HAL
open science

Interactions entre langage et processus visuels rapides : une étude chez l'homme normal, l'aphasique et le singe

Simon J Thorpe

To cite this version:

Simon J Thorpe. Interactions entre langage et processus visuels rapides : une étude chez l'homme normal, l'aphasique et le singe. 2005. hal-00003908

HAL Id: hal-00003908

https://hal.science/hal-00003908

Preprint submitted on 20 Jan 2005

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Interactions entre langage et processus visuels rapides : une étude chez l'homme normal, l'aphasique et le singe

Responsable scientifique : Simon THORPE

Simon THORPE
Centre de Recherche Cerveau & Cognition (UMR 5549)
133, route de Narbonne
31062, Toulouse
Tél. : 05 62 17 28 03

Équipes partenaires

- Équipe Neuropsycholinguistique
- Laboratoire Jacques-Lordat. E. A 1941
- Maison de la recherche Université de Toulouse-Le Mirail – 5, Allées A. Machado 31058 Toulouse Cedex – Tel : 33 (0) 5 61 50 46 72/Fax : 33 (0) 5 61 50 46 72

Rappel des enjeux et objectifs

L'étude de la catégorisation est un thème privilégié au sein de l'Institut des Sciences du Cerveau de Toulouse (IFR n° 96) et l'un des objectifs de ce projet est de mettre en interaction différentes équipes abordant ce thème chez l'homme et l'animal avec des approches expérimentales différentes.

Un faisceau de données suggère maintenant qu'une rapide réponse motrice de catégorisation peut être déclenchée sur la base de mécanismes massivement parallèles et essentiellement feed-forward probablement automatiques et indépendants de l'attention focalisée. La catégorisation visuelle rapide est par ailleurs un bon exemple pour aborder la façon dont vision et langage peuvent interagir.

Dans ce projet, cette interaction « langage et traitements visuels rapides » sera analysée à divers niveaux hiérarchiques de catégorisation et à l'aide de deux protocoles de catégorisation : (1) la tâche de catégorisation rapide d'images naturelles utilisée habituellement au CERCO et (2) une procédure de présentation RSVP qui permettra, à l'intérieur d'un même bloc d'essais, de varier la difficulté du traitement en jouant sur les effets de masquage pro- et rétro-actif. Deux types de réponse seront étudiés : la réponse motrice rapide (automatique et inconsciente ?) et la réponse verbale de dénomination qui devrait faire appel à des processus impliquant conscience et accès lexical.

En étudiant tout à la fois les performances de sujets sains, de sujets aphasiques (ayant des difficultés d'accès au lexique) et de singes macaques (dépourvus de langage), nous espérons ainsi pouvoir isoler des conditions dans lesquelles la réponse motrice rapide du sujet est exécutée avec précision alors que la dénomination est impossible. Notre deuxième objectif est de distinguer les processus cérébraux permettant la catégorisation motrice rapide automatisée des processus cérébraux faisant obligatoirement appel au lexique et permettant la dénomination de la cible catégorisée (réponse verbale) en recherchant les structures cérébrales qui présenteraient une différence d'activation entre essais « cibles » et essais « distracteurs », mais pour lesquelles l'activation varierait également avec le niveau de performance révélé soit par la réponse motrice, soit par la réponse de dénomination.

Cette étude fera appel à une analyse comportementale associée à des techniques d'imagerie cérébrale disponibles au sein de l'IFR telles que l'enregistrement des potentiels évoqués et la recherche de sources ainsi que l'IRM fonctionnelle.

Rappel du calendrier des travaux

Les divers volets expérimentaux peuvent débuter parallèlement dans les deux laboratoires impliqués. Chaque série d'expériences demandera 3-4 mois de mise au point et 6-9 mois d'enregistrement et d'analyse. L'expérience en RSVP demandera probablement un temps de mise au point plus long. Pour le singe, cette durée sera augmentée du temps nécessaire à l'apprentissage, aux interventions chirurgicales et aux impondérables de ce type d'étude. Pour les aphasiques elle dépendra de l'accès aux patients. Les études en potentiels évoqués seront immédiatement couplées aux études

comportementales. Les acquisitions IRMf dépendront principalement de la mise en service de l'IRM 3 teslas consacrée à la recherche qui doit être acquise par l'IFR mais pourraient, en cas de problèmes, être effectuées sur d'autres machines auxquelles nous pouvons accéder (IRMf 1,5 t disponible au CHU de Purpan ou IRMf 3 t disponible sur un autre site français).

