

L'inconscient cognitif et la profondeur des opérations subliminales

Stanislas Dehaene
Chaire de Psychologie Cognitive Expérimentale

Cours

Les limites du traitement subliminal

Le propre de la conscience

Conclusions des premiers cours: la profondeur du traitement subliminal

- Une grande variété de moyens expérimentaux permettent de rendre un stimulus visuel ou auditif inaccessible à la conscience.
- Certaines méthodes, telles que la rivalité binoculaire, interfèrent avec le traitement perceptif à des niveaux relativement précoces dans la voie ventrale (tout en laissant la voie dorsale largement activée, notamment pour les outils)
- D'autres méthodes, comme le masquage, laissent passer une grande partie de l'activation montante (*bottom-up*) dans la voie visuelle ventrale.
- Cette activation subliminale contacte des niveaux visuels, perceptifs, sémantiques, évaluatifs, et même moteurs
- Le traitement non-conscient n'est pas juste « automatique » et indépendant des intentions du sujet – il est fortement affecté par l'attention, les instructions et les stratégies déployées par le sujet.
- La plupart de ces activations sont de courte durée, mais un stimulus non-conscient peut également entraîner des changements de longue durée (apprentissage) et influencer l'évaluation et la prise de décision
- La conscience et le contrôle volontaire ne sont-ils que des épiphénomènes, voire des illusions (Daniel Wegner, 2002)?

Trois propositions quant à la spécificité du traitement conscient

Dehaene & Naccache, *Cognition* 2001

La conscience a-t-elle une *fonction* bien précise?

Jack et Shallice (*Cognition* 2001) proposent d'appeler processus « de type C » un processus cognitif « qui ne peut traiter une information que si le participant rapporte être conscient de cette information. »

Existe-t-il des processus « de type C »? Trois propositions :

- La maintenance explicite et durable de l'information en mémoire de travail
 - Décroissance rapide des effets d'amorçage non-conscients (Lionel Naccache: « L'inconscient est structuré comme une exponentielle décroissante »)
 - Absence de transfert à l'essai suivant des effets de congruence (Kunde 2003) ou d'erreur (Nieuwenhuis et al. 2001)
 - Dissipation rapide des effets non-conscients dans les illusions visuelles (Goodale)
 - Absence de conditionnement à travers un délai (*trace conditioning*)
- Le comportement intentionnel et volontaire
 - Les paradigmes subliminaux exigent une réponse « à choix forcé ».
- Les combinaisons nouvelles d'opérations
 - Flexibilité cognitive: invention de stratégies nouvelles, inhibition des comportements routiniers, enchaînement de plusieurs opérations.

Conscience et contrôle exécutif: Conclusions du cours précédent

- Certains processus qui relèvent du « contrôle exécutif » peuvent être *en partie* déclenchés par des stimuli subliminaux:
 - Le choix d'une stratégie
 - L'inhibition d'une action
 - La détection d'une erreur
- Les rares expériences disponibles font apparaître une hétérogénéité importante:
 - La détection d'erreur est rapide, automatique, son activation non-consciente est massive
 - Par contre, les influences non-conscientes sur le choix d'une stratégie et surtout l'inhibition de l'action sont des effets minuscules. Il semble que l'effet de l'amorce s'atténue lorsqu'on atteint ces niveaux de traitement hiérarchiquement très élevés.
- En aucun cas on n'observe de contrôle exécutif **durable**, par exemple qui s'étende à l'essai suivant
- Aujourd'hui, nous verrons que certaines décisions (stratégiques, réfléchies, inhibitrices et/ou étendues dans le temps) semblent n'être associées qu'à un traitement conscient.

Comment isoler « le propre de la conscience »?

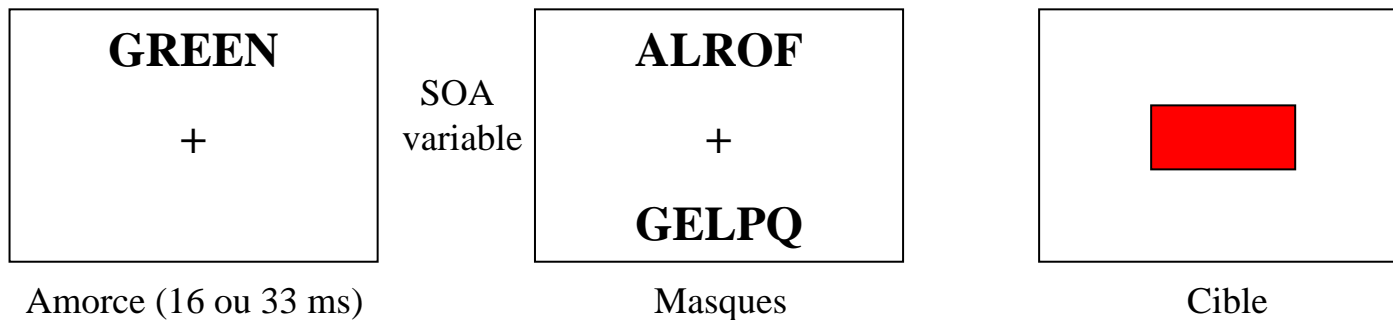
La méthode de dissociation

- Cette méthode a été, initialement, proposée comme une façon de prouver la réalité psychologique des images subliminales
- Idée essentielle: essayer de démontrer qu'un stimulus peut avoir des conséquences qualitativement différentes sur les réponses cognitives et affectives, selon qu'il soit perçu consciemment ou non.
- Effectivement, tant que la performance subliminale ressemble à la performance consciente (avec des taux de réussite moindres), on peut toujours penser qu'elle est due à une petite fraction d'essais conscients.
- Il s'agit donc d'identifier des manipulations expérimentales plus radicales, qui auraient des effets *opposés* ou au minimum *dissociés* suivant que les stimuli soient conscients ou non:
 - Capacité d'utiliser l'amorce pour prédire la cible
 - Capacité d'inhiber ou d'exclure l'amorce
 - Métacognition: Capacité d'évaluer ses propres performances

L'application de stratégies prédictives dépend de la conscience des amorces

Cheesman, J. and P. M. Merikle (1986). "Distinguishing conscious from unconscious perceptual processes." Can J Psychol **40**(4): 343-67.

