

Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire

Romain Buchot

▶ **To cite this version:**

Romain Buchot. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire. Psychologie. Université Rennes 2, 2014. Français. NNT : 2014REN20006 . tel-00984472

HAL Id: tel-00984472
https://theses.hal.science/tel-00984472

Submitted on 28 Apr 2014

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.



THESE / UNIVERSITE RENNES 2
sous le sceau de l'Université européenne de Bretagne

pour obtenir le titre de
DOCTEUR de l'Université de Rennes 2
Mention : Psychologie cognitive
Ecole doctorale Sciences Humaines et Sociales (SHS)

présentée par
Romain Buchot

Préparée au sein du CRPCC (EA1285)
Université Rennes 2
Centre de Recherche en Psychologie, Cognition et Communication

ETUDE DU TRAITEMENT VISUEL PRECOCE DES OBJETS PAR LA METHODE DE L'AMORÇAGE INFRALIMINAIRE

Thèse soutenue le //2014
devant le jury composé de :

Franck GANIER
Professeur des Universités, Université de Bretagne Occidentale / *Président*

Muriel BOUCART
Directrice de Recherche, Université de Lille 2 / *Rapporteur*

Yves CORSON
Professeur des Universités, Université de Nantes / *Rapporteur*

Frédéric DEVINCK
Maître de Conférences, Université Rennes 2 / *Examinateur*

Jean Émile GOMBERT
Professeur des Universités, Université Rennes 2 / *Directeur de thèse*

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

SOUS LE SCEAU DE L'UNIVERSITÉ EUROPÉENNE DE BRETAGNE

UNIVERSITÉ RENNES 2

École Doctorale – Sciences Humaines et Sociales

Unité de Recherche – CRPCC (EA 1285)

Centre de Recherche en Psychologie, Cognition et Communication

ETUDE DU TRAITEMENT VISUEL PRECOCE DES OBJETS PAR LA METHODE DE L'AMORÇAGE INFRALIMINAIRE

Thèse de Doctorat

Discipline : Psychologie Cognitive

Présentée par Romain BUCHOT

Directeur de thèse : Jean Émile GOMBERT

Soutenue le //2014

Jury :

Franck GANIER, Professeur des Universités, Université de Bretagne Occidentale (Président)

Muriel BOUCART, Directrice de Recherche, Université de Lille 2 (Rapporteur)

Yves CORSON, Professeur des Universités, Université de Nantes (Rapporteur)

Frédéric DEVINCK, Maître de Conférences, Université Rennes 2 (Examinateur)

Jean Émile GOMBERT, Professeur des Universités, Université de Rennes 2 (Directeur de thèse)

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Remerciements

Je remercie le Professeur Jean Émile Gombert pour avoir accepté de diriger cette thèse, pour sa compréhension, et pour m'avoir accompagné jusqu'au terme de mon travail.

Je remercie Jean-Pierre Gaillard pour m'avoir proposé cette thématique.

Je remercie les membres du jury de cette thèse : Franck Ganier, Muriel Boucart, Yves Corson, et Frédéric Devinck.

Je remercie également :

L'équipe du Laboratoire de Psychologie Expérimental (LPE) de Rennes 2, et notamment Frédéric Devinck, Christophe Quaireau, Alain Lieury, Gilles Deguillard, et bien sûr mes collègues doctorants. Je remercie tout particulièrement Yvonnick Noël pour son aide et sa disponibilité.

Sandrine Delord et Olivier Le Meur pour leurs éclaircissements quant à l'analyse fréquentielle des images.

Les étudiants qui ont accepté de participer aux études.

Mes parents.

Et Isabelle.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Table des matières

Table des matières **4**

INTRODUCTION GENERALE **9**

PARTIE 1 : INTRODUCTION THEORIQUE **12**

Chapitre 1 : Traitement de l'information visuelle et identification des objets **13**

1. Les traitements précoces 14
   1.1 La précédence de l'information globale 14
   1.2 La structuration de la forme 15
2. Les théories d'identification et de reconnaissance des objets 16
   2.1 Les modèles centrés sur le point de vue 16
   2.2 L'invariance au point de vue : la théorie RBC (Recognition By Components) 17
      2.2.1 Description du modèle RBC 17
      2.2.2 Critiques du modèle RBC 20
3. Jonctions et indices de tridimensionnalité 21
   3.1 L'utilisation des images fragmentées 22
   3.2 Les différents types de jonctions 22
   3.3 Le rôle facilitateur des jonctions et des indices de tridimensionnalité 23
      3.3.1 Jonctions et indices 3D dans la théorie RBC 23
      3.3.2 Hypothèses quant à la supériorité des jonctions et des indices 3D 26
   3.4 Des résultats contradictoires : l'hypothèse de Panis et Wagemans 27
      3.4.1 Cadre théorique 27
      3.4.2 La « saillance des parties » (*part saliency*) 27
      3.4.3 Groupement et appariement 28
      3.4.4 Type de fragmentation 28
4. Conclusion 31

Chapitre 2 : L'inconscient cognitif et la perception infraliminaire **32**

1. La conscience en psychologie cognitive 32
   1.1 L'approche scientifique de la conscience 32
   1.2 Définition de la conscience en psychologie cognitive 33
   1.3 Le modèle de l'Espace de Travail Neuronal Global (ETNG) 34
   1. 4 Conclusion 36
2. L'inconscient cognitif 36
   2.1 Historique du concept d'inconscient cognitif 36
   2.2 Caractéristiques des processus non conscients 37
   2.3 Modélisation de l'inconscient cognitif par l'ETNG 39
3. L'étude de la perception non consciente 42
   3.1 Définitions et méthodes 42
      3.1.1 Définition de la perception subliminale 42
      3.1.2 Paradigmes utilisés en perception subliminale 43
         3.1.2.1 L'amorçage visuel « classique » 43
         3.1.2.2 L'amorçage visuel masqué 44

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

3.2 Mesures subjectives et objectives de la conscience et de l'absence de conscience du stimulus 46
3.2.1 Des mesures subjectives aux mesures objectives 46
3.2.2 Méthodologie des mesures objectives 48
3.2.2.1 La dissociation des tâches directe et indirecte 48
3.2.2.2 Paramètres à contrôler 49
3.2.3 Conclusion 50
3.3 Les résultats récents 51
3.4 Caractéristiques de l'effet d'amorçage non conscient 53
3.4.1 Impact de l'attention sur le traitement non conscient 53
3.4.2 Limites des effets d'amorçage non conscient 54
3.5 Conclusion 54
Chapitre 3 : Modèles de l'amorçage et du masquage 56
1. Modèles de l'amorçage 57
1.1 Le système PRS (*Perceptual Representation System*) 57
1.2 La mémoire iconique 58
1.2.1 La conception « classique » de la mémoire iconique 58
1.2.2 Trois types de persitances 58
1.2.3 Les post-images 59
1.3 Modélisation computationnelle de l'effet d'amorçage 60
1.4 Conclusion 61
2. Le masquage visuel 63
2.1 Méthodologie du masquage visuel 63
2.1.1 Paramètres temporels 63
2.1.2 Paramètres spatiaux 64
2.1.3 Types de présentation 65
2.1.4 Les fonctions de masquage 66
2.2 Mécanismes et modèles du masquage 66
2.2.1 Le masquage périphérique 67
2.2.2 Deux mécanismes de masquage : intégration et interruption 69
2.2.3 Le modèle en deux canaux 70
2.2.4 La similitude des caractéristiques physiques entre la cible et le masque 73
2.5 Conclusion 75
PARTIE 2 : CONTRIBUTION EMPIRIQUE 77
Problématique générale 78
Calcul de l'indice de compacité des objets 80
1. La construction des images 80
2. Analyse statistique 81
3. Le paradigme expérimental 82
4. Calcul de la compacité 82
Analyse statistique des données sous R 84
1. Analyse de régression 85
2. Analyse statistique des taux d'identifications correctes 85
2.1 Utilisation de la loi binomiale comme modèle de distribution 85
2.2 Analyse statistique des temps de réaction pour les identifications correctes 86
3 Critères de sélection de modèles 87

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

3.1 Maximum de vraisemblance 87
3.2 L'utilisation d'un indice de vraisemblance pénalisée : le BIC (*Bayesian Information Criterion*) 87
4. Modélisation 88
4.1 Variables systématiquement intégrées 88
4.2 Facteurs et variables explicatives 88
4.3 Utilisation de facteur de regroupement 89
4.4 Facteur « objet » *versus* variable « compacité » 89
Expérience 1 : Effet d'amorçage dans une tâche d'identification d'objets fragmentés .. 91
1. Introduction 91
2. Participants 91
3. Matériel 92
3.1 Images 92
3.2 Masque 93
4. Procédure 93
5. Paradigme expérimental 94
6. Variables et plan expérimental 95
6.1 Variables indépendantes 95
6.2 Variable dépendante 96
7. Résultats 96
8. Discussion 99
Expérience 2 : Interaction fréquentielle et structurale entre le type de fragmentation et le masque 110
1. Pré expérience : hypothèse d'un masquage différentiel selon la composition fréquentielle relative à chaque type de fragmentation 111
1.1 L'analyse spectrale des images 113
1.2 Application 114
1.2.1 Modification des images 114
1.2.2 Calculs et programme informatique 114
1.3 Résultats 115
2. L'hypothèse du masquage structural 117
2.1 Introduction 117
2.2 Participants 117
2.3 Matériel 117
2.3.1 Images 117
2.3.2 Masques 118
4. Procédure 119
5. Paradigme expérimental 119
6. Variables et plan expérimental 120
6.1 Variables indépendantes 120
6.2 Variables dépendantes 121
7. Résultats 121
7.1 Analyse statistique du taux d'identifications correctes 122
7.2 Analyse statistique du temps de réaction pour les identifications correctes 123
8. Discussion 124
Expérience 3 : Effet d'amorçage non masqué dans une tâche d'identification d'objets fragmentés 127

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

1. Introduction 127
2. Expérience 3A : identification des objets par amorçage (tâche indirecte) 129
2.1 Participants 129
2.2 Matériel 130
2.2.1 Images 130
2.2.2 Masque 131
2.3 Procédure 132
2.4 Paradigme expérimental 133
2.5 Variables et plan expérimental 135
2.5.1 Variables indépendantes 135
2.5.2 Variables dépendantes 136
3. Expérience 3B : test de détection des amorces (tâche directe) 136
3.1 Participants 136
3.2 Matériel 136
3.3 Procédure 136
3.4 Paradigme expérimental 137
3.5 Variables et plan expérimental 137
3.5.1 Variables indépendantes 137
3.5.2 Variables dépendantes 137
4. Résultats 138
4.1 Expérience 3B : analyse des *d'* 138
4.2 Expérience 3A : analyse statistique des résultats 139
4.2.1 Analyse statistique du taux d'identifications correctes 140
4.2.2 Analyse statistique du temps de réaction pour les identifications correctes 143
5. Discussion 145

Expérience 4 : Effet d'amorçage masqué dans une tâche d'identification d'objets fragmentés 149

1. Introduction 149
2. Expérience 4A : identification des objets par amorçage (tâche indirecte) 150
2.1 Participants 150
2.2 Matériel 151
2.3 Procédure 151
2.4 Paradigme expérimental 151
2.5 Variables et plan expérimental 152
2.5.1 Variables indépendantes 152
2.5.2 Variables dépendantes 153
3. Expérience 4B : test de détection des amorces (tâche directe) 153
3.1 Participants 153
3.2 Matériel 153
3.3 Procédure 153
3.4 Paradigme expérimental 154
3.5 Variables et plan expérimental 154
3.5.1 Variables indépendantes 154
3.5.2 Variables dépendante 154
4. Résultats 154
4.1 Expérience 4B : analyse des *d'* 154
4.1.1 Capacité de discrimination des sujets selon la TDS pour une durée de présentation de la cible de 100 ms 154