Etat d'avancement à mi-parcours (septembre 2002)

Le bilan pour la première partie de ce projet est très positif, même si de nombreux problèmes ont perturbé son bon déroulement. L'explosion de l'usine AZF a rendu inutilisable les locaux du laboratoire Jacques-Lordat à la maison de la recherche de l'université Mirail. Ces locaux ne sont toujours pas fonctionnels, ce qui n'a bien sûr pas rendu la vie simple pour l'une des partenaires du projet – l'équipe d'Anne Rohr. Depuis l'arrivée tardive des crédits, nous avons procédé à la sélection et la commande d'un système d'enregistrement 40 voies de type portable ainsi qu'un ordinateur portable, nos premières études sur patient en milieu clinique devrait commencer rapidement après réception de ce matériel.

Malgré ces problèmes, nous avons pu avancer rapidement sur les parties expérimentales concernant l'homme normal et chez le singe. La première partie de ce rapport va donc résumer les résultats obtenus.

Catégorisation visuelle ultra rapide et masquage

Tout d'abord, nous avons réalisé une première expérience sur la catégorisation ultra-rapide des sujets humains dans des conditions de masquage sévères. Cette expérience constitue une première tentative dans la partie de l'étude concernant la catégorisation en conditions « RSVP » (Rapid Sequential Visual Presentation). Dans les deux cas, le but est d'étudier comment la performance se dégrade lorsque le temps disponible pour traiter chaque image est réduit. Dans un protocole RSVP (prévu dans ce projet) ceci est obtenu en présentant une séquence d'images, et en variant l'intervalle temporel d'espacement entre images. Or, dans le protocole que nous avons utilisé en premier lieu, nous avons fait suivre la présentation d'une image test par un stimulus dynamique de très fort contraste. L'image test a été présentée pendant 6,25 ms, et la valeur du SOA (Stimulus Onset Asynchrony) a varié de 6.25 à 106 ms. La courbe de performance obtenue est illustrée dans la figure 1, et démontre que si l'intervalle entre image test et masque est minime (6.25 %) le niveau de performance est effectivement au niveau chance. Mais, lorsque la séparation augmente, le niveau de performance est au-delà de la chance dès 12 à 19 ms et atteint des valeurs presque optimales vers 40-60 ms. Ces résultats viennent d'être présentés au 25e European Conference on Visual Perception qui s'est déroulé à Glasgow, Écosse (Thorpe et al, 2002). Les résultats font également l'objet d'un article en préparation.

Un des aspects les plus remarquables des résultats est le fait que lorsque l'intervalle entre stimulus et masque est court (inférieur à 40 ms), les sujets arrivent à faire la tâche alors qu'ils ont l'impression qu'ils n'ont pas vu le stimulus ! Il pourrait s'agir d'une forme de « blindsight », connue chez les patients avec lésion des aires visuelles primaires. Or, pour le

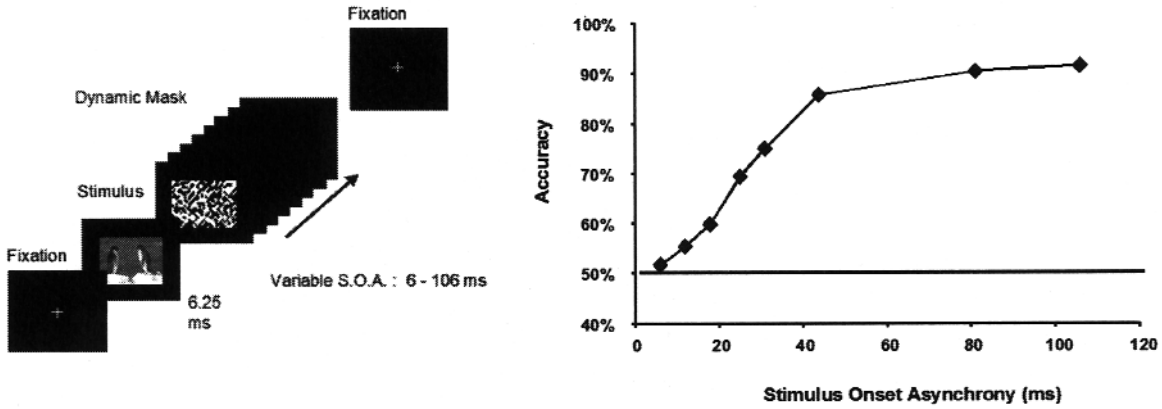

FIGURE 1. À gauche : organisation d'un essai pour les expériences sur les effets de masquage retro-actif. On présente une image test pendant 6,25 ms. Après un délai variable (SOA – Stimulus Onset Asynchrony) une série de masques à très fort contraste est présentée. A droite : variation du taux de réponses correctes en fonction de l'S.O.A. (Thorpe, Bacon, Rousselet, Macé & Fabre-Thorpe, 2002, Perception, 31, 150.