- Tâche de Stroop modifiée: nommer, le plus vite possible, la couleur d'un rectangle cible.

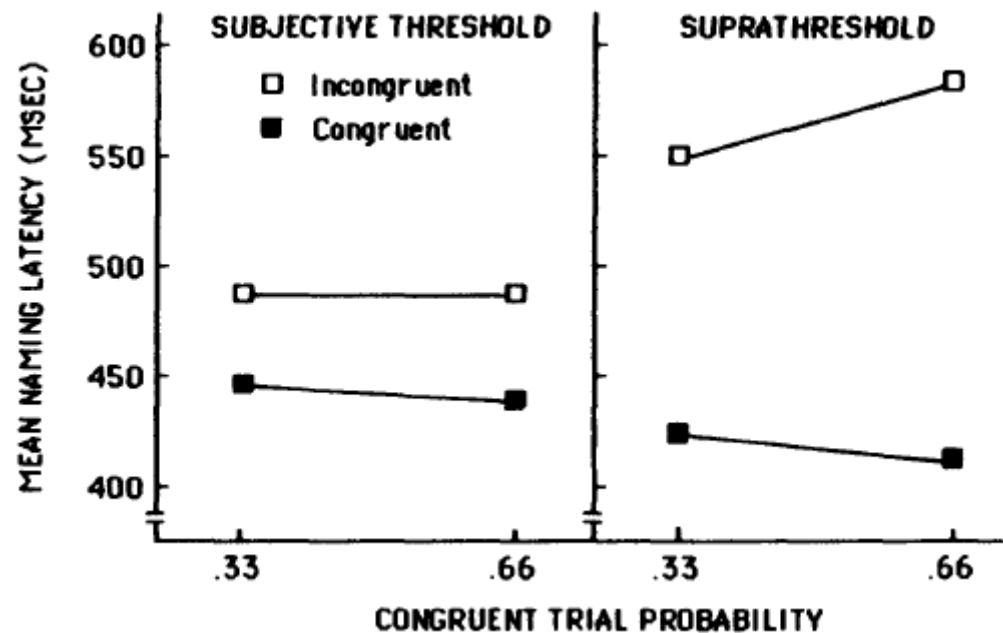


- Le délai amorce-cible est fixe (67 ms)
- Le délai amorce-masques est variable et réglé pour chaque sujet
 - Soit égal à 250 ms (condition consciente)
 - Soit égal au seuil subjectif de conscience (défini comme le point où le sujet estime avoir moins de 55% de réussite dans un test de détection de l'amorce)
- Manipulation cruciale: proportion d'essais congruents (où les deux couleurs sont identiques), neutres ou incongruents: 33/33/33 versus 66/16/16
- Les sujets parviennent-ils à utiliser l'amorce pour prédire la cible (condition « 66% »)?

L'application de stratégies prédictives dépend de la conscience des amorces

Résultats

- SOA moyen = 34.8 ms (de 16 à 83 ms)
- Tâche de détection: 64.8% de réussite (hasard = 50%). Ce résultat est ambigu (soit les sujets sous-estiment leur conscience, soit la tâche subit des influences non-conscientes)
- Tâche de Stroop: la proportion d'essais incongruents n'affecte que les essais conscients



Ce paradigme expérimental n'est plus jugé concluant à l'heure actuelle:

voir Bodner & Masson (2001, 2003, 2004) et Kinoshita et al. (2008).

La méthode d'inclusion/exclusion de Jacoby

- En supposant que le développement de stratégies non-automatiques nécessite la consciente, quel est l'exemple le plus simple d'une telle stratégie?
- Idée simple: Le traitement inconscient est largement automatique, mais la capacité d'*inhiber* la réponse automatique pourrait dépendre de la consciente.
- La méthode d'inclusion/exclusion exige de contraster deux blocs expérimentaux avec des instructions différentes
 - Inclusion: Les réponses conscientes et non-conscientes vont dans le même sens
 - Exclusion: On demande au sujet une réponse consciente qui va à l'encontre d'une éventuelle influence non-consciente
- La méthode a été appliquée avec succès à de nombreux domaines
 - Mémoire: Rappel explicite ou implicite
 - Amorçage conscient ou non-conscient

Séparation des souvenirs conscients et non-conscients

Jacoby, L. L., J. P. Toth, et al. (1993). "Separating conscious and unconscious influences of memory: Measuring recollection." *J Exp Psychol: General* **122**: 139-154.

- Phase d'étude: lecture de mots à haute voix avec attention focalisée (essayer de se souvenir) ou divisée (faire attention à des chiffres entendus en même temps).
- Phase de test: présentation d'indices composés des trois premières lettres d'un mot: ARC___. Instruction = Répondez avec le premier mot qui vous vient à l'esprit.
 - Inclusion: Si vous souvenez d'un mot qui convient, rappez-le.
 - Exclusion: si vous souvenez d'un mot qui convient, ne le rappez pas

Probabilities of responding with an old word and estimates of recollection (*R*) and automatic influences (*A*)

	Probabilities test		Estimates	
	Inclusion	Exclusion	<i>R</i>	<i>A</i>
Attention				
Full	.61	.36	.25	.47
Divided	.46	.46	0	.46

Note: Base rate = .35.