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

4.1.2 Capacité de discrimination des sujets selon la TDS pour une durée de présentation de la cible de 200 ms 155
4.1.3 Capacité de discrimination des sujets selon la TDS pour une durée de présentation de la cible de 750 ms 155
4.2 Expérience 4A : analyse statistique des résultats 156
4.2.1 Analyse statistique du taux d'identifications correctes 157
4.2.2 Analyse du temps de réaction pour les identifications correctes 159
5. Discussion 161
PARTIE 3 : DISCUSSION GENERALE ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE.... 164
Discussion générale 165
1. Bilan des expériences 165
2. Absence d'effet de la complexité de la forme globale 166
3. Le traitement quantitatif du contour 167
4. Le traitement qualitatif des zones de contour 172
Conclusion et perspectives de recherches 181
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 185
ANNEXES 206
1. Objets utilisés au cours des expériences 1 et 2 sous leurs différentes formes de fragmentation 207
2. Objets utilisés dans les expériences 3 et 4 sous leurs différentes formes de fragmentation 211
3. Energie des images sur les bandes fréquentielles basses et moyennes/hautes des objets utilisés dans l'expérience 2 217
4. Tableaux récapitulatifs des d' 219
5. Enregistrement du temps de réponse verbale 224
6. Configuration du matériel 226
Index des illustrations 227
Index des tables 229

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

INTRODUCTION GENERALE

Le numéro de mars 1958 du magazine américain *Life* présentait les résultats d'une étude menée par un publicitaire, James Vicary. Celui-ci prétendait avoir diffusé des messages publicitaires à l'insu des spectateurs durant la projection d'un film dans un cinéma de Fort Lee (New York). La diffusion imperceptible des slogans « *Drink Coca-Cola* » et « *Hungry? Eat pop-corn* », flashés durant 3 millisecondes (ms), aurait alors significativement augmenté les ventes de soda (de 18,1%) et de popcorn (de 57,7%) lors de l'entracte.

Les conclusions de cette « recherche » furent maintes fois remises en cause, aussi bien pour des raisons déontologiques que méthodologiques. Bien que son auteur avoua ensuite la supercherie (dont l'objectif était de contribuer à sauver l'activité déclinante de son agence publicitaire), ce « mythe » est considéré comme le déclencheur de la recherche sur le phénomène de la perception subliminale.

Plus récemment, l'apparition du visage de François Mitterrand à la fin du générique du journal télévisé d'Antenne 2 lors de la campagne présidentielle de 1988, ou encore le mot « *RATS* » accompagnant en arrière-plan une description du programme d'Al Gore dans un spot publicitaire de Georges W. Bush en 2000 ont cultivé la croyance et la crainte de l'opinion publique que certaines images « imperceptibles » pouvaient insidieusement influencer le comportement et le jugement (Dehaene, 6 janvier 2009) : de fait, la législation française prévient l'utilisation de ce procédé par les médias ou la publicité (voir le décret numéro 92-280 du 27 mars 1992 modifié). Toutefois, comme nous le verrons, ces craintes quant à l'impact comportemental à long terme des représentations subliminales sont apaisées par la démonstration de leur évanescence rapide et leur relative incapacité à influencer les fonctions exécutives (Naccache, 2006 ; Dehaene, 3 mars 2009 ; 10 mars 2009).

Au-delà de l'intérêt publicitaire ou propagandiste de ce procédé et des questions déontologiques que son utilisation sous-tend, la recherche sur la perception subliminale est aujourd'hui prolifique, notamment dans le domaine des neurosciences. Elle concerne un vaste ensemble d'aspects théoriques et méthodologiques gravitant autour d'une question fondamentale et récurrente dans de multiples domaines : la conscience. L'actuel intérêt autour

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

de la recherche sur la perception subliminale tient en effet en grande partie à la réappropriation par les sciences cognitives des thèmes indissociables de la conscience et de l'inconscient, auparavant monopolisés par les théories psychanalytiques. L'objet de recherche est défini comme un « nouvel inconscient », comme le suggère le titre du livre de Naccache (2006) : un inconscient « cognitif » (Kihlstrom, 1987), concernant presque l'intégralité des activités mentales. L'intérêt de l'étude de la perception subliminale rejoint alors plusieurs objectifs fondamentaux des sciences cognitives : *« 1. Caractériser ce qui, dans notre vie mentale, relève ou non du contrôle conscient ; 2.Préciser la nature de l'accès à la conscience »* (Dehaene, 6 janvier 2009).

Les stimuli subliminaux échappent en grande partie à l'influence des intentions et croyances des sujets. C'est pourquoi l'adaptation de ce procédé à des paradigmes expérimentaux classiques tels que l'amorçage, notamment visuel, constitue un outil méthodologique pertinent et légitime d'exploration des traitements non conscients effectués du niveau perceptif jusqu'au niveau sémantique. La méthodologie de l'amorçage subliminal se prête donc à l'étude des phénomènes perceptifs de bas niveau, comme celle des composantes automatiques, rapides, ou encore « pré-attentives » du traitement visuel précoce[1] de formes visuelles permettant leur identification.

Un stimulus visuel peut être défini par un ensemble d'attributs différents (contour, couleur, texture, luminance…). Cette recherche se limitera aux attributs caractéristiques du contour de la forme visuelle, en s'insérant dans le cadre des études cherchant à déterminer les zones du contour les plus informatives pour l'identification rapide des stimuli visuels. Les résultats autour de cette question sont régulièrement contradictoires. Les enjeux théoriques sous-jacents concernent de multiples questions quant à la nature des processus de traitement de la forme visuelle, ainsi que de son stockage en mémoire.

Cette thèse comporte trois grandes parties : 1) une introduction abordant les données théoriques fondamentales issues de la littérature et relatives à notre problématique, 2) une présentation de la méthodologie, des résultats et des discussions de chaque étude effectuée, puis 3) une discussion générale et une mise en perspective des résultats obtenus.

[1] La « précocité » caractérisant *« les mécanismes pré-cognitifs, ascendants, de traitement des informations par lesquels les systèmes sensoriels analysent, c'est-à-dire décomposent, les informations, puis les structurent »* (Bonnet, 1998 ; p.86).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Le premier chapitre de l'introduction théorique présentera les différentes théories d'identification des objets, en s'attardant plus spécifiquement sur les différentes hypothèses quant à la pertinence relative des différentes parties du contour pour la structuration de la forme. Le second chapitre dressera un historique de l'étude de la perception subliminale, avant de présenter ses limites et son articulation avec les modèles cognitifs actuels de la conscience. Enfin, le troisième chapitre abordera les modèles descriptifs et explicatifs des effets d'amorçage et de masquage, sur lesquels repose la méthodologie d'amorçage subliminal employée dans nos études.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

PARTIE 1 : INTRODUCTION THEORIQUE

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Chapitre 1 : Traitement de l'information visuelle et identification des objets

Dans des conditions optimales, l'identification d'un objet s'effectue extrêmement rapidement (en 150 millisecondes - selon Thorpe, Fize, et Marlot, 1996). Cette faculté naturelle et semblant presque instantanée est le produit d'une multitude de processus neuronaux effectué par un système physiologique complexe, le système visuel, dont la réalité biologique constitue le socle dans lequel s'intègre la modélisation psycho-cognitive du processus d'identification des objets.

Pour Marendaz, Rousset, et Charnallet (2003) *« il n'existe pas encore d'explication synthétique et unifiée du fonctionnement de l'identification et de la reconnaissance visuelle »* (p.248) mais différentes perspectives « non indépendantes », en fonction du type de stimulus visuel servant d'objet d'étude : les modèles structuraux en primitives visuelles se sont appuyées sur des dessins au traits représentant des objets seuls, tandis que le modèle fréquentiel est essentiellement issu d'études sur la perception de scènes naturelles. Si notre travail s'inscrira essentiellement au sein de la première perspective, il s'appuiera également sur un certain nombre d'éléments issus de la seconde.

La succession des traitements que le système visuel accomplit vise à structurer en une configuration un ensemble d'informations disparates (différences de luminances, couleurs, textures, barres orientées, etc.…) reçu en « entrée » (étape qui constitue les « processus de structuration de la forme »), puis à lui attribuer une signification en la faisant correspondre à une autre stockée en mémoire (la question du format de ce stockage concerne la question des « représentations d'objets ») (Boucart, 1996).

Les éléments fondamentaux intervenant au cours de ces deux étapes seront successivement décrites dans ce chapitre, afin d'aborder plus en détail la description centrée sur le contour[2] des objets et plus spécifiquement le rôle des points de courbure et des indices de tridimensionnalité.

[2] Le contour étant défini comme *« toute limite perceptivement continue entre deux régions de l'espace »* (Bonnet, 1998 ; p.86).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

1. Les traitements précoces

1.1 La précédence de l'information globale

À un premier niveau d'analyse, la reconnaissance, la dénomination ou la catégorisation sémantique d'images seraient largement dépendantes de la forme globale de l'objet (Boucart, Delord, & Giersch, 1994 ; Boucart, Grainger, & Ferrand, 1995 ; Cave & Kosslyn, 1993 ; Panis & Wagemans, 2009 ; Peyrin, 2003), c'est-à-dire aux caractéristiques liées à une description de type *Gestalt* (colinéarité, symétrie, parallélisme, etc.) des relations de configuration entre les fragments (Kimchi & Bloch, 1998).

Cette dominance de l'information globale dans les premières étapes de traitement de l'information visuelle constitue une des bases du modèle « fréquentiel » : les premiers traitements effectués dans V1, de nature « grossière », sont décrits comme un filtrage de type passe-bas (ou Gabor) et aboutissent à une description de l'image termes de basses fréquences spatiales (BFS) (Ginsburg, 1986). Toutefois, l'extraction des BFS (soit la détermination de la forme globale) s'avère insuffisante pour l'identification d'objets ayant une forme globale similaire (Boucart et al, 1995). Elle s'apparenterait plutôt à une première étape de traitement, contraignant une seconde plus précise basée sur les caractéristiques locales (position absolue, orientation, courbure, longueur) (Cave & Kosslyn, 1993 ; Sanocki, 1993 ; Panis & Wagemans, 2009), correspondant aux moyennes (MFS) et hautes fréquences spatiales (HFS). En réduisant le nombre de représentations d'objets stockés en mémoire candidates à l'identification, l'analyse des BFS permettrait un guidage *top-down* de l'analyse des propriétés locales. Physiologiquement étayée (voir Panis & Wagemans, 2009), cette succession d'étapes de complexité et de finesse croissantes est qualifiée de perception *coarse-to-fine* en ce qui concerne la reconnaissance de scènes visuelles (Oliva, 1995 ; Oliva & Schyns, 1997; Schyns & Oliva, 1994, 1997, 1999).

Si le modèle fréquentiel fonctionne dans le cadre de la perception de scènes visuelles, expliquer l'identification d'objet nécessite une modélisation psycho-cognitive prenant en compte les *« caractéristiques visuelles liées aux contours de l'objet et de ses parties »* (Marendaz et al, 2003 ; p.258).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

1.2 La structuration de la forme

Pour Boucart (1996), la structuration de la forme se définit comme *« l'intégration de caractéristiques physiques de la scène visuelle en une configuration »* (p.15), afin d'obtenir ce que Marr (1982) décrivait comme l' « ébauche primitive brute ». Dés lors, *« la structuration implique 1) la délimitation de la forme par le traitement du contour, 2) le remplissage des formes par le traitement de la surface et 3) l'extraction de caractéristiques physiques permettant de segmenter les formes de la scène et les parties des différentes formes »* (Boucart, 1996 ; p.15).[3]

La structuration de la forme est donc le résultat de l'action d'un double processus, l'un permettant de regrouper les caractéristiques élémentaires de la forme, l'autre œuvrant pour en délimiter les frontières. Boucart décrit ces deux processus majeurs, réalisés par deux grandes classes de cellules de l'aire V1:

- Le *« processus d'intégration des contours locaux en une configuration globale qui définit la forme et ses composantes (parties) »* est effectué par des *« cellules sensibles à l'orientation, qui codent les alignements locaux de transitions de luminance, de couleur, ou de sens du mouvement »* (p.16).
- Le *« processus de segmentation »*, soit *« la délimitation des parties de formes ou des différentes formes composant une scène visuelle »*, est accompli par les neurones détecteurs de terminaisons (*end-stopped cells*) qui *« codent les discontinuités telles que les fins de ligne et les coins »* (p.16).

