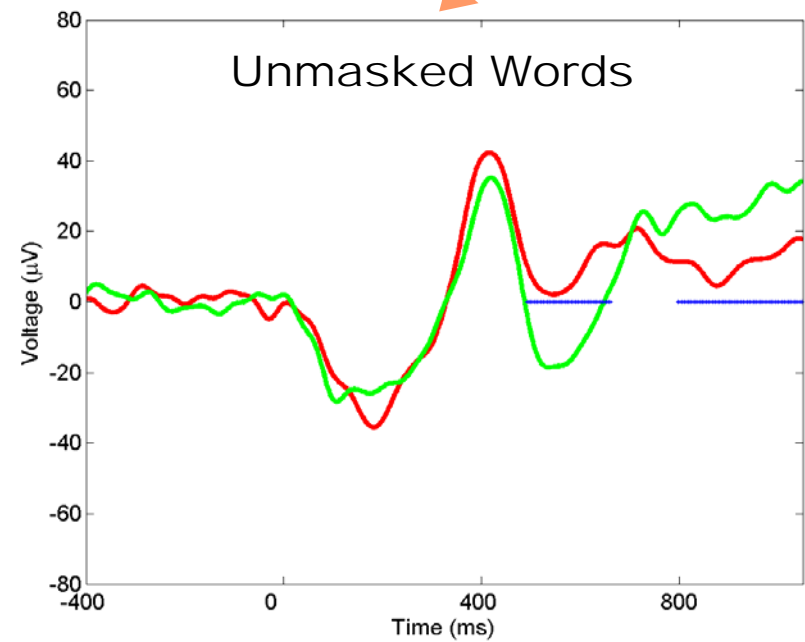
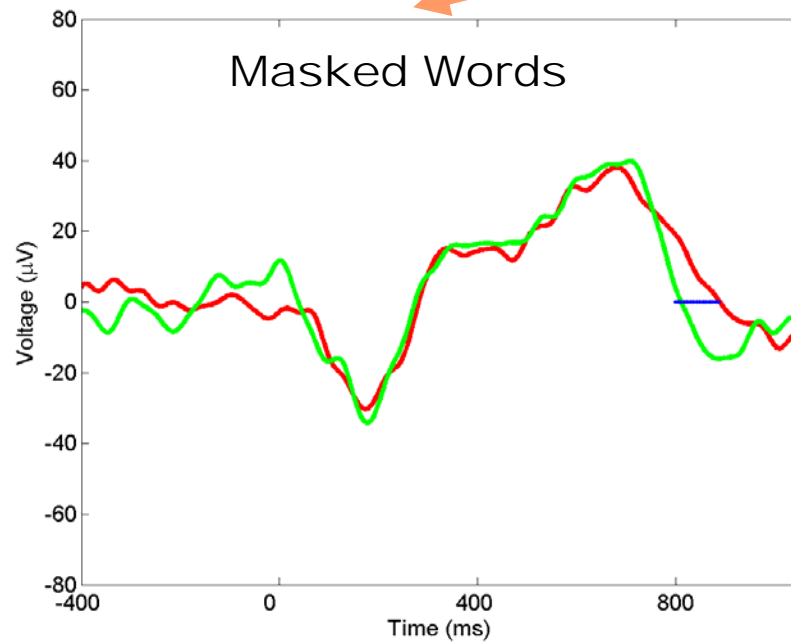
Les patients effectuent une tâche de catégorisation sémantique à choix forcé sur des mots masqués ou démasqués.

- Les mots masqués ne sont jamais vus consciemment (listes différentes)
- Mesures subjectives et objectives de la perception des mots
- $d' = 0$ (pas de perception consciente)

Les électrodes amygdaliennes montrent une déviation significative, très tardive, entre les mots émotionnels et neutres