Formules très simples:

$$\text{Inclusion} = R + A(1-R)$$

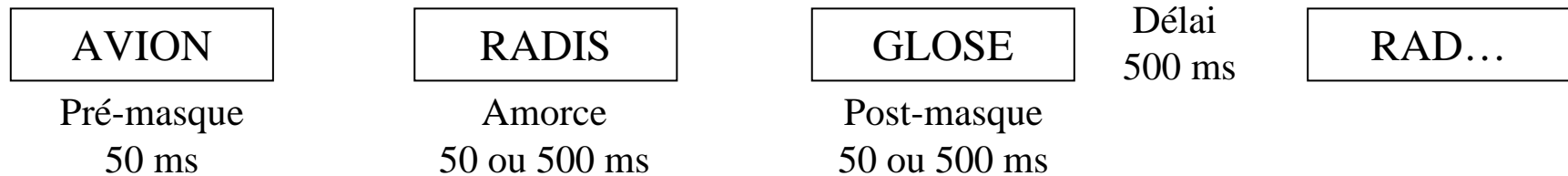
$$\text{Exclusion} = A(1-R)$$

R = probabilité de rappel

A = probabilité d'association automatique

Application du paradigme d'inclusion/exclusion au masquage visuel

- Présentation de trois mots à chaque essai, puis d'un indice



- Dans les essais critique, l'indice correspond au début du mot amorce.
- Instructions d'inclusion ou d'exclusion des mots vus avant l'amorce.
- Résultats: pourcentage de mots amorces rapportés: Estimation des paramètres du modèle

Durée	Inclusion $= C + U(1 - C)$	Exclusion $= U(1 - C)$	C = % conscience	U = réussite non-consciente
50 ms	61%	51%	10%	58%
500 ms	95%	15%	80%	76%

Note: taux de base en l'absence d'amorce = 34%

La méthode du pari après la décision

(*post-decision wagering*)

Persaud, N., McLeod, P., & Cowey, A. (2007).

Post-decision wagering objectively measures awareness. *Nat Neurosci*, 10(2), 257-261.

- Postulat 1: La *métacognition* est un aspect essentiel de la conscience. Nous ne pouvons commenter ou évaluer notre propre performance que si nous en sommes conscients.
- A chaque essai, après la décision, demander à la personne si elle souhaite parier peu ou beaucoup sur sa réponse. Si sa réponse était correcte, elle gagne ce qu'elle avait parié, sinon elle perd cette même somme.
- Postulat 2: Si la personne ne parie pas mieux lors des essais corrects que lors des essais incorrects, c'est qu'elle n'est pas consciente de ses performances.
- Avantages supposés:
 - Choisir de parier est « plus intuitif » que de rapporter son degré de confiance ou de conscience
 - Seule cette méthode garantit une motivation maximale (financière) à rapporter convenablement son degré de conscience

La méthode du pari après la décision (*post-decision wagering*)

Persaud, N., McLeod, P., & Cowey, A. (2007).

Post-decision wagering objectively measures awareness. *Nat Neurosci*, 10(2), 257-261.

- Expérience 1. Participant = patient G.Y. atteint de *vision aveugle*
- Stimuli présentés dans le champ aveugle dans 50% des essais, décision principale = jugement présent/absent

• Résultats
(sur 200 essais)

Table 1 Subthreshold stimuli in the scotoma (right hemifield)

	Correct	Incorrect	Total
High wager	67	23	90
Low wager	74	36	110
Total	141	59	200

« **Paris avantageux** »

- Le jugement présent-absent est bien meilleur que le hasard: $141/200 = 70\%$
- Le pari paraît nettement moins bon: seulement 52% de paris « avantageux »
- Un grand nombre d'essais corrects sont « gâchés » par un pari faible.
- Toutefois, la table de contingence n'est pas totalement due au hasard – un résultat que les auteurs interprètent comme lié à la présence d'un petit nombre d'essais conscients.

La méthode du pari après la décision (*post-decision wagering*)

Persaud, N., McLeod, P., & Cowey, A. (2007).

Post-decision wagering objectively measures awareness. *Nat Neurosci*, 10(2), 257-261.

- Expérience 2. Apprentissage d'une grammaire artificielle chez le sujet normal
- Jugement de « grammaticalité » sur des chaînes de lettres tirées d'une « grammaire » relativement complexe.

Table 4 Artificial grammar task with real money

	Correct	Incorrect	Total
High wager	217	38	255
Low wager	266	79	345
Total	483	117	600

« Paris avantageux »

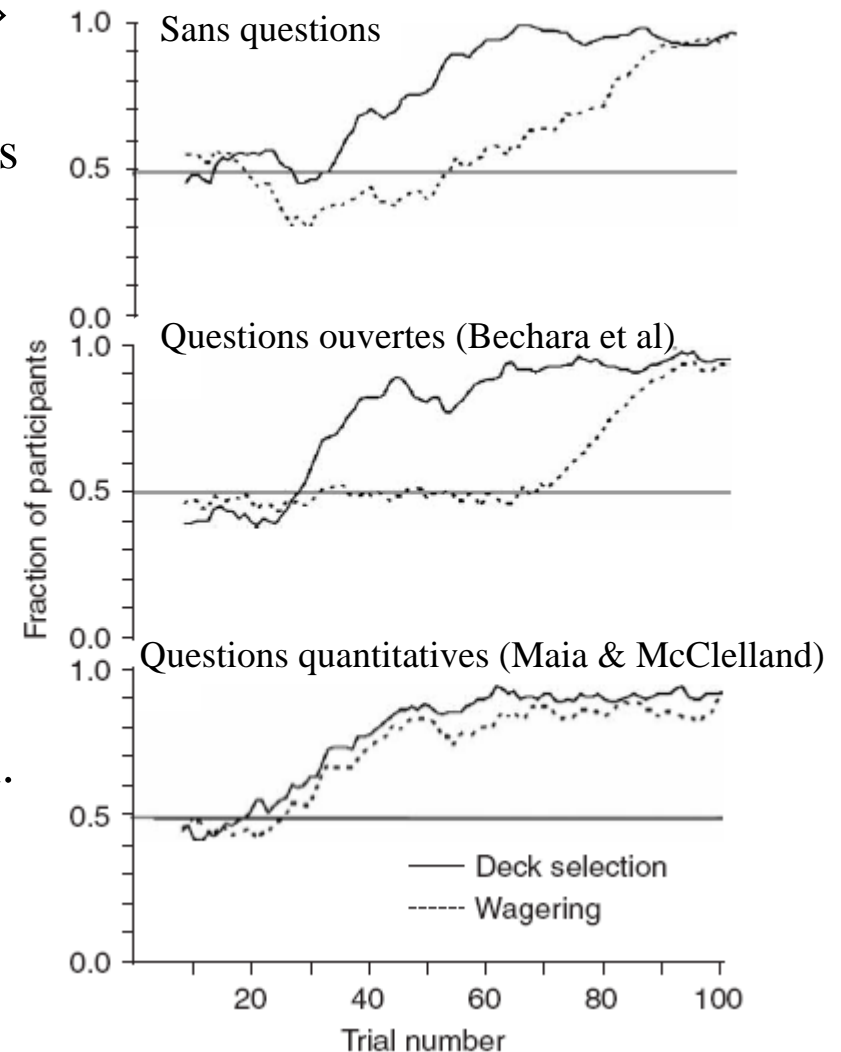
- Résultats très similaires: Taux de réponses correctes = 81%, Taux de paris avantageux = 49%
- Point intéressant: lorsque les participants jouent avec de l'argent « virtuel », leur performance est significativement moindre (68%), mais leur taux de paris avantageux ne change pas – ce qui suggère que la motivation a modifié la performance non-consciente, mais pas la capacité d'en prendre conscience.