Par la suite, ces informations locales sur le contour ainsi obtenues sont regroupées sur de grandes régions du champ visuel (*binding procesess*), par le biais de connexions latérales entre colonnes sensibles à des orientations semblables ou voisines, ainsi que la synchronisation de leurs réponses. Ces traitements automatiques et essentiellement parallèles permettent de définir le contour de la stimulation visuelle : la forme structurée devient l'entrée des représentations d'objets en mémoire (Boucart, 1996).

[3] Ce travail se focalisera sur les traitements perceptifs et cognitifs basés sur le contour de la forme. Les processus liés au traitement de la surface ne seront donc pas ou peu évoqués par la suite.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

2. Les théories d'identification et de reconnaissance des objets

Lorsque l'analyse des composantes spectrales de la stimulation visuelle et les processus de structuration sont arrivés à leur terme, la forme n'est pas encore identifiée. Pour que celle-ci acquière une signification, le système visuel doit être en mesure d'associer cette forme à un exemplaire stocké en mémoire à long terme. Les « représentations d'objets » désignent les connaissances acquises par le sujet concernant les objets et plus précisément le *« type de description des objets en mémoire »* et les *« différents niveaux de représentations et leur organisation »* (Boucart, 1996 ; p.51)[4].

En effet, en dépit de la grande variabilité perceptive du contexte au sein duquel l'objet est présenté (peuvent en effet intervenir des modifications de sa taille, de son orientation, de l'éclairage, etc…), le système visuel demeure capable de l'identifier avec une grande célérité. L'enjeu majeur des théories psycho-cognitives de l'identification des objets est donc de rendre compte de cette invariance perceptive.

Classiquement, deux catégories principales de modèles se distinguent : les modèles basés sur le point de vue (*view-based models*) et les modèles structuraux (*object-centered models*) (Riesenhuber & Poggio, 2000).

2.1 Les modèles centrés sur le point de vue

Les modèles centrés sur le point de vue suggèrent le stockage d'un ensemble limité de vues représentatives d'un même objet en mémoire (Ullman, 1989 ; 1992 ; Tarr & Pinker, 1989 ; Tarr, Williams, Hayward, & Gauthier, 1998). Lorsque les caractéristiques physiques du stimulus observé diffèrent par rapport à celles des gabarits mémorisés, divers processus interviendraient : une modification de taille engendrerait un mécanisme de mise à l'échelle ; une modification du point de vue déclencherait des mécanismes de rotation mentale, d'interpolation, etc. Le modèle HMAX (*Hierarchical Model And X*, Riesenhuber & Poggio,

[4] Pour Boucart (1996), la mémoire des objets est un système constituée d'un ensemble de niveaux de représentation (structural, sémantique, phonologiques et lexical). C'est essentiellement au sein du premier niveau - celui des caractéristiques structurales, qui correspond à la description des informations liées aux caractéristiques physiques des objets - que se situe l'essentiel du cadre au sein duquel s'insère de ce travail.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

1999, 2000) se présente comme une synthèse récente de modèles antérieurs (ses auteurs citent notamment les modèles « Neocognitron », Fukushima, 1980, et « SEEMORE », Mel, 1997).

Un certain nombre de données neurophysiologiques, comme le mode de réponse des cellules dans la voie ventrale (dans laquelle s'effectue la reconnaissance des objets), plaide en faveur de cette catégorie de modèles (Logothetis, Pauls, & Poggio, 1995 ; Poggio & Edelman, 1990 ; Tarr et al, 1998 ; Riesenhuber & Poggio, 2000) : les réponses des neurones du cortex inférotemporal répondent majoritairement spécifiquement au point de vue, plutôt qu'indépendamment.

Toutefois, la question de la façon dont le système visuel opère les ajustements sans avoir déjà préalablement identifié l'objet constituerait un paradoxe les fragilisant (Boucart, 1996).

2.2 L'invariance au point de vue : la théorie RBC (Recognition By Components)

À l'opposé des modèles basés sur le point de vue, les modèles invariants au point de vue (ou structuraux) postulent un système d'identification tridimensionnel centré sur l'objet, reposant sur la détection des différentes parties de l'objet (les primitives visuelles) et leur arrangement spatial. Ces modèles s'affranchissent ainsi des caractéristiques métriques, de localisation dans l'espace, ou d'orientation de la stimulation. Succédant aux modèles des « cônes généralisés » (Marr & Nishihara, 1978 ; Marr, 1982) ou des « superquadriques » (Pentland, 1986a), la théorie la plus aboutie et représentative de ce type est le modèle RBC (*recognition by components*) de Biederman (Biederman, 1987 ; Hummel & Biederman, 1992).

2.2.1 Description du modèle RBC

Les composantes primitives du modèle RBC de Biederman sont des formes géométriques et volumétriques, les géons (contraction de *geometric ions*), dérivés de quatre formes géométriques basiques : cône, cylindre, bloc et angle. Biederman établit une forme « d'alphabet visuel » constitué d'un ensemble limité de 36 géons.

Les géons sont des entités volumétriques, respectant les propriétés de colinéarité (un mauvais alignement gênerait la computation des frontières internes et externes - Boucart & Humphreys, 1992a ; 1992b ; voir également Boucart et al, 1995), de coterminaison de deux (jonctions en L) ou de trois (jonctions en T ou Y) segments de droites, de curvilinéarité, de courbes parallèles et de relation de symétrie (voir figure 1). L'identification de chaque géon

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

constitutif de l'objet procèderait par *«l'extraction des traits visuels composant l'objet, par un processus de segmentation du contour dans les régions de forte concavité et convexité»* (Gaillard, Boulliou, & Gautier, 1996, p.564-565).

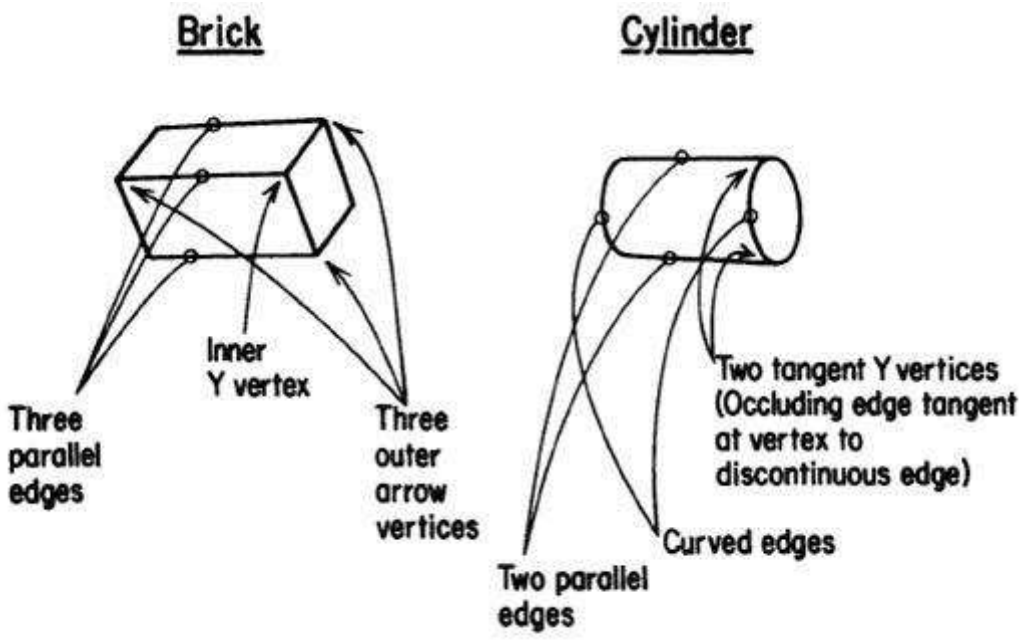


Figure 1 : Propriétés non accidentelles de la brique et du cylindre

Biederman (1987)

Hummel et Biederman (1992) ont décomposé le processus de reconnaissance d'objet en sept phases (figure 2) décrivant la segmentation de la forme en composantes, l'assemblage des structures locales, et l'accès aux représentations structurales des objets :

- La première couche correspond aux cellules détectrices d'orientation et de terminaison permettant le codage des contours et l'intégration des caractéristiques locales. Boucart (1996) associe cette couche aux hypercolonnes de V1.
- Dans la couche 2, trois sous-systèmes détectent indépendamment les jonctions, l'axe principal et la structure globale de la forme.
- Dans la couche 3, chaque attribut pouvant caractériser un géon (par exemple, l'axe principal) est traité par un sous-système spécifique, au sein duquel est codée la valeur que prend cet attribut (pour l'axe principal : droit ou courbe). D'autres attributs sont traités : l'orientation, la taille, la position dans le champ visuel, etc…

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

- Les couches 4 et 5 établissent les relations entre les éléments des géons d'une image (tailles, positions et orientations relatives). Ces traitements permettent de dissocier la représentation de l'objet du contexte physique dans lequel il est présenté (taille, position, orientation dans la profondeur), et aboutissent à une description structurale de l'objet basée sur ses géons constitutifs et leurs relations.
- La couche 6 constitue une forme de répertoire des relations que peut entretenir un géon avec d'autres. Chaque configuration spécifique d'un géon avec un autre est désignée comme *geon feature assembly*.
- Enfin, la couche 7 combine les différents *geon feature assembly* issus de la couche 6 afin de représenter un objet unique.

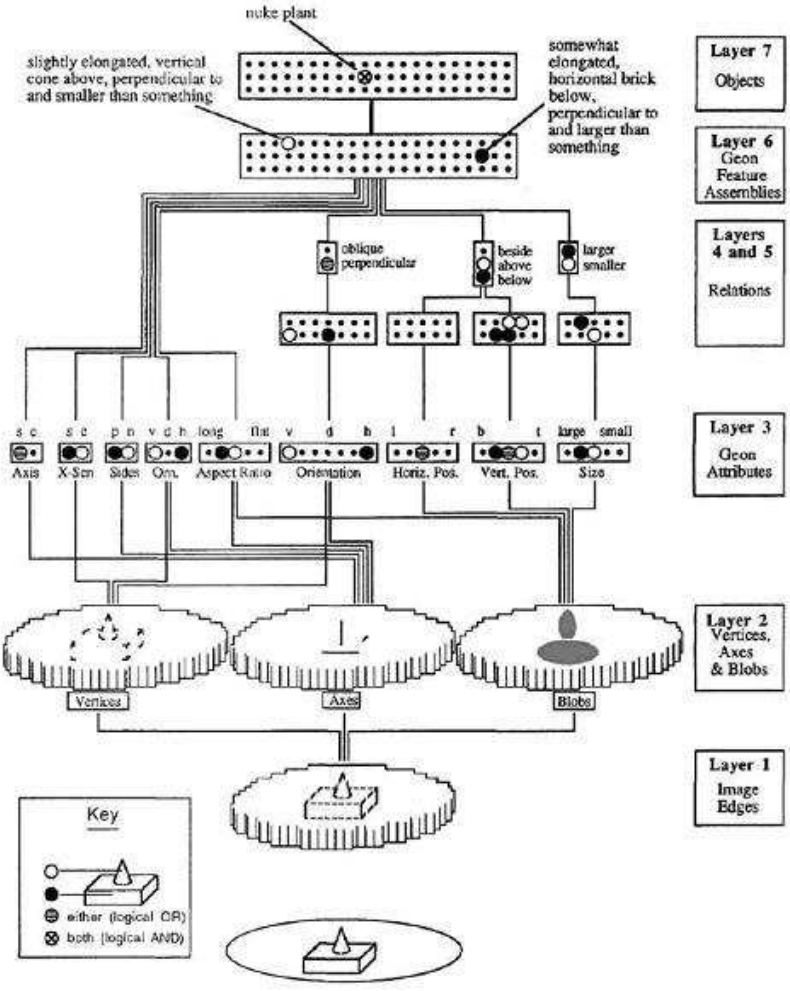


Figure 2 : Modèle de la reconnaissance des objets en sept étapes de Hummel et Biederman

Hummel & Biederman (1992)

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

En résumé, la théorie RBC postule que l'identification un objet implique l'extraction des bords et des contours, puis la détection des propriétés « non accidentelles » du contour de l'objet (c'est-à-dire caractéristiques de l'objet invariantes au point de vue) de façon à déterminer les géons constitutifs de l'objet et leur relations spatiales, et enfin apparier les données perçues à celles stockées en mémoire. Ce processus serait de nature essentiellement *bottom-up*.