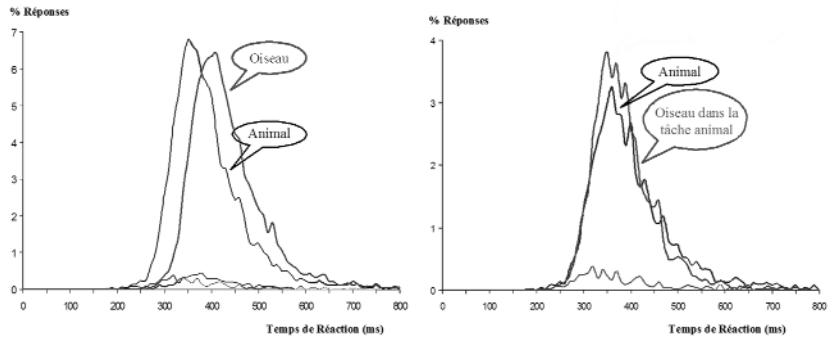

FIGURE 2. Distribution des temps de réactions dans des tâches de catégorisation visuelle ultra rapide. À gauche, nous comparons les distributions pour une tache où la catégorie cible est "animal" (en noir) avec ceux où la catégorie cible est « oiseau » (en gris). Les lignes inférieures correspondent aux erreurs. À droite, nous comparons les distributions de temps de réaction uniquement pour les images contenant un oiseau et les autres images cibles lorsque la catégorie cible est « animal ».

moment, notre impression que les sujets n'ont pas « vu » l'image est anecdotique, et il va falloir mesurer explicitement le niveau de reconnaissance avec une tâche qui demande non seulement de relâcher le bouton chaque fois qu'une cible est présente, mais également de nommer des stimulus si possible.

Effet du niveau de catégorisation

Une des questions clés soulevées par ce projet concerne l'influence du niveau de catégorisation. En effet, dans presque toutes nos expériences précédentes, nous avons utilisé des catégories « supra-ordonnées » comme « animal » ou « moyen de transport » comme cible. Que se passera-t-il si on choisit une catégorie plus spécifique, telle « oiseau » ou même « aigle » ? Plusieurs résultats sont possibles. On pourrait imaginer que, comme la diversité des formes visuelles est plus faible dans le cas de la catégorie « oiseau » (ils ont quasiment tous des becs, des ailes, des plumes…) alors que très peu de ces caractéristiques visuelles sont partagées par d'autres animaux, la tâche pourrait être plus simple, et donc plus rapide, à réaliser. Or, les résultats d'une première expérience semblent indiquer le contraire – comparés à la catégorie cible des « animaux, les temps de réaction moyens des sujets étaient plus longs d'environ 70 ms lorsque la catégorie cible est celle des « oiseaux », (voir figure 2 – figure de gauche). Il est intéressant de constater que, par contre, si l'on mesure les temps de réaction pour les réponses à des oiseaux lorsque les sujets les catégorisent en tant qu'« animal », nous ne trouvons pas de différence (voir figure 2 – figure de droite). Ainsi, on peut exclure la possibilité que les oiseaux soient des formes intrinsèquement plus difficiles à traiter. Il semble bien, donc, que la différence soit liée à la tâche elle-même. Ces résultats vont totalement à l'encontre de la notion de « catégorie de base » ou catégorie d'entrée bien connue dans la littérature. Mais pourquoi serait-il plus facile de catégoriser un oiseau comme « animal » que comme « oiseau ». Pour le moment, nous n'avons pas de réponse, mais il est clair que cette question est une des plus importantes dans la suite du projet.