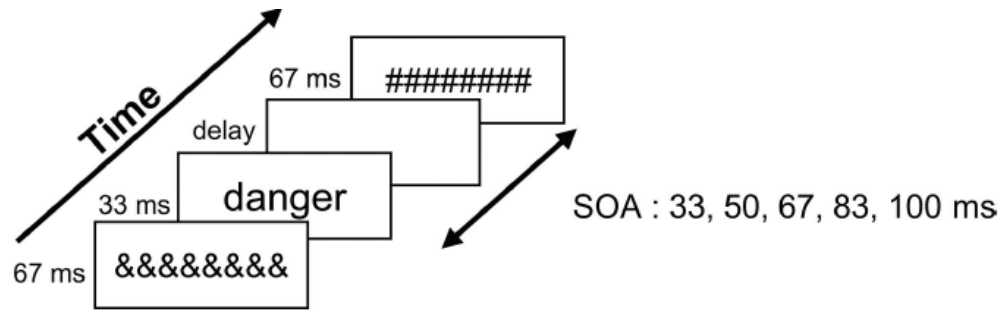


— Mots menaçants
— Mots neutres



La valence sémantique module le seuil de conscience

Gaillard, R., Del Cul, A., Naccache, L., Vinckier, F., Cohen, L., & Dehaene, S. (2006). Nonconscious semantic processing of emotional words modulates conscious access. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 103(19), 7524-7529.



Block	1	2	3	4	5
Decreasing masking	33	50	67	83	100
Increasing masking	100	83	67	50	33

Target-mask SOA (ms)

Présentation de mots masqués avec un délai variable entre le mot et le masque, permettant d'évaluer le seuil de conscience

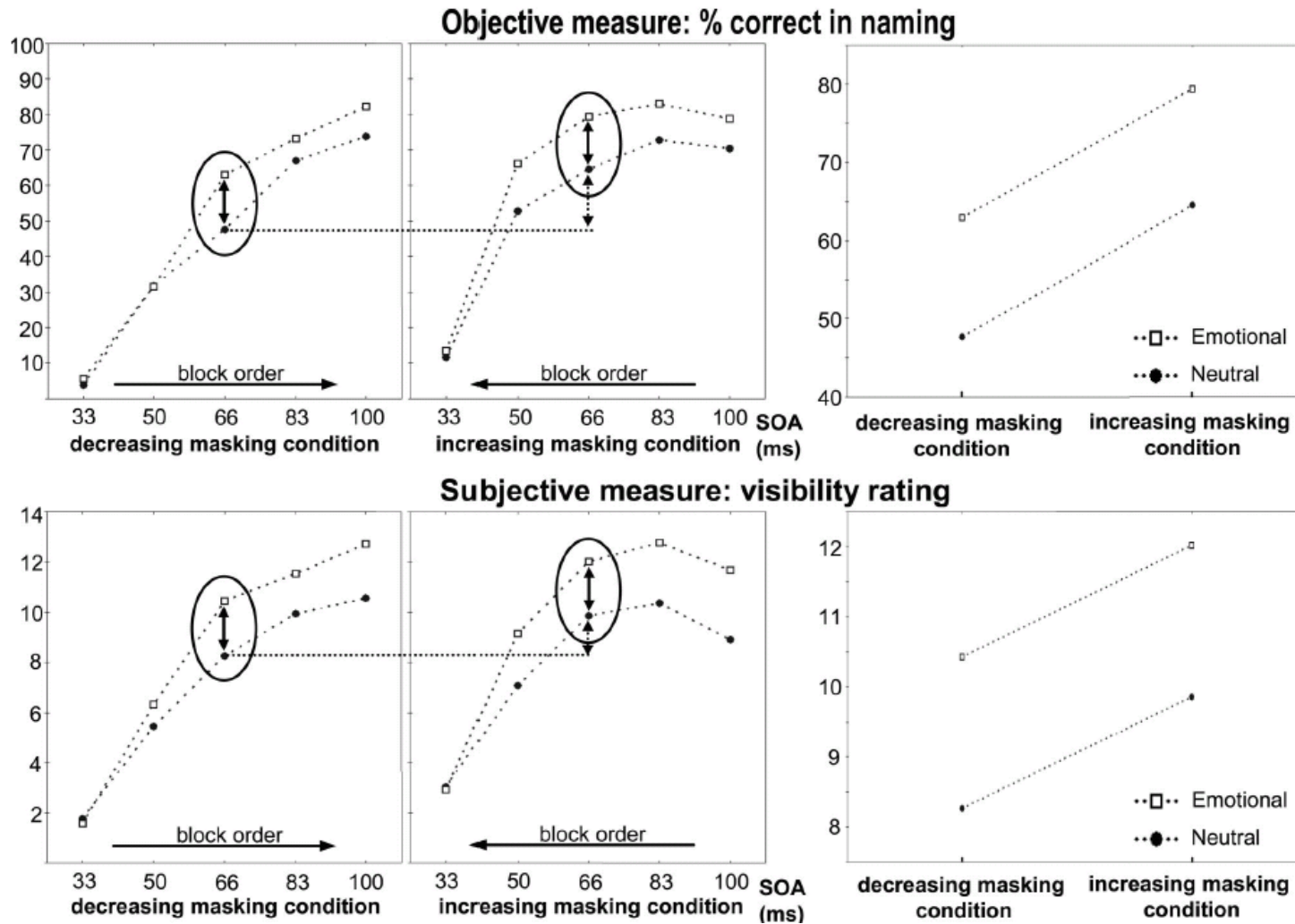
- Tâche objective: nommer le mot
- Tâche subjective: évaluation continue de la visibilité (curseur)