La théorie RBC étant un modèle structural, les modifications métriques de la forme, la couleur, et les indices de surface ou de texture ne bénéficient que d'un statut secondaire. Ainsi, un objet pourrait être identifié dés lors que le sujet est en mesure d'identifier correctement les géons qui le caractérisent, indépendamment de la translation et de la localisation spatiale (Biederman & Cooper, 1991a), de la taille (Biederman & Cooper, 1992) et de la rotation en profondeur (Biederman & Gerardstein, 1993).

Ce modèle, considéré parfois comme *« la proposition la plus achevée de la reconnaissance visuelle des objets en psychologie cognitive »* (Marendaz et al, 2003 ; p.263) présente toutefois certaines limites et suscite des points de désaccord.

2.2.2 Critiques du modèle RBC

Le peu d'importance accordée par le modèle RBC aux caractéristiques de surface et de texture des objets le fragilise lorsqu'il s'agit de décrire la reconnaissance d'objets naturels, c'est-à-dire lorsque le système visuel doit reconstituer les volumes à partir de l'extraction d'indices tels que les variations d'ombre, de texture et de mouvement (Marendaz et al, 2003).

Le point fondamental de désaccord demeure l'invariance au point de vue du processus de reconnaissance des objets suggérée par la théorie RBC, difficilement conciliable avec les données physiologiques (voir plus bas), et celle rapportant l'augmentation du temps de dénomination des objets avec la rotation en profondeur dans l'espace (Boucart, 1996), qui plaident davantage en faveur des hypothèses des modèles basés sur le point de vue.

Dans une série d'échanges théoriques par articles interposés, Biederman et Gerardstein (1993 ; 1995) répondirent à leurs critiques (Tarr & Büllthoff, 1994 ; Tarr et al, 1998) en

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

posant trois conditions de l'invariance au point de vue, selon eux non respectées par ses détracteurs :

- Les objets doivent être décomposables en termes de géons, or les objets « chiffonnés » utilisés par Rock et DiVita (1987) ne remplissent pas cette condition.
- Chaque objet utilisé comme stimulus doit avoir une description structurale qui lui est propre
- La description structurale en termes de géons (GSD, *geon structural description*) doit être la même quel que soit le point de vue.

Par ailleurs, Biederman (2007) ne rejette pas la possibilité de processus de type interpolation ou rotation mentale. Il considère cependant que tant que la GSD est respectée et observable par le sujet, ces processus n'interviendraient pas.

3. Jonctions et indices de tridimensionnalité

La théorie RBC suggère un processus d'identification visuelle des objets basé sur des primitives visuelles consistant en des entités volumétriques, les géons, dont la représentation nécessite un ensemble de traitements préalables de nature globale et locale. Parmi ces derniers, la détection de certains attributs locaux bénéficie d'un relatif consensus quant à la précocité de leur détection et de leur traitement, voire de leur supériorité qualitative : les points de courbure du contour.

La littérature accordant une place prépondérante à l'analyse des jonctions est conséquente. Les points de courbure positive (*maxima*, ou « convexité », ou « sommets ») ou négative (*minima*, ou « concavités », ou « creux ») et les zones d'inflexions (lorsque la courbure est nulle entre une région convexe et une autre concave) constitueraient des primitives appelées « codons » (Richards & Hoffman, 1985), seraient les points les plus « informatifs » du contour (Resnikoff, 1989), et constitueraient des « points saillants » (voir De Winter & Wagemans, 2008a ; Panis & Wagemans, 2009), dont le traitement interviendrait à un niveau préattentionnel, c'est-à-dire de manière rapide et parallèle (Enns & Rensink, 1991).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

3.1 L'utilisation des images fragmentées

L'hypothèse selon laquelle *« toutes les régions du contour n'ont pas une importance équivalente pour l'analyse de la forme et la reconnaissance des objets »* (Boucart, 1996 ; p.29) est à la base de la construction d'un grand nombre de paradigmes expérimentaux utilisés en psychologie cognitive dans le domaine de l'identification d'objet.

Pour Panis et Wagemans (2009), l'utilisation de dessins aux contours fragmentés engendre une « extrapolation géométrique » basée sur les propriétés locales des fragments (position, orientation, courbure) et la configuration spatiale de leurs relations (de type Gestalt : position relative, colinéarité, symétrie parallélisme, etc…). En effet, *« le système visuel est capable de généraliser et de traiter ces différents bords de la même façon même s'il existe des discontinuités sur le contour »* (Boucart, 1996, p.16). Ces affirmations sont corroborées par les résultats psychophysiologiques démontrant que le traitement des bords s'effectue précocement, dans les voies visuelles. Si dans V1, les neurones répondent exclusivement aux stimuli dont les bords sont continus, dans V2 en revanche, environ un tiers des neurones répondent similairement aux bords continus ou discontinus (les « *contour neurons* ») via un mécanisme de sommation de signaux neuronaux issus des cellules de V1 (Peterhans & von der Heydt, 1989 ; 1991 ; von der Heydt & Peterhans, 1989 ; cités par Boucart, 1996). Cette intégration des éléments locaux par V2 s'effectue sur la base du respect des propriétés de proximité spatiale (Zucker & Davis, 1988 ; Beck, Rosenfield, & Ivry, 1989 ; cités par Boucart, 1996) et de colinéarité (Boucart et al, 1994).

3.2 Les différents types de jonctions

Différents types de jonctions sont généralement distinguées :

- Les jonctions en L consistent en la coterminaison de deux segments en un point (Biederman, 1987), ou les coins d'une surface (Boucart, 1996).
- Les jonctions en T indiquent que *« deux surfaces diffèrent sur leur profondeur relative »* (Boucart, 1996 ; p.32). Pour Biederman (1987), ce type de jonction présente la spécificité de suggérer l'occlusion et la segmentation davantage que la nature volumétrique de la forme.
- Enfin, deux types de jonctions peuvent suggérer la profondeur, c'est-à-dire la concavité ou la convexité de la forme : les jonctions en Y, et les jonctions « en forme

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

de flèche ». Biederman (1987) définit les premières comme la coterminaison de trois segments sans aucun angle supérieur à 180°, au contraire des secondes. Ces indices d'occlusion, autrement dit les différences de profondeur, influenceraient le traitement visuel très précoce (Rubin, 2001 ; Panis & Wagemans, 2009)

Quelques rares données neurophysiologiques s'accordent avec cette description (Panis & Wagemans, 2009) : des neurones de V4 répondent spécifiquement aux jonctions en L, à la dimension angulaire, et à l'orientation.

3.3 Le rôle facilitateur des jonctions et des indices de tridimensionnalité

Diverses approches théoriques (sensorielles et perceptives) ont été proposées afin d'expliquer la présence facilitatrice des jonctions, et celle encore supérieure des indices de tridimensionnalité (Boucart et al, 1995).

Boucart et al (1995) scindent la question en deux hypothèses entre lesquelles il demeure difficile de trancher : le stockage en mémoire des objets sous une forme 3D, ou la nature précoce du traitement des jonctions et des indices 3D.

3.3.1 Jonctions et indices 3D dans la théorie RBC

La première concerne l'hypothèse du stockage en mémoire des objets sous une forme 3D. La théorie RBC précédemment décrite en est l'archétype : partant du postulat que l'identification des objets se base sur le stockage et l'assemblage en mémoire d'entités volumétriques de type géons, la présence d'indices de profondeur, de coins et d'occlusion, faciliterait la représentation des composantes volumétriques.

Biederman (1987) a utilisé plusieurs variantes d'un paradigme d'identification verbale d'objets présentés sous différentes conditions. Le principe général consistait à introduire des variations dans la quantité et la qualité du contour de l'objet à identifier, via l'effacement ciblé de certaines zones. Selon la dégradation effectuée, la nature des représentations d'objets en mémoire pouvaient être inférée à partir des temps et des taux d'identification corrects.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

L'article de Biederman publié en 1987 relate plusieurs de ses expériences. Dans la partie *Parametric investigation of contour deletion* (Biederman & Bickle, 1985), il compare les taux et les temps de reconnaissance d'objets dessinés au trait. Ceux-ci sont présentés sous deux conditions de dégradation : au niveau des jonctions (*at vertex*) ou au milieu des segments (*at midsegment*). La colinéarité, les courbes parallèles et la symétrie demeurant préservées, Biederman ne cherche qu'à évaluer une seule des caractéristiques constitutives des géons : l'effet de la suppression ou de la présence des jonctions sur l'identification d'objets.

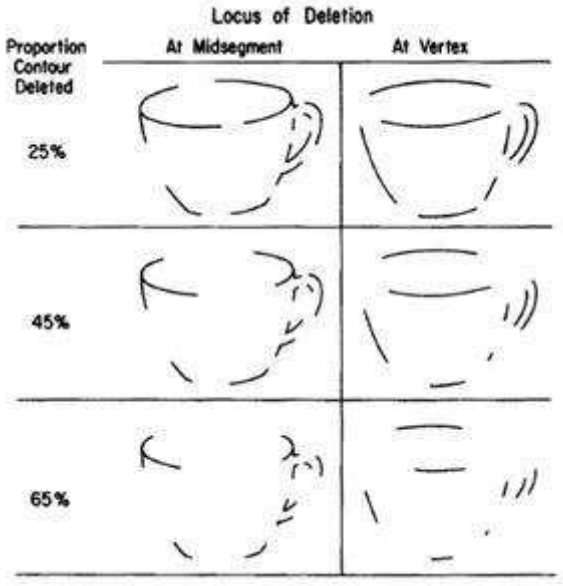


Figure 3 : Exemple de segmentation effectuée pour un même objet avec 25%, 45% et 65% de contour effacé à mi segment (*at midsegment*) ou au niveau des jonctions (*at vertex*)

Biederman (1987)

Avec un temps de présentation très courts (100 ms) (voir figure 4), Biederman observe que la suppression (proportionnellement équivalente) des contours au niveau des jonctions des géons affecte davantage l'identification des objets que celle opérée au milieu des segments. Cet effet est optimal lorsque 65% du contour est effacé : le taux d'erreur des objets segmentés au niveau des jonctions est de 54% ; il n'est que de 31% pour les images segmentées à mi segment.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Toutefois, l'importance des jonctions et des indices 3D demeure relative. Lorsque les temps de présentation sont plus long (200 ms et 750 ms) et les pourcentages de dégradation moins importants (25% et 45%), des processus intervenant plus tardivement au cours du traitement de l'information visuelle permettraient de compenser l'absence de jonctions. La suppression des jonctions ralentit le processus de complétion des contours, mais celui-ci peut être effectué en moins d'une seconde, quel que soit le type de dégradation de l'objet (au niveau des jonctions ou à mi-segment) (Biederman, 1987). En revanche, la modification des composants par la production de fausses colinéarités ou courbures empêche toute identification. Formulé dans le cadre de la théorie RBC, tant que la structure du géon est intacte, la reconnaissance demeure possible.