Signalons aussi que nous avons réalisé une autre série d'expériences où les sujets doivent alterner entre deux tâches avec le même type de matériel. Pendant certains blocs d'essais les sujets doivent répondre chaque fois que l'image contient le visage d'un être humain, alors que le reste du temps, la catégorie cible est celle des visages d'animaux. Malgré les grandes similarités des stimuli, cette tâche s'est révélée parmi les plus faciles pour nos sujets, avec un taux de réussite extrêmement élevé dans les deux conditions (97.7 % lorsque la cible était « visage d'humain », 97.9 % avec « visage d'animal » comme cible). Ce qui rend si étonnant ce niveau de performance est le fait que dans ces tâches, les mêmes images sont alternativement utilisées comme cible ou distracteurs. De toute évidence, ceci exclut grand nombre de stratégies « simple » pour détecter des visages, car beaucoup de caractéristiques sont partagées par les deux catégories cibles. Ainsi, la présence d'un œil ne permet pas de distinguer entre homme et animal et ne peut donc guère être utilisée comme indice diagnostique dans cette tâche.

Recherches chez le singe

Enfin, nous avons pu avancer sur la partie du projet concernant les performances en catégorisation ultra-rapide chez le singe. Un singe est en cours d'entraînement sur une double tâche équivalente à celle utilisée chez l'homme – c'est-à-dire, alternance entre la catégorie cible « animal » et la catégorie cible « oiseau ». Les résultats sont vraiment très préliminaires, mais pour le moment, il semblerait que la différence très importante de temps de réaction entre les deux tâches que nous avons constaté chez l'homme ne se retrouverait pas chez le singe. Bien évidemment, nous allons poursuivre ces expériences pour tenter de comprendre la nature des différences éventuelles entre homme et singe dans cette tâche.

Programme de travail pour 2003

Dans les mois qui viennent, nous allons poursuivre nos expériences sur le niveau de catégorisation en ajoutant d'autres niveaux de spécificité dans la tâche de catégorisation. Ainsi, nous devrions pouvoir déterminer si la différence « animal »/« oiseau » est quelque chose que l'on puisse retrouver avec d'autres types de différence de niveau. Spécifiquement, nous allons comparer « oiseau » avec « rapace ». On peut également utiliser des catégories basées sur la catégorie globale « moyens de transport », en comparant le niveau de performance lorsque l'on demande une sous-catégorie du type « voiture » ou « avion », ou une catégorie encore plus fine (« voiture de sport » ou « avion à hélice » par exemple).

D'autre part, nous poursuivrons les recherches avec les présentations brèves, en ajoutant des séquences d'images de type RSVP. Comme prévu dans le projet initial, nous allons ajouter une tâche de dénomination, ce qui devrait nous permettre de voir s'il y existe une différence entre les conditions de présentations permettant la réalisation d'une simple tâche de catégorisation par réponse manuelle, et une tâche qui implique l'accès à une représentation au niveau linguistique.

Chez le singe, nous allons continuer à se servir de la stratégie « double tâche » pour tenter de mieux cerner les limites éventuelles de la catégorisation chez l'homme.

Enfin, avec l'achat des appareils portables, et les solutions provisoires apportées aux problèmes liés à l'explosion de l'usine AZF, nous devrions pouvoir enfin commencer à tester dans des conditions convenables des patients aphasiques. Signalons également la prise de contact avec l'équipe du Dr Roselyne McCarthy du département de Psychologie de l'Université de Cambridge (UK) qui a accès à des cas très intéressants d'agnosie sélective, avec perte sélective des connaissances liées aux animaux. Nous pouvons donc voir si, éventuellement, un sujet incapable de retrouver des informations sémantiques peut être capable d'effectuer la réponse motrice demandée dans la tâche de catégorisation visuelle ultra-rapide.

Publications issues du projet

Thorpe, S.J., Bacon, N., Rousselet, G., Macé, M.J.-M., Fabre-Thorpe, M., Rapid categorisation of natural scenes : feed-forward vs. feeback contribution evaluated by backwards masking. *Perception*, 31 suppl : (2002) 150.

Rousselet, G.A., Macé, M., J-M., Sternberg, C., Fabre-Thorpe, M., Thorpe, S., J., Rapid categorisation of faces and animals in upright and inverted natural scenes : no need for mental rotation and evidence for a selective streaming of upright faces. *Perception*, 31 supplement : (2002) 132.

Macé, M., J-M., Rousselet, G.A., Sternberg, C., Fabre-Thorpe, M., Thorpe, S., J., Very early event-related-potential effects in rapid visual categorisation of natural scenes : distinguishing the role of low-level visual properties and task requirements. *Perception*, 31 supplement : (2002) 132.