La méthode du pari après la décision (*post-decision wagering*)

Persaud, N., McLeod, P., & Cowey, A. (2007).

Post-decision wagering objectively measures awareness. *Nat Neurosci*, 10(2), 257-261.

- Expérience 3. Tâche du « Casino de l'Iowa » chez le sujet normal.
- A chaque essai, le sujet choisit une carte dans l'un de quatre paquets
- Chaque carte porte un certain gain ou une certaine perte
- Deux paquets conduisent à des gains systématiques, deux autres à des pertes systématiques (ici, il s'agit de « multiplicateurs » sur la somme pariée)
- Les performances dans le choix des cartes « décollent » bien avant les paris avantageux.
- Résolution de la controverse Bechara/Maia:
Le fait de poser des questions tous les dix essais change la conscience que l'on a de la tâche.



La méthode du pari après la décision (*post-decision wagering*)

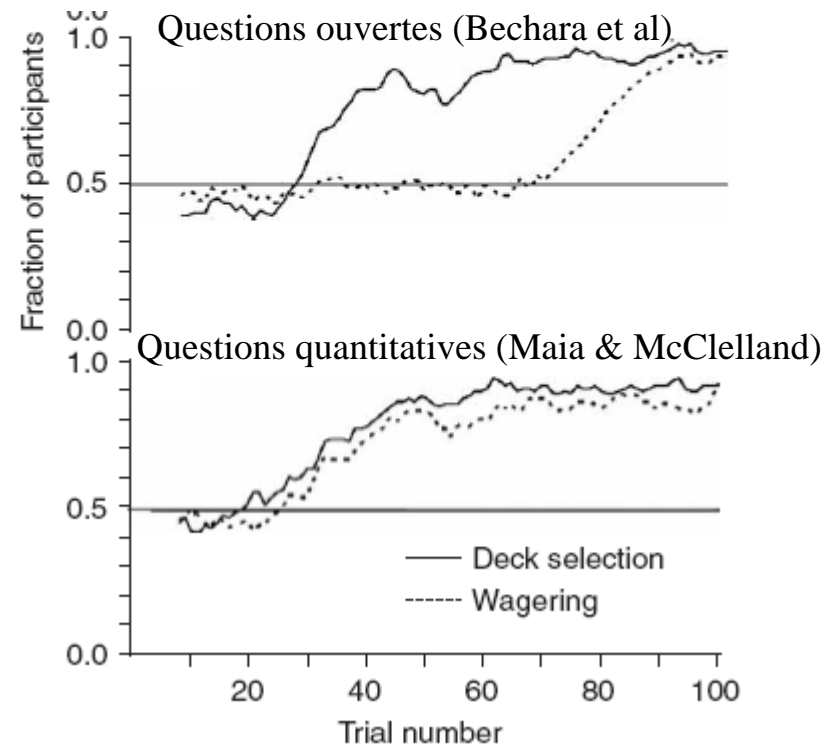
Persaud, N., McLeod, P., & Cowey, A. (2007).

Post-decision wagering objectively measures awareness. *Nat Neurosci*, 10(2), 257-261.

Conclusion de Persaud et al.: Il existe une **double dissociation** entre la performance directe et la tâche de pari:

- L'incitation financière améliore la performance mais pas le pari
- Le questionnement des sujets améliore le pari mais pas la performance

Donc les deux tâches mesurent bien des traitements différents – conscient et non-conscient



Critique de la méthode du pari après la décision

Clifford, C. W., Arabzadeh, E., & Harris, J. A. (2008).

Getting technical about awareness. *Trends Cogn Sci*, 12(2), 54-58.

Clifford et al. présentent une double critique:

1. La tâche n'est pas intuitive. Si les sujets comprenaient vraiment la tâche, ils verraient qu'il est avantageux de parier le maximum à chaque essais