L'extraction des jonctions constitue une étape précoce de traitement du contour - Hummel et Biederman (1992) la situent dans la couche 2 de leur modèle – et permettrait une détection plus rapide des géons composites de l'objet dans des situations de présentations appauvries. Cette hypothèse de la précocité du traitement et du caractère facilitateur de la présence des zones de forte concavité du contour a été également formulée par d'autres auteurs, mais parfois pour des raisons théoriques différentes.

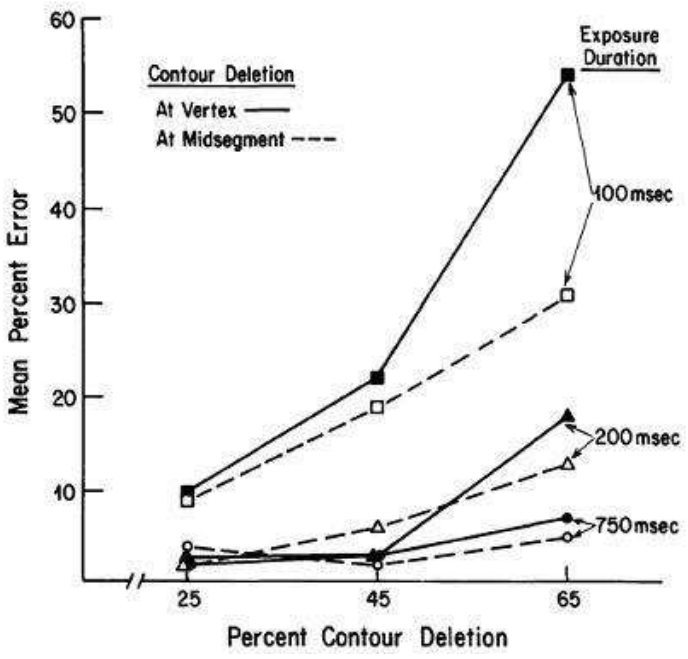


Figure 4 : Pourcentage d'erreur de dénomination en fonction, du lieu et du pourcentage de suppression du contour, et du temps d'exposition

Biederman (1987)

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

3.3.2 Hypothèses quant à la supériorité des jonctions et des indices 3D

La facilitation permise par les jonctions et les indices 3D ne soutiennent pas nécessairement la décomposition de l'objet en primitives visuelles de type géons (Panis & Wagemans, 2009).

L'avantage perceptif offert par ces éléments peut en effet trouver une explication « simple » à un niveau strictement sensoriel. Lorsque les images d'objets apparaissent à l'écran, les éléments 3D concentrent en effet les pixels sur une plus petite zone que les éléments mi-segments ou les simples angles à quantité égale d'information. Ces éléments présenteraient donc simplement plus d'énergie, or l'augmentation de celle-ci diminue les seuils de détection et d'identification (Olzak & Thomas, 1986 ; Thomas, 1985 ; cités par Boucart et al, 1995)

Dans le même ordre d'idée, indépendamment de leur présence en tant qu'indice constitutifs du contour d'un objet, la détection des formes concaves parmi un ensemble de distracteurs de type segments droits s'effectue plus rapidement que la situation inverse (Huelleman, te Winkel, & Boselie, 2000 ; Singh & Hoffman, 2001 ; Xu & Singh, 2002 ; cités par Panis & Wagemans, 2009). .

Cette donnée peut également s'insérer dans les modèles suggérant un traitement du global au local, en facilitant le regroupement des éléments locaux (Humphreys, Keulers & Donnelly, 1994 ; cités par Boucart, 1996) et la fermeture de la forme. Pour Rubin (2001), la présence des jonctions amorcerait le processus de remplissage des surfaces.

Un grand nombre de résultats converge vers la précocité et la supériorité qualitative du traitement des jonctions et des indices de tridimensionnalité. L'explication du phénomène est appréhendée par plusieurs théories, et à différents niveaux de l'analyse visuelle (du niveau sensoriel au niveau plus cognitif des représentations d'objets en mémoire), d'une manière peut-être complémentaire. Pour autant, ce point de vue ne bénéficie pas d'un consensus absolu.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

3.4 Des résultats contradictoires : l'hypothèse de Panis et Wagemans

D'autres travaux mènent en effet à la conclusion opposée selon laquelle les images présentant les éléments mi-segments seraient plus efficaces (Kennedy & Domander, 1985 ; Panis, De Winter, Vandekerckhove, & Wagemans, 2008). Panis et Wagemans (2009) ont récemment proposé une hypothèse pouvant expliquer cette hétérogénéité des observations.

3.4.1 Cadre théorique

Leur hypothèse s'inscrit dans le cadre des modèles de traitement de l'information du « global au local », soutenant la prédominance de traitement *bottom-up* de la forme globale au cours des étapes précoces de l'analyse de l'information visuelle, guidant l'intervention plus tardive des traitements locaux nécessitant l'intervention de processus *top-down*.

La conséquence de la précocité du traitement de l'information globale est que lorsque la celle-ci est relativement « typique » ou « spécifique », l'accès à l'exemplaire stocké en mémoire en devient plus rapide. En revanche, les objets structurellement similaires étant plus difficilement discriminables sur la base seule de leur forme globale, ils nécessiteraient l'intervention des processus plus tardifs d'analyse locale de l'information, ce qui rallongerait leur temps d'identification.

Or, la dégradation des conditions de présentation, notamment temporelles, accentue la dépendance de la tâche au traitement de la forme globale de l'objet.

3.4.2 La « saillance des parties » (*part saliency*)

Pour évaluer la spécificité de la forme globale de l'objet, Panis et Wagemans s'appuient sur la « saillance des parties » de l'objet (De Winter & Wagemans, 2008b ; Hoffman & Singh, 1997). Ce terme regroupe en réalité un ensemble d'attributs géométriques relatives au contour de la forme (longueur, aire, nombre d'angles, compacité, homogénéité) (voir tableau 2) :

- Une forme avec une forte saillance des parties sera considérée comme fortement spécifique (ou complexe) : long contour, aire importante, beaucoup d'angles, faible compacité, et faible homogénéité.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

- Une forme avec une faible saillance des parties sera considérée comme peu spécifique (ou faiblement complexe) : petit contour, aire réduite, peu d'angles, forte compacité, et forte homogénéité.

3.4.3 Groupement et appariement

Panis et Wagemans distinguent deux étapes principales permettant la reconnaissance de l'objet : le groupement (regroupement de l'information locale en un ensemble global) et l'appariement (comparaison du percept aux exemplaires stockés en mémoire) (voir tableau 1). En fonction de l'importance de la saillance des parties, et des conditions de présentation, la rapidité de l'exécution de ces deux processus diffère.

En conditions de présentation optimales, c'est-à-dire lorsque l'intégralité du contour de l'image est présente et/ou la durée de présentation illimitée :

- Le processus de groupement est effectué rapidement pour les objets complexes et non complexes.
- Le processus d'appariement est effectué rapidement pour les objets complexes, mais plus lentement pour les objets non complexes en raison de la sélection à opérer entre le grand nombre de représentations candidates activées (Gerlach, Law, & Paulson, 2004 ; 2006 ; cités par Panis et al, 2008).

Des conditions de présentation non optimales (lorsque l'image est fragmentée et/ou le temps de présentation court) impactent essentiellement les processus de groupement pour les formes complexes, et les processus d'appariement pour les formes non complexes.

3.4.4 Type de fragmentation

C'est ici qu'intervient le type de fragmentation du contour de l'objet. Deux types de fragmentation sont utilisés par les auteurs :

- Pour la première, les fragments sont situés autour des points saillants (SPs, *salient points*). Ce type de segmentation est comparable aux images dégradées « à mi-segment » de Biederman (1987) : elle laisse les jonctions apparentes.
- Pour la seconde, les fragments subsistent autour des points centraux des segments (MPs, *midpoints*). Ce type de segmentation s'apparente aux images dégradées au

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

niveau des jonctions pour Biederman (1987) : les jonctions sont supprimées, et seule l'information contenue à partir du milieu des segments est conservée.

Le type de fragmentation opérée sur les objets modifie différemment le déroulement des processus de groupement et d'appariement (ces modifications critiques sont notées en bleu dans le tableau 1) en interagissant avec le niveau de complexité de la forme :

- Une fragmentation présentant l'information au niveau des jonctions réduit la difficulté des processus d'appariement concernant les formes non complexes : les indices locaux apportent les informations caractéristiques d'objets dont la forme globale est partagée par de nombreuses représentations en mémoire. En revanche, la présence exclusive des jonctions ralentirait le processus de groupement pour les formes complexes.
- Une fragmentation présentant l'information mi-segment réduit la difficulté des processus de groupement pour les formes complexes. Les éléments mi-segments fourniraient en effet davantage d'informations de direction (Kennedy & Domander, 1985 ; Singh & Fulvio, 2005 ; cités par Panis et al, 2008) et véhiculeraient les BFS, ce qui permettraient aux relations configurales entre les segments de résister à des distances spatiales plus importantes. En revanche, la présence exclusive des éléments mi-segments ralentirait le processus d'appariement concernant les formes non complexes.

Complexité de la forme	***Processus***	**Conditions de présentation**			
		Optimales	Non optimales		
			Contour fragmenté	*Présence unique des éléments jonctions*	*Présence unique des éléments mi-segments*
Non complexe	***Groupement***	Rapide	Rapide	Rapide / Efficace	Rapide / Efficace
	Appariement	Lent	Lent	Moins lent	Plus lent
Complexe	***Groupement***	Rapide	Lent	Plus lent	Moins lent
	Appariement	Rapide	Rapide	Rapide / Efficace	Rapide / Efficace

Tableau 1: Modifications des processus de groupement et d'appariement en fonctions des conditions de présentation du stimulus

D'après Panis & Wagemans (2009)

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Attribut	**Calcul**	**Type de segmentation favorisé par une faible valeur de l'attribut**	**Type de segmentation favorisé par une forte valeur de l'attribut**
Contour	Longueur du contour	Jonctions	Mi-segment
Aire	Aire ^{2}	Jonctions	Mi-segment
Extrémités	Nombre d'extrémités	Jonctions	Mi-segment
Compacité	Longueur du contour / Aire ^{2}	Mi-segment	Jonctions
Homogénéité du contour	Nombre d'extrémités fortes / Longueur du contour ^{2}	Mi-segment	Jonctions

Tableau 2 : Attributs géométriques définissant la saillance perceptive des parties

D'après Panis & Wagemans (2009)

Définie à partir d'un ensemble d'indices géométriques, la « saillance des parties » impacte donc la durée nécessaire à l'identification de l'objet, le type de traitement impliqué et détermine surtout le type de segmentation optimisant l'identification :

- Pour les objets ayant une faible saillance des parties, leur représentation sous une forme incluant les éléments locaux de type jonctions (concavités, convexités) permettra une meilleure identification, et impliquera l'intervention de processus de traitement majoritairement *top-down*.
- Pour les objets ayant une forte saillance des parties, la forme globale suffira pour identifier l'objet, et engendrera un traitement essentiellement *bottom-up*. Leur représentation sous une forme incluant les éléments mi-segments permet une meilleure identification.