Précautions méthodologiques

- Listes différentes de mots présentées en ordre ascendant ou descendant.
- Contrôle sur la perception préalable de chaque mot

La valence sémantique module le seuil de conscience

Gaillard, R., Del Cul, A., Naccache, L., Vinckier, F., Cohen, L., & Dehaene, S. (2006). Nonconscious semantic processing of emotional words modulates conscious access. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 103(19), 7524-7529.



- Le seuil de dénomination et de perception est abaissé pour les mots émotionnels

- Cet effet d'émotion est indépendant d'un second effet de perception préalable.

- Les erreurs de dénomination sont plus souvent des mots émotionnels lorsque le mot masqué est émotionnel (39.2% vs. 26.5%, $p=0.0048$).

Conclusion: L'imagerie cérébrale et le comportement révèlent l'étendue du traitement subliminal des mots

- **Orthographe:**

gyrus fusiforme gauche (Dehaene et al, 2001; Devlin et al, 2004)

- **Sémantique:**

Proximité numérique dans le sillon intrapariétal bilatéral (Naccache and Dehaene, 2001)

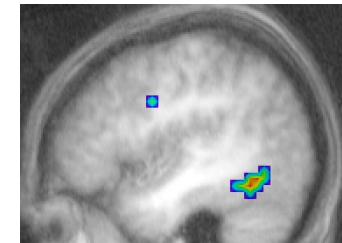
Proximité sémantique dans le gyrus temporal moyen (Devlin et al, 2004; Nakamura, Dehaene et al, 2005)

Activation de l'amygdale par des mots émotionnels subliminaux (Naccache et al, 2005)

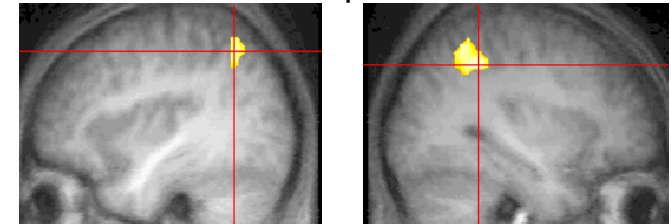
- **Commande motrice:**

Aire motrice bilatérale (Dehaene et al., 1998)

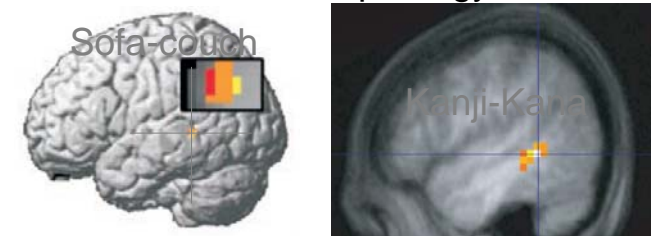
Visual word form area



bilateral intraparietal sulci



Left middle temporal gyrus



Motor lateralized readiness potential