→ Proposition d'une nouvelle matrice de paiement

		Outcome of decision	
		Correct	Incorrect
Wager	Low	+2	-1
	High	+5	-5

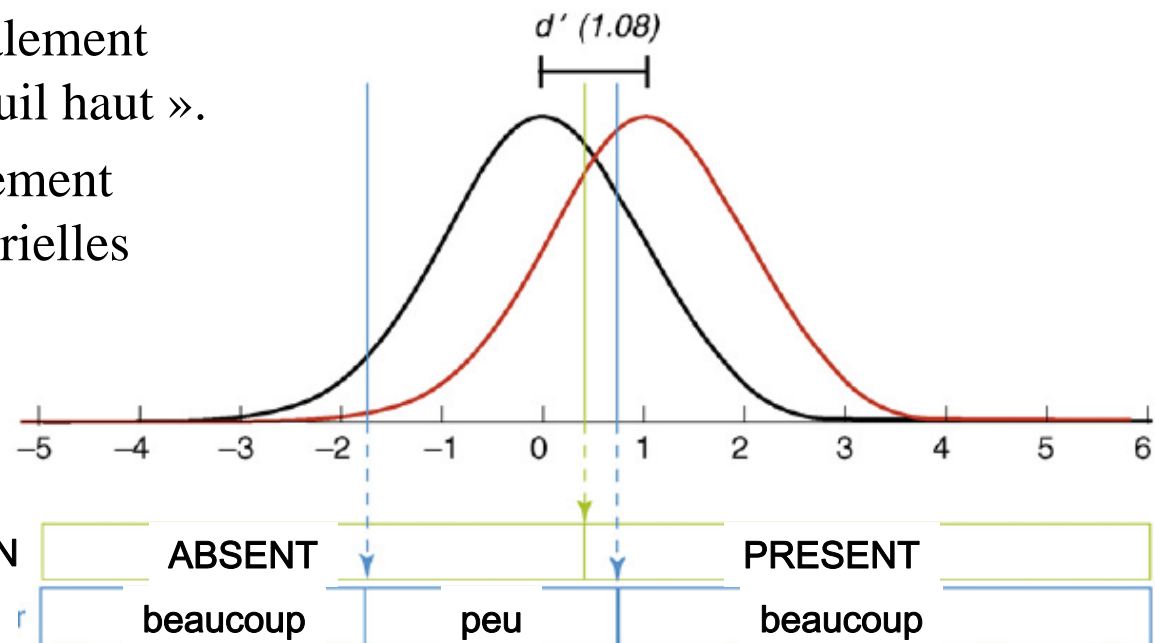
→ Mais elle ne résout rien

il serait maintenant avantageux de *ne pas* parier en dessous d'un certain taux de réussite

2. Les performances peuvent totalement s'expliquer par un pari « à seuil haut ».

Les sujets pourraient être parfaitement conscients des données sensorielles disponibles (*evidence*), mais réticents à parier quand ces données sont faibles.

(mais reste à expliquer la double dissociation)



Conclusion des expériences de pari

- La critique de Clifford et al. peut être renversée:
 - Peut-être l'accès à la conscience n'est-il rien d'autre qu'une forme d'accumulation d'évidence jusqu'à un seuil plus élevé que le seuil de réponse habituel
 - Ou bien une forme d'accumulation « de second niveau »: décision que la première décision a ou n'a pas atteint un niveau de certitude fixé.
 - Quelle qu'en soit l'explication, le fait que les sujets ne parient qu'à certains essais est une observation d'autant plus intéressante que ce comportement est sous-optimal.
- La capacité de « réfléchir », de porter des jugements sur son propre comportement, semble nécessiter l'accès à la conscience
 - Une information consciente serait une information stable, disponible, utilisable pour des décisions « réfléchies »
 - La décision rationnelle est-elle nécessairement consciente?

Peut-on prendre une décision optimale sans y réfléchir consciemment?

Dijksterhuis, A., Bos, M. W., Nordgren, L. F., & van Baaren, R. B. (2006).

On making the right choice: the deliberation-without-attention effect. *Science*, 311(5763), 1005-1007.

Deux idées contradictoires sur le rôle de la conscience dans la décision rationnelle:

1. Depuis la plus haute antiquité, l'école de pensée dominante souligne le rôle essentiel de la réflexion approfondie et consciente (raisonnement logique, syllogisme, calcul...)
2. Cependant, nous avons tous fait l'expérience de **décisions intuitives**, prises « sans réfléchir » ou « après le bénéfice d'une nuit de sommeil ».

Les mathématiciens (Hadamard, Poincaré...) soulignent l'importance de l'« incubation non-consciente » dans la résolution de certains problèmes mathématiques.

Une idée provocante: Selon UTT (« Unconscious thought theory »), plus la décision est complexe, moins la délibération consciente est utile.

Les expériences de Dijksterhuis et al (2006):

- Décisions complexes: par exemple choisir la meilleure voiture parmi quatre choix possibles, avec 4 ou 12 attributs pour chaque voiture
- Lecture de la description des choix, puis soit (a) délibération consciente pendant 4 minutes; (b) distraction (résolution d'anagrammes) pendant 4 minutes; enfin décision.

Peut-on prendre une décision optimale sans y réfléchir?

Résultats:

Expériences 1 et 2: En présence d'un choix « objectivement le meilleur » (75% d'attributs favorables):

- La décision prise est meilleure après incubation non-consciente, mais seulement si le choix est difficile (expérience 1)
- Les sujets différencient mieux les choix désirables et indésirables (expérience 2)

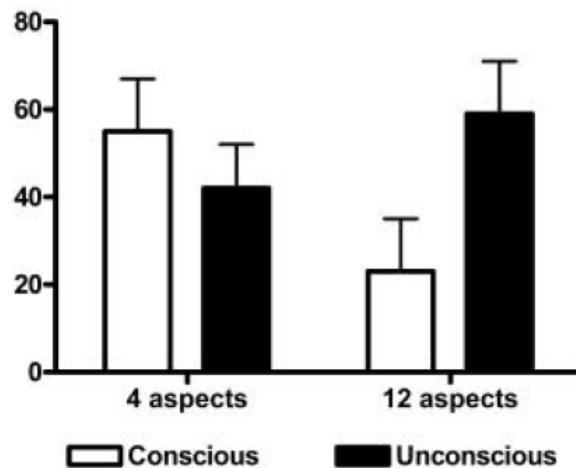


Fig. 1. Percentage of participants who chose the most desirable car as a function of complexity of decision and of mode of thought ($n = 18$ to 22 in each condition). Error bars represent the standard error.

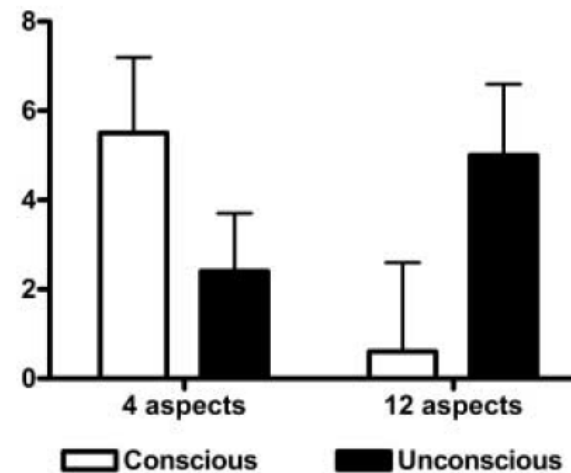


Fig. 2. Difference in attitude (on a scale of -25 to +25) toward the desirable and undesirable car as a function of complexity of decision and of mode of thought ($n = 12$ to 14 in each condition). Error bars represent the standard error.