Le type de fragmentation le plus efficient interagirait donc avec les attributs géométriques de la forme globale. Toutefois, les stimuli utilisés dans ces études consistent en des dessins de contours d'images de type « silhouette », n'incluant donc pas de contours intérieurs et donc pas d'indice de tridimensionnalité. L'hypothèse de Panis et Wagemans s'applique à la comparaison des types de fragmentation comprenant les angles *versus* les éléments mi-segments. L'extension de cet effet d'interaction aux types de jonctions indiquant les indices de tridimensionnalité n'est pas systématiquement explorée dans leur article.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

4. Conclusion

Un certain consensus émerge autour de la prééminence du traitement de l'information globale dans le processus de reconnaissance de l'objet. La nature exacte des représentations et du format de stockage (entités volumétriques de type géons *versus* stockage de différentes vues ajustées par transformation, interpolation, rotation mentale) demeure sujette à débat.

L'étude de l'hypothèse selon laquelle certains éléments du contour seraient traités plus précocement et qualitativement plus informatifs que d'autres permet d'inférer la temporalité et la nature des processus de structuration de la forme.

A ce titre, un ensemble de données converge vers la précocité et l'efficience des angles et des jonctions. Toutefois, d'autres résultats contredisent cette assertion : certains auteurs défendent l'idée que les éléments mi-segments fourniraient au contraire davantage d'indices de direction (Kennedy & Domander, 1985 ; Singh & Fulvio, 2005 ; Panis et al, 2008), alors que d'autres proposent une troisième voie en impliquant une interaction entre le type de fragmentation et le degré de spécificité de la forme globale (Panis & Wagemans, 2009).

La forme globale de l'objet, ainsi que les divers types de fragmentation qu'il est possible d'opérer sur l'image, se révèlent comme des propriétés ou indices « primitifs » et « isolables » du système visuel, utilisé par le système visuel comme socles à l'identification de l'objet. La détection et le traitement de ces propriétés constituent des étapes préalables dont est suggéré un haut degré d'automaticité, en amont des représentations conscientes et de l'accès sémantique. Il est donc envisageable d'émettre l'hypothèse selon laquelle ces traitements font partie d'un ensemble de processus pouvant opérer non consciemment, regroupés actuellement sous le terme d'inconscient cognitif.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Chapitre 2 : L'inconscient cognitif et la perception infraliminaire

1. La conscience en psychologie cognitive

1.1 L'approche scientifique de la conscience

La définition de la notion de conscience est éclatée. Elle est abordée par une grande variété de domaines et de champs (religion, philosophie, psychanalyse, sciences cognitives, etc…).

Si la conscience est une cible majeure du questionnement philosophique (notamment depuis Descartes, puis avec des figures plus récentes comme Sir John Eccles, Roger Penrose, David Chalmers, Francis Crick, Daniel Dennett, Gerald Edelman, ou encore Jean-Pierre Changeux) elle n'a été admise que récemment comme objet d'étude expérimentale (Edelman, 2000 ; Dehaene, conférence du 5 janvier 2010). Elle est appréhendée désormais par l'ensemble des disciplines associées aux sciences cognitives. En biologie par exemple, l'un des défis majeurs est de découvrir les corrélats neuronaux de la conscience (*NCC : Neuronal Correlates of Consciousness*), que Koch (2006) définit comme étant un *« ensemble minimal d'évènements neuronaux suffisants pour engendrer un percept conscient précis »* (p.31).

Au delà des considérations existentielles et théoriques, l'intérêt de la recherche scientifique sur la conscience se situe notamment au niveau médical (voir Koch, 2006). La compréhension des mécanismes cérébraux de la conscience permettrait notamment d'améliorer la prédiction de la sortie de coma (Dehaene, 23 février 2010), la compréhension des maladies mentales, la synthèse de nouveaux anesthésiants, etc.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

1.2 Définition de la conscience en psychologie cognitive

« C'est en tant qu'étude de la conscience qu'est née la psychologie expérimentale » (Kihlstrom, 1987 ; p.1445). Ses pionniers (Wundt, James, Titchener, Helmholtz) utilisaient l'introspection pour l'étudier. La conscience était alors définie comme un état d'éveil, par opposition au sommeil ou au coma. De prime abord, le niveau d'éveil apparaît en effet comme une condition *sine qua non* à l'attention sélective (sans en être une condition suffisante, ni spécifique ; Perruchet, 1979, 1980 ; cité par Camus, 1996) et par extension, à la prise de conscience (Buser, 1998 ; cité par Pillon, 2008).

La description en termes cognitifs du concept de conscience nécessite de faire le tri entre des notions imbriquées comme le niveau d'éveil ou de vigilance, les processus attentionnels et la conscience elle-même. Synonymes dans le langage courant, les définitions de ces termes s'affinent selon le niveau d'analyse adopté : on évoque l'éveil à un niveau neurophysiologique, la vigilance fait référence à un comportement, et l'attention s'apparente davantage à une fonction cognitive (Camus, 1996).

Pour Dehaene (5 janvier 2010), l'usage intransitif du terme « conscience » désigne la conscience en tant qu'état ou niveau de vigilance susceptible de varier (coma, sommeil, éveil…). Son usage transitif désigne la prise de conscience de quelque chose (Dehaene, 5 janvier 2010), ce que Block définit comme la « conscience d'accès » (Block, 1992, 1995, 1996), ou la conscience de l'instant présent et des perceptions, proche du concept d'*awareness* (voir Depraz, 2001) ou de la « conscience centrale » (Koch, 2006). La conscience d'accès désigne le fait que lorsqu'une information est devenue consciente, elle devient disponible pour de multiples processus incluant la planification d'actions, la redirection volontaire de l'attention, la mémoire, le report verbal et non verbal (Dehane & Changeux, 2004). Le caractère rapportable de l'expérience est donc considéré comme la propriété fondamentale de la conscience.

Bien qu'encore discutée, la distinction de différents « niveaux » de conscience permet donc de cerner avec davantage de précision ce qui constitue l'objet d'étude scientifique potentiellement opérationnalisable en la psychologie cognitive. La conscience d'accès est susceptible d'être investiguée avec les moyens techniques actuels et avec un minimum *d'a*

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

priori philosophiques[5]. À ce titre, la modalité visuelle est classiquement la modalité la plus étudiée. Presque indispensable à l'homme, elle présente en outre la caractéristique d'être facilement trompée (Koch, 2006).

1.3 Le modèle de l'Espace de Travail Neuronal Global (ETNG)

D'autres paramètres que le niveau d'éveil sont donc nécessaires pour décrire le phénomène de conscience. Pour Dehaene (12 janvier 2010), une certaine convergence des différents modèles cognitifs concerne l'association de la conscience avec :

- Un système de supervision centrale, c'est-à-dire un système permettant la manipulation volontaire de l'information (Posner & Klein, 1973; Posner & Snyder, 1975). Ce contrôle du traitement de l'information s'apparenterait plus généralement aux fonctions exécutives, par le biais de structures tels que la mémoire de travail (Baddeley & Hitch, 1974 ; Baddeley, 1986, 2000) ou le superviseur attentionnel (Norman & Shallice, 1986).
- Ce système serait à capacité limitée. Les modules permettant la manipulation volontaire de l'information nécessitent un traitement séquentiel, et donc une sélection de l'information à traiter. Le mécanisme cognitif général permettant ce « filtrage » par sélection et rehaussement d'une information venant emplir l'espace conscient est l'attention, et particulièrement sous-une forme *top-down*.
- Le corrélat neurophysiologique de ces processus correspondrait à des boucles lentes, réentrantes et descendantes d'échange de signaux neuronaux. Cette réverbération globale entre les neurones des différentes aires du cerveau conduirait à l'expérience consciente (Edelman, 2008 ; Lamme, 2006).
- Enfin, la conscience impliquerait un espace interne de maintien, de partage et de synthèse des données (appelée « théâtre », « tableau noir » ou « espace de travail neuronal global »). Cet aspect est au cœur des modèles cognitifs récents de la conscience.

[5] Pour l'instant, l'étude psycho-cognitive de la conscience ne concerne donc pas la conscience réflexive (la perception- représentation de soi-même ou la conscience en référence à elle-même ; Jouhet, 1993) ou phénoménale (les « qualias »), c'est-à-dire le caractère éminemment privé de l'expérience consciente : le « ce-que-ça-fait » (Nagel, 1974), défini par Chalmers (1995) comme le « problème difficile ».

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Les modèles de l'Espace de Travail Global (*global worskspace*, Baars, 1997, 2002 ; Baars & Franklin, 2003) et de l'Espace de Travail Neuronal Global (*Global Neuronal Workspace*, Dehaene, Kerszberg, & Changeux, 1998 ; Dehaene, Changeux, Naccache, Sakur, & Sergent, 2006) regroupent ces hypothèses, en y ajoutant la dimension d'espace de travail permettant l'échange d'informations, tel un « théâtre » de synthèse mentale (Dehaene, 12 janvier 2010).

Le modèle de l'Espace de Travail Neuronal Global (ETNG) (voir figure 5) constitue une prolongation du modèle de Baars (bien qu'il demeure certains points de désaccord ; Dehaene, 12 janvier 2010). Il approfondit le modèle original en explorant particulièrement la composante attentionnelle (Dehaene et al, 2006). Selon ses auteurs, ce modèle s'appliquerait aux processus perceptifs, mnésiques, et à la coloration émotionnelle des pensées.

Naccache (2006) livre une description synthétique de ce modèle reposant sur l'hypothèse de deux systèmes anatomiquement et fonctionnellement distincts. Le premier concerne un ensemble de « petits circuits cérébraux » très spécialisés, fonctionnant en parallèle, et élaborant constamment de multiples « représentations mentales inconscientes ». Le second est un réseau neuronal fortement interconnecté et étendu, l'ETNG (certaines régions cérébrales abriteraient davantage de neurones appartenant à l'ETNG : cortex préfrontal, cortex cingulaire antérieur, certaines régions des cortex pariétal et temporal et des noyaux thalamiques) : son contenu correspond à la représentation mentale consciente. La communication entre les deux systèmes s'établirait via des neurones aux axones « longue distance ». Une seule représentation mentale occupe le contenu de l'ETNG à un instant donné.

Un mécanisme détermine l'accès à la conscience de cette représentation mentale (Dehaene & Changeux, 2004) : «l'amplification attentionnelle descendante » (ou *top-down*). Celle-ci diminue les seuils nécessaires aux entrées sensorielles dans certaines zones du cortex (zones préfrontales et cingulées ; Naccache, 2006), et engendre une augmentation de la fréquence des transmissions de signaux entre les circuits périphériques et l'ETNG. Cette « réverbération » entraîne la diffusion de représentation pertinente à travers l'ensemble de l'ETNG (en quelques dixièmes de secondes), et permet la disponibilité globale de l'information. Celle-ci devient alors rapportable par le sujet. L'attention est donc une condition nécessaire mais pas toujours suffisante à l'accès conscient (Dehaene & Changeux, 2004 ; Dehaene, 12 janvier 2010).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

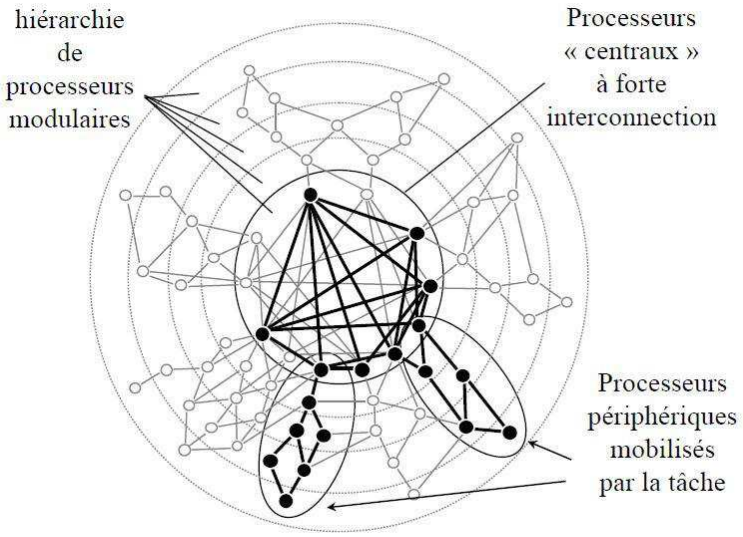


Figure 5 : Description schématique du modèle de l'espace de travail neuronal global

Dehaene (12 janvier 2010)

1. 4 Conclusion

Une description relativement précise des structures et phénomènes neuronaux sollicités par la prise de conscience d'un stimulus extérieur semble désormais de plus en plus accessible. La modélisation cognitive proposée par l'ETNG synthétise l'ensemble des propositions concernant la conscience bénéficiant d'un certain consensus. Cette description des phénomènes conscients laisse toutefois entrevoir un ensemble de traitements ne bénéficiant pas de ce partage global de l'information. Ces traitements, ou leur produits, s'associent donc à la face opposée et indissociable de la conscience : l'inconscient cognitif (Kihlstrom, 1987).