Peut-on prendre une décision optimale sans y réfléchir?

Résultats:

Expériences 3 et 4: Extension à des choix naturels, « écologiques » (shopping!), quantifiés avec une mesure subjective (questionnaire de satisfaction après l'achat):

- Plus le nombre d'attributs à prendre en compte est grand, plus l'avantage du choix « sans réfléchir » est grand.
- Dans les magasins à produits « complexes » (IKEA), l'avantage du choix « non-conscient » serait évident!

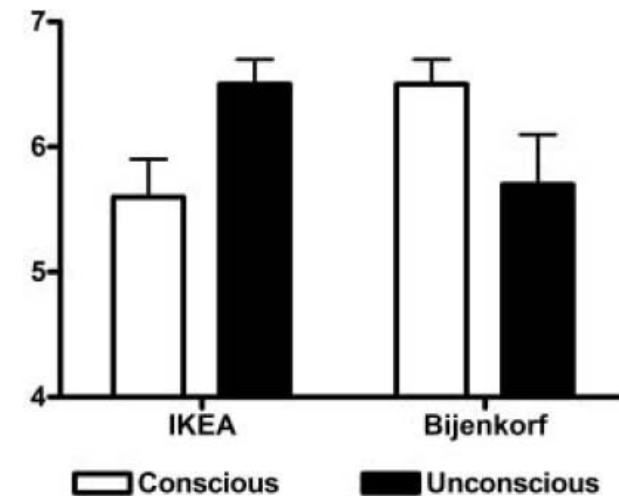
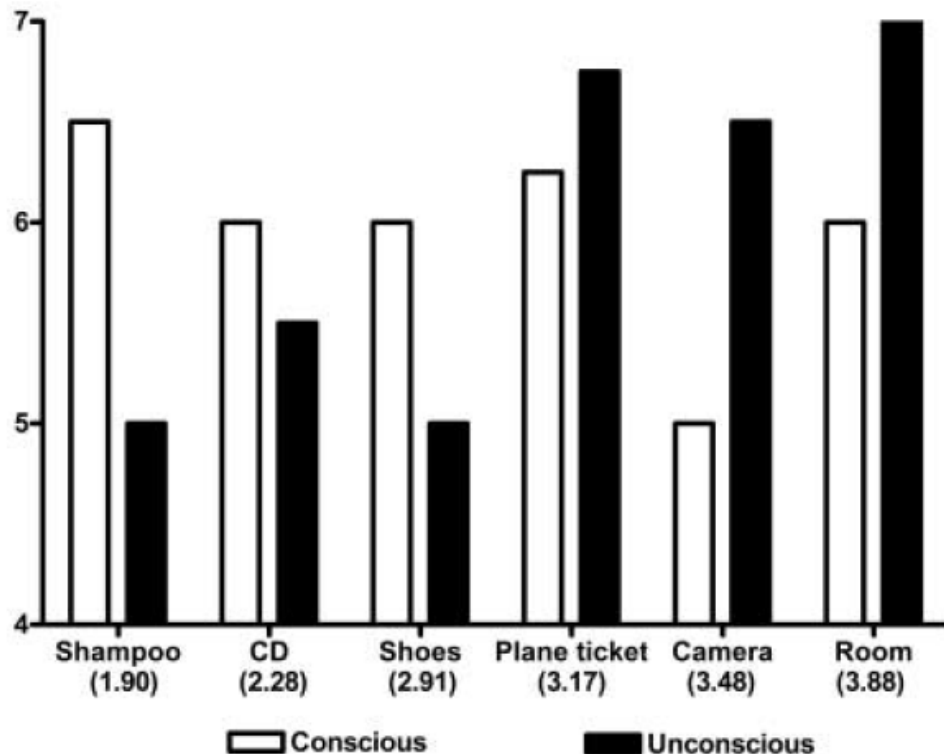


Fig. 4. Postchoice satisfaction of IKEA ($n = 27$) and Bijenkorf ($n = 27$) shoppers as a function of mode of thought. Error bars represent the standard error.

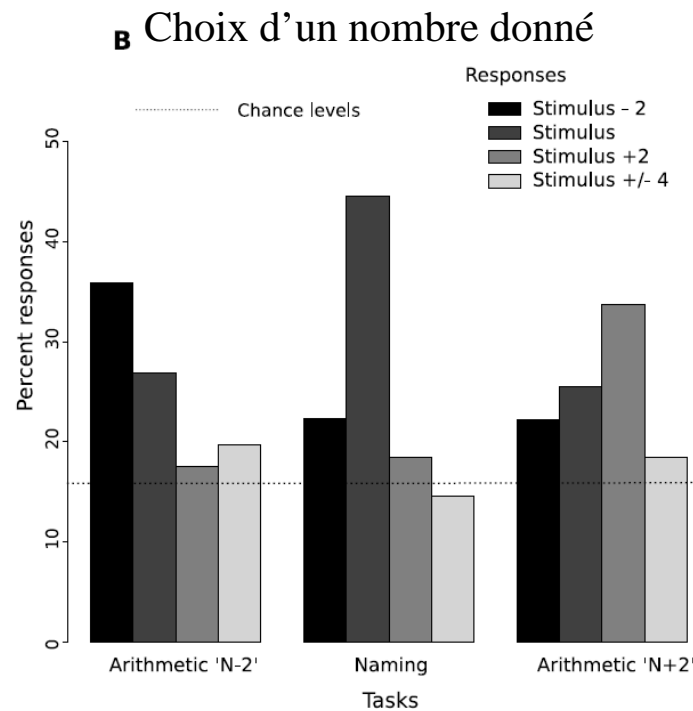
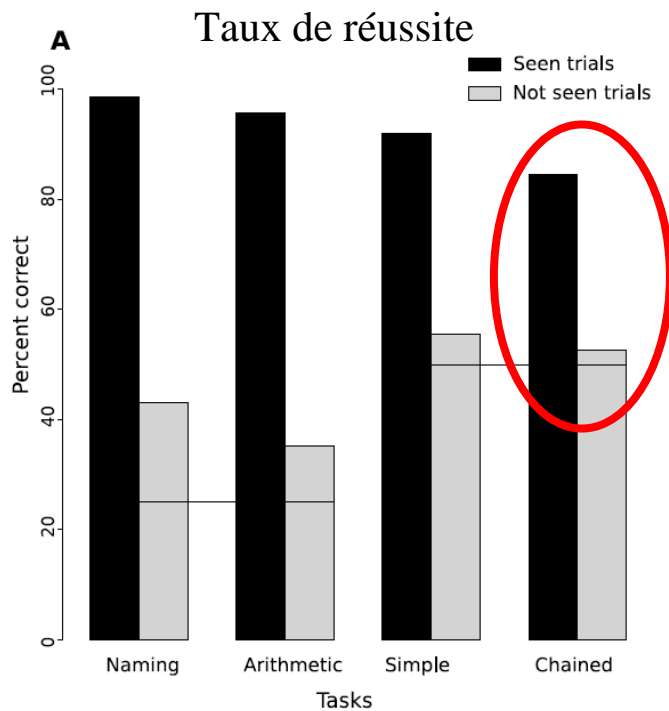
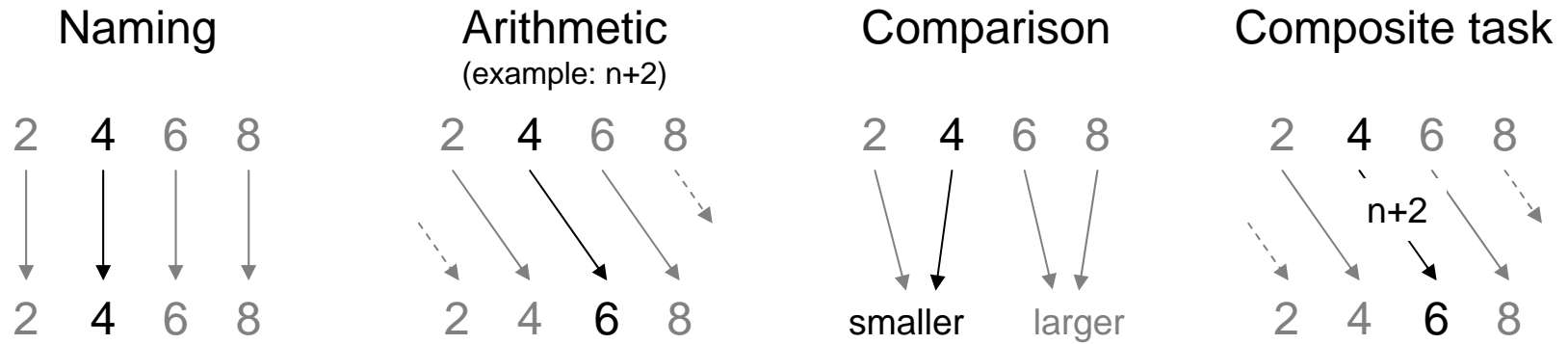
Critique des expériences de Dijksterhuis et al. (2006)

- Le terme « non-conscient » est inapproprié
 - Les problèmes font l'objet d'un intense examen conscient. C'est seulement ensuite que le sujet est distrait et supposé « non-conscient » du problème.
 - La tâche de distraction n'est pas bien contrôlée – elle laisse la possibilité aux sujets de réfléchir, en partie, au problème posé.
 - Il semblerait que la différence de résultats provienne d'une mauvaise performance après réflexion consciente (par rapport à une décision immédiate), plutôt que d'un avantage au traitement conscient (Rey, Goldstein & Perruchet, 2008).
- Cependant, une hypothèse est intéressante à considérer:
 - Seules les décisions qui demandent de pondérer de nombreux attributs *simultanément, en parallèle* seraient favorisées par le jugement intuitif.
 - Analogies avec d'autres comportements:
 - Capacité d'estimer un grand nombre de points simultanément
 - Capacité « pré-attentive » d'estimer la taille moyenne d'un grand nombre d'objets (Chong & Treisman, 2005)
- Certaines opérations arithmétiques (comparaison, addition, moyenne) feraient partie des jugements « naturels », spontanés et non-conscients.
- L'enchaînement de ces opérations élémentaires demanderait la conscience.

L'enchaînement de deux opérations nécessite-t-il la conscience?

Sackur et Dehaene, *Cognition* sous presse

Exécution « à choix forcé », sur un chiffre masqué, de l'une de quatre tâches arithmétiques.