2. L'inconscient cognitif

2.1 Historique du concept d'inconscient cognitif

Naccache (2006) a dressé un historique de la recherche en psychologie cognitive sur « la profondeur » des traitements cognitifs non conscients. Leur étude est en fait antérieure aux propositions de Freud. Depuis les prémices de la psychologie expérimentale jusqu'aux années 1970 et 1980, l'étendue présumée de l'inconscient cérébral se mesurait en effet selon les

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

principes de John Hughlings Jackson (1835-1911), qui séparait anatomiquement et fonctionnellement la vie mentale : le néocortex était considéré comme le support de la pensée consciente, tandis que les zones inférieures (moelle épinière, amygdale etc…) soutenaient la motricité réflexe et un ensemble de réponses comportementales comme les émotions.

Le concept d'opérations non conscientes constituait donc un objet d'étude à part entière pour les psychologues de la fin du 19e siècle (Théodule Ribot, Pierre Janet, Hermann Von Helmholtz), abordé via l'introspection. Cette méthode n'étant plus considérée comme suffisamment solide pour la psychologie scientifique, les recherches sur la vie mentale consciente furent interrompues par le béhaviorisme. L'intérêt pour ce thème revint au début des années 1950 avec la « révolution cognitive » (Wiener, Shannon, Turing, Von Neumann, etc…). Le fonctionnement cérébral était alors décrit comme un « ordinateur » effectuant de manière automatique une succession d'opérations mathématiques et d'algorithmes. Les données du problème furent alors renversées (Dehaene, 6 janvier 2009) : concevoir des traitements non conscients devint plus aisé que de modéliser ce qui caractérisait le contrôle conscient, ce qui aboutit à une conception d'une dynamique inconsciente plus riche, et plus complexe sur le plan psychologique.

Kihlstrom (1987) proposa alors de désigner par le terme d' « inconscient cognitif »[6] l'ensemble des structures et des processus mentaux qui, tout en agissant en dehors de la conscience subjective, influencent néanmoins l'expérience, la pensée et l'action conscientes.

2.2 Caractéristiques des processus non conscients

Dans son article *The Cognitive Unconscious* (1987), Kihlstrom cherche à définir la place accordée aux processus non conscients selon les différents modèles proposés jusqu'alors par la psychologie cognitive (voir tableau 3). Pour lui les développements successifs du modèle classique du traitement de l'information, comme le modèle ACT* (*Adaptive Control of Thoughts* ; Anderson, 1976) ou les modèles PDP (*Parallel Distributed Processing* ; Hinton & Anderson, 1981 ; Rumhelhart, McClelland, & *the PDP Research Group*, 1986), tendent à accorder une importance croissante aux processus cognitifs non conscients.

Kihlstrom aborde également la conception répandue concernant le caractère d'automaticité des processus non conscients, par opposition à celle de contrôle propres au processus conscients. La distinction entre automaticité et contrôle fut envisagée soit comme deux étapes

[6] La notion d'inconscient cognitif ne partagerait que peu de choses en commun avec l'inconscient décrit par Freud, si ce n'est une grande richesse de l'inconscient et le statut originairement non conscient de toute représentation mentale (Naccache, 2006).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

(voir le modèle du filtre attentionnel de Broadbent, 1958 ; 1982), ou comme deux modes différents de traitement de l'information (Posner & Snyder, 1975 ; Schneider et Schiffrin, 1977).

Modèle	Processus non conscients	Processus conscients
Traitement de l'information	Perceptifs Pré attentionnels précoces Traces mnésiques latentes non récupérées en mémoire à long terme (MLT) ou non passées en mémoire à court terme (MCT).	Processus mentaux supérieurs
ACT*	Connaissances procédurales	Haut degré d'activation des connaissances déclaratives en mémoire de travail (MDT)
PDP : Pas d'administrateur central (comme le MDT), mais collaboration parallèle de modules de traitement individuellement associés à une tâche précise (Fodor, 1983)	Rapides Parallèles	Lents Séquentiels
Automatisme et contrôle : deux étapes de traitement (Filtre attentionnel)	Automatiques Périphériques	Contrôlés Centraux
Automatisme et contrôle : deux modes de traitement	Automatiques Rapides Parallèles Nécessitent peu de ressources attentionnelles	Contrôlés Lents Séquentiels Nécessitent beaucoup de ressources attentionnelles

Tableau 3 : Résumé des caractéristiques attribuées aux processus non conscients et conscients selon les différents types de modèles du fonctionnement cognitif (d'après Kihlstrom, 1987)

Cette dernière distinction des traitements, qualitative, implique que plusieurs processus automatiques peuvent être simultanément exécutés, tandis que le contrôle ne peut concerner qu'un seul processus à la fois (avec toutefois la possibilité qu'un ou plusieurs processus automatiques opèrent en parallèle). L'automatisme ne se limiterait pas aux étapes précoces du traitement de l'information, mais s'étendrait à des processus ayant acquis ce mode de traitement (par répétition ou apprentissage) jusqu'au traitement sémantique (Johnston & Dark, 1982 ; 1986). La richesse potentielle de l'inconscient cognitif suggéré par les modèles de Posner et Snyder (1975), Schneider et Schiffrin (1977) ou Johnston et Dark (1982 ; 1986) semble alors plus importante que ceux de type filtre attentionnel (Broadbent). Dès lors, la mémoire implicite, les processus automatiques et les processus non conscients sont inclus par Kihlstrom au sein d'une conception de l'inconscient cognitif englobant les analyses perceptives élémentaires des caractéristiques physiques de l'environnement, mais également

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

des processus cognitifs complexes (jugement sociaux, valence émotionnelle) ayant acquis un mode de fonctionnement automatique.

Au premier abord simplement terminologique, la distinction entre les processus non conscients et les processus automatiques pourrait s'avérer également conceptuelle. Les processus non conscients désigneraient une « sous-catégorie » des processus automatiques, ceux ne pouvant être initialement contrôlés par nature (Placé, 2007), comme par exemple l'accès au code phonologique (Ferrand & Grainger, 1992). Un second élément en faveur de cette distinction est l'attention nécessaire à l'exécution de processus non conscients (Naccache, Blandin, & Dehaene, 2002 ; Ansorge, 2004) qui ne les apparente donc pas totalement à des processus automatiques.

2.3 Modélisation de l'inconscient cognitif par l'ETNG

Le modèle de l'ETNG décrit plus bas permet de distinguer quatre formes de processus inconscients, respectant, selon Nacache (2006), un ordre croissant de proximité anatomique et fonctionnelle avec le contenu mental conscient :

- « L'inconscient de structure » correspond à un échec à la prise de conscience d'une information due à la nature même de cette information, soit par exemple l'activité non électrique des neurones et des synapses.
- « L'inconscient représenté mais non connecté à l'ETNG » : par exemple, les produits du colliculus supérieur.
- « L'inconscient représenté et connecté, mais non amplifiable » : ce sont les représentations impliquées dans la perception subliminale, en raison de leur évanescence rapide.
- « L'inconscient qui aurait pu être conscient » : représentations n'ayant pas accédé à l'étape de l'amplification attentionnelle (Naccache cite comme illustration de ce type d'inconscient les tableaux de lettre de Sperling, 1960 ; Averbach & Sperling, 1961).

La multitude des paradigmes utilisés incorporant ou non l'attention du sujet dans la recherche sur les processus non-conscients a mené Dehaene et al (2006) à proposer une taxonomie des états de non-visibilité des stimuli en fonction de deux paramètres (figure 6) :

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

l'orientation attentionnelle du sujet et l'intensité des stimuli. En plus de l'identification des différents états de conscience et de non conscience, ce modèle distingue deux types d'invisibilité des stimuli :

- Lorsque l'attention du sujet est détournée de stimuli d'intensité suffisante pour déclencher une perception consciente (les stimuli sont alors qualifiés de « préconscients »), comme par exemple dans le cas de la cécité inattentionnelle (Mack & Rock, 1998), la cécité au changement (Rensink, O'Reagan, & Clark, 1997) ou le clignement attentionnel (Shapiro, Raymond, & Arnell, 1997).
- Lorsque l'invisibilité du stimulus est induite par le masquage (subliminal), où les conditions de présentation du stimulus elles-mêmes seraient responsables de sa non-perception.

Le modèle spécifie alors les conditions d'après lesquelles un stimulus subliminal peut être pris en compte lors d'un processus cognitif aboutissant à une réponse consciente. Les auteurs définissent la perception subliminale comme une condition d'inaccessibilité consciente de l'information où l'activation *bottom-up* est insuffisante pour déclencher une large activation dans le réseau global de neurones. Toutefois, un niveau suffisant d'attention consciemment portée (donc *top-down*) pourrait orienter et amplifier le processus subliminal, et favoriser son impact non consciemment sur la réponse du sujet.

Le rôle attribué aux processus non conscients au sein du fonctionnement cognitif apparaît de plus en plus important. Leur existence est par ailleurs confirmée et étayée par l'étude des lésions cérébrales et la diversité des performances inconscientes observées (motrices, perceptives, émotionnelles) chez les sujets cérébrolésés, notamment (voir Naccache, 2006) les cas d'amnésie et d'apprentissage implicite décrits par Brenda Milner, l'héminégligence spatiale, et les cas de vision aveugle (ou *blindsight*) (Weiskrantz, 1990).