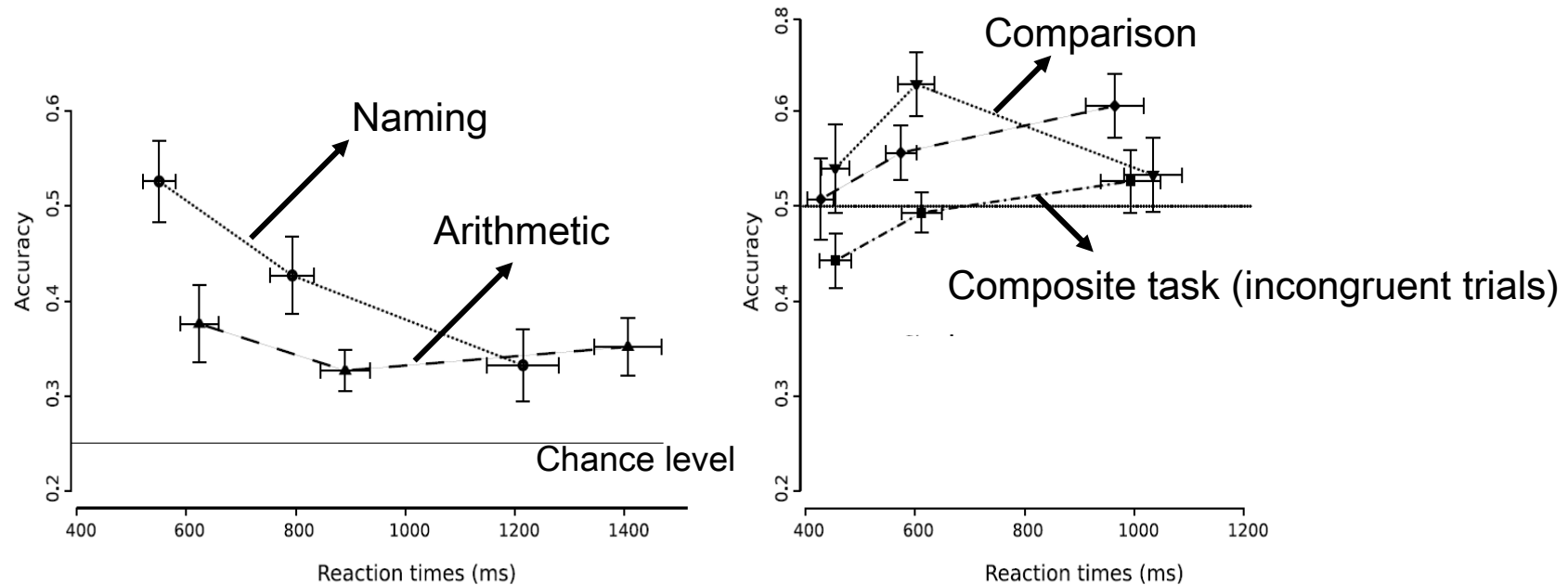


Les performances dans l'enchaînement de deux tâches sont au niveau du hasard.

L'enchaînement de deux opérations nécessite-t-il la conscience?

Sackur et Dehaene, *Cognition* sous presse

Examen des performances non-conscientes en fonction du temps de réponse:

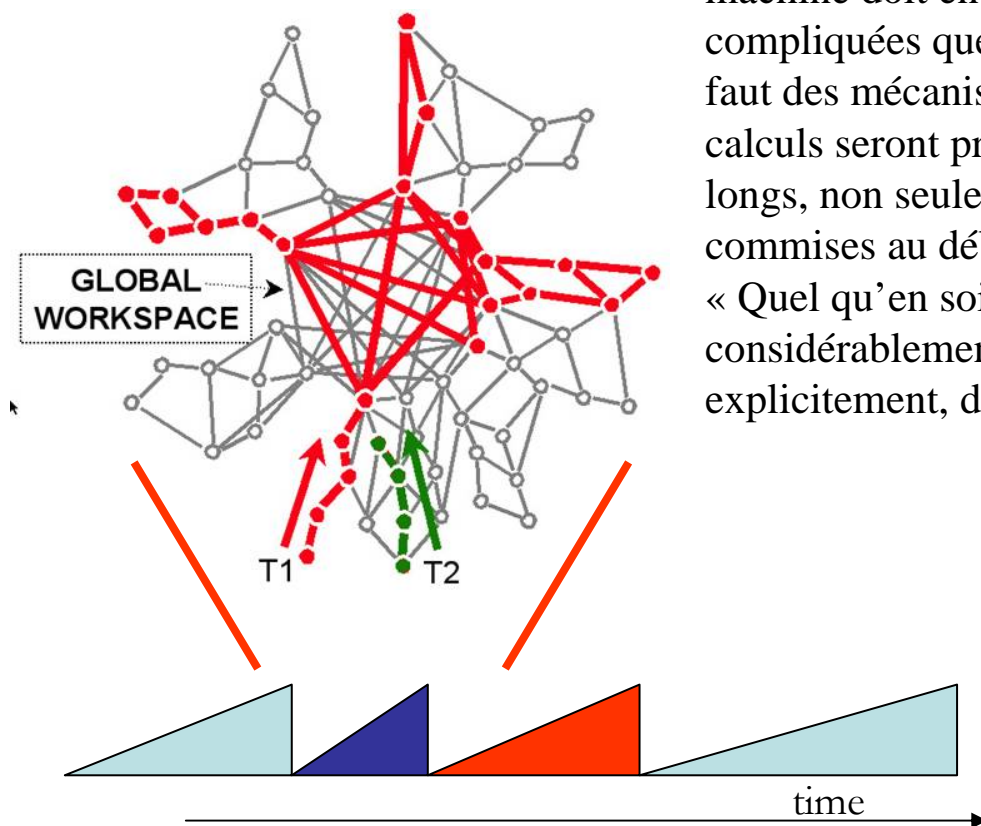


Conclusion:

- Ces expériences réaffirment que certaines opérations arithmétiques (la comparaison, mais aussi l'addition et la soustraction, et même la dénomination) peuvent être déclenchées sans conscience.
- L'enchaînement ferait partie des opérations « de type C » qui nécessitent la conscience.
- On retrouve dans toutes ces expériences l'idée que le contrôle cognitif des opérations automatiques (inhibition, maintien d'un résultat, enchaînement...) nécessite l'intervention d'un système « exécutif » de niveau supérieur qui est nécessairement conscient.

Conclusion: Vers un modèle de l'accès à la conscience

Le “flux” de la conscience semble formé d’une série d’étapes “méta-stables”, chacune consistant en la sélection d’un objet mental pertinent et son accès à un espace de travail global. L’un des rôles de l’espace de travail global serait d’**accumuler l’information** jusqu’à atteindre une précision arbitraire, de la **stocker à court terme**, et de la **diffuser largement** afin qu’elle puisse être exploitée pour contrôler le comportement.



Sigman & Dehaene, *PLoS:Biological*, 2005

« L’expérience accumulée sur les ordinateurs montre que, si une machine doit entreprendre des tâches arithmétiques aussi compliquées que ne le fait visiblement le système nerveux, il lui faut des mécanismes de haute précision. La raison en est que ces calculs seront probablement longs, et qu’au cours de calculs longs, non seulement les erreurs s’additionnent, mais celles commises au début du calcul sont amplifiées par la suite. » (...)
« Quel qu’en soit le système, il ne peut que s’écarter considérablement de ce que nous appelons, consciemment et explicitement, des mathématiques. »