La description des modèles récents décrivant les relations dynamiques entre conscient et non conscient nous a permis d'introduire la notion de perception subliminale, telle qu'elle est expliquée par ces modèles. Nous allons nous focaliser à présent sur les aspects méthodologiques spécifiques à ce champ et dresser un panorama de ses résultats.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

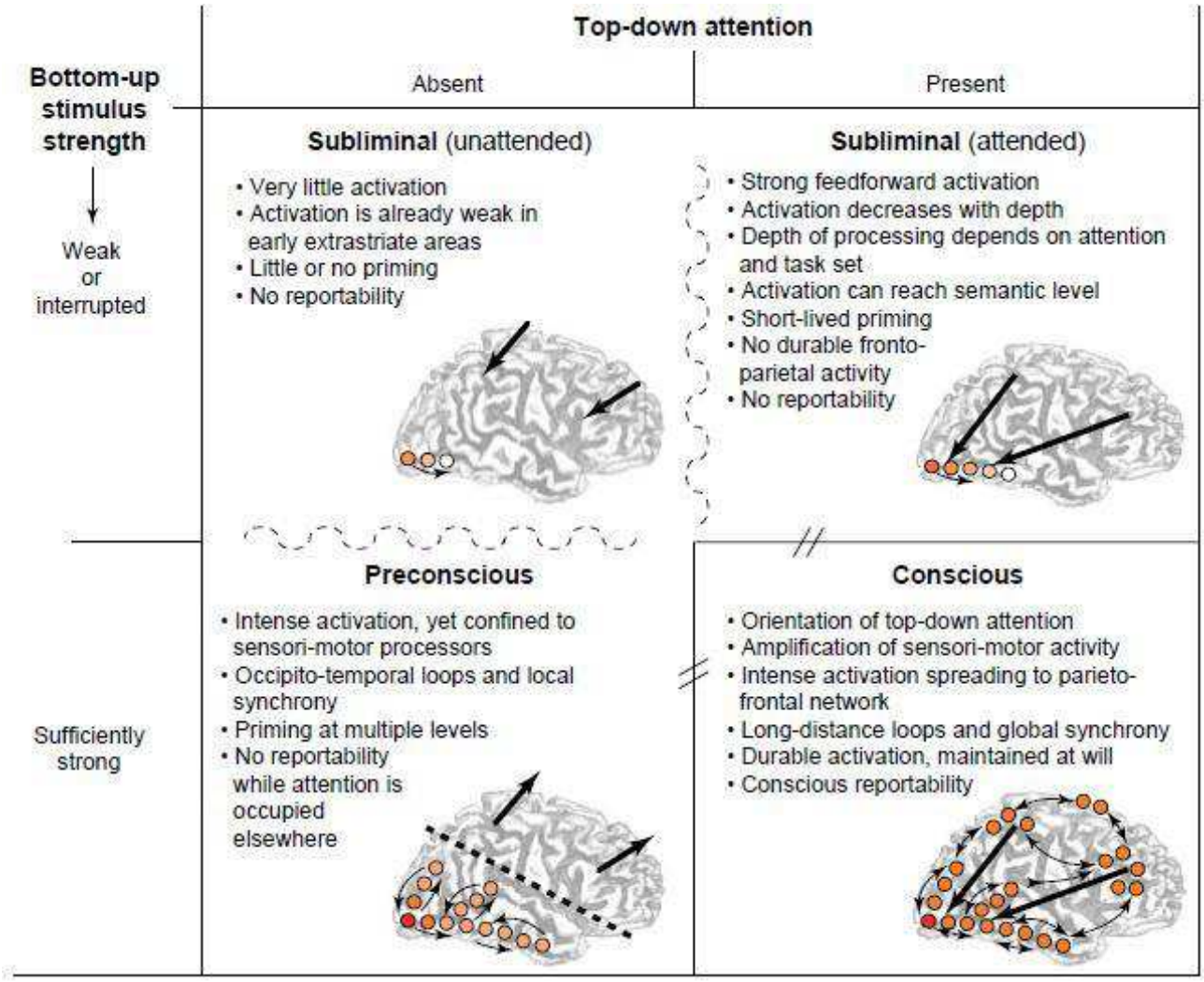


Figure 6 : Distinction entre processus subliminal, préconscient et conscient

Dehaene, Changeux, Naccache, Sackur & Sergent (2006)

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

3. L'étude de la perception non consciente

3.1 Définitions et méthodes

3.1.1 Définition de la perception subliminale

La question de l'étendue de l'influence de la perception non consciente sur le comportement est sujette à controverse depuis plus d'un siècle. Proposer une démonstration convaincante d'un traitement d'un stimulus subliminal ainsi que de sa répercussion sur sa prise en compte lors d'un jugement conscient s'avère complexe (Kouider & Dehaene, 2007). Le débat sur l'étendue de l'inconscient cognitif est indissociable de celui méthodologique de la mesure de la perception consciente aux niveaux technique, méthodologiques et épistémologiques.

Kihlstrom (1987) remarque que la probabilité de détection d'un stimulus est directement liée à l'intensité d'un stimulus aussi bien en dessous qu'au dessus du seuil, ce qui lui permet de penser que les stimuli dont l'intensité se situe en dessous du seuil sont néanmoins traités par le système sensori-perceptif. Merikle (2000) propose de définir la perception subliminale[7] comme une perception d'un stimulus présenté sous ce seuil de conscience, mais qui néanmoins influence les pensées, les sentiments où les actions.

Cette définition implique que les opérations mentales déclenchées par le stimulus subliminal se situent sous le seuil de rapportabilité. Elle sous entend par conséquent (Dehaene, 6 janvier 2009) :

- un concept de « seuil de conscience »
- la capacité de le mesurer ou, au minimum, de se placer largement en dessous de ce seuil
- la capacité de mesurer, indépendamment, l'influence d'un stimulus situé sous ce seuil sur la pensée, l'émotion ou l'action entreprise par les participants

[7] Johann Herbart (1776-1841) aurait introduit le mot « subliminal » pour désigner les idées se confrontant en deçà du seuil de perception (Kouider & Dehaene, 2007).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

La perception subliminale (ou infraliminaire) appliquée aux stimuli visuels consiste donc à démontrer qu'une image présentée dans des conditions telles que le sujet ne peut en faire l'expérience consciente subit toutefois un traitement non conscient et peut éventuellement influencer « à son insu » la réponse consciente du sujet. Pour répondre à cet objectif, différentes méthodologies sont employées.

3.1.2 Paradigmes utilisés en perception subliminale

L'exploration du traitement non conscient a engendré l'élaboration de plusieurs paradigmes. Comme le paragraphe 2.4 le mentionnait, il est possible de distinguer deux grands types de méthodes pour induire la non conscience du stimulus : celles reposant sur la manipulation de l'attention du sujet (clignement attentionnel, cécité inattentionnelle) et celles basées sur la manipulation des caractéristiques physiques du stimulus (le masquage visuel et ses diverses variantes)[8]. Kouider et Dehaene (2007) soulignent que la profondeur de traitement atteinte par l'emploi des méthodes d'inattention et d'amorçage masqué diffère : ces dernières laissant passer une plus grande part des informations visuelles (au sein des voies ventrale et dorsale) (Dehaene, 13 janvier 2009), elles apparaissent comme adaptées à la problématique de cette thèse, et vont maintenant faire l'objet d'une description détaillée.

3.1.2.1 L'amorçage visuel « classique »

L'amorçage visuel masqué (ou infraliminaire) est une extension du paradigme d'amorçage visuel « classique » (supraliminaire) (voir figure 7). L'amorçage se définit comme l'effet facilitateur (évalué à partir des taux et/ou des temps de réponses correctes) de l'exposition à un premier stimulus, l' « amorce» (qui peut être un mot, une image…), sur l'identification ultérieure d'un autre stimulus, appelé la cible (Tulving & Schacter, 1990). Généralement, le délai entre les deux stimuli est très court (inférieur à la seconde).

[8] D'autres méthodes existent, comme la rivalité binoculaire (présentation successive et alternative de stimuli différents à l'œil droit et à l'œil gauche).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

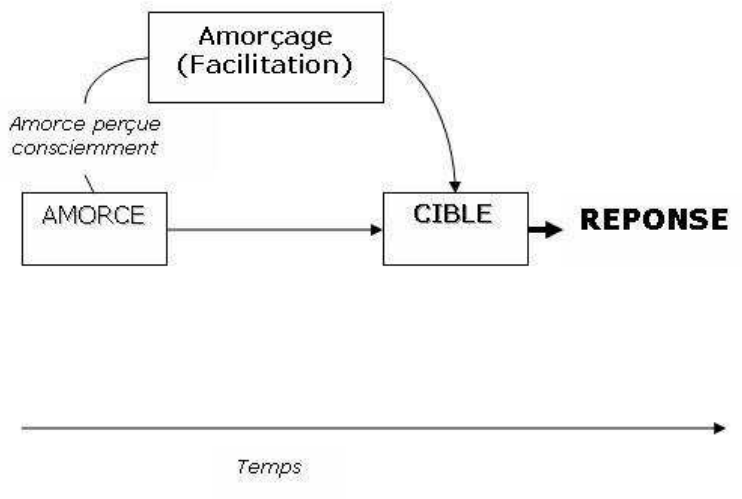


Figure 7 : Principe de l'amorçage « classique » (supraliminaire)

L'amorçage constitue un dispositif de mesure indirect, non intentionnel et (relativement) indépendant des stratégies des sujets. La consigne est généralement simple (identification, reconnaissance, décision lexicale…) et peut s'appliquer à un grand nombre de domaines :

- les représentations visuelles, sémantiques, linguistiques, morphologiques ou sémantiques des mots
- la perception visuelle d'images, de visages ou de formes géométriques
- la perception auditive
- l'amorçage inter modalités

L'amorçage visuel est abondamment utilisé en condition supraliminaire (voir par exemple Meyer & Schwaneveldt, 1971), c'est-à-dire lorsque l'amorce et la cible sont toutes deux accessibles à la conscience du sujet. Le postulat de départ est que la congruence des stimuli cible et amorce engendre une facilitation (par « pré-activation ») de l'identification du stimulus cible (ou au contraire une interférence en cas de non congruence). La manipulation individuelle des stimuli amorce et cible permet d'étudier leurs relations à différents niveaux de représentation s'étendant du visuel au sémantique.

3.1.2.2 L'amorçage visuel masqué

L'indépendance de ce paradigme à l'égard des stratégies conscientes du sujet demeure toutefois sujette à caution. C'est pourquoi le paradigme d'amorçage visuel masqué (également

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

nommé amorçage subliminal ou amorçage infraliminaire) permet de résoudre ce problème en proposant au sujet d'effectuer la tâche demandée sur la cible alors même qu'il ignore la présence de l'amorce (voir figure 8). Ainsi, l'influence potentielle de l'amorce sur la perception de la cible peut être considérée non consciente et être en partie exempte de stratégies. Un tel paradigme permet théoriquement l'exploration de la profondeur des processus de traitement non conscients, par l'étude des répercussions comportementales de la manipulation du niveau de représentation sous-tendu par l'amorce.

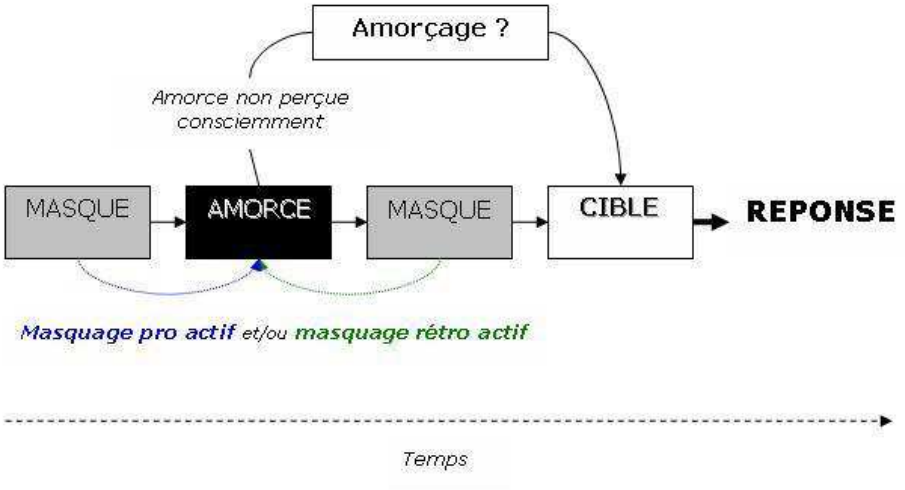


Figure 8 : Principe de l'amorçage masqué (infraliminaire)

En contrepartie, la diffusion d'une image à l'insu du sujet complexifie grandement le paradigme et suscite de nouveaux défis méthodologiques : comment masquer l'image amorce, comment prouver quelle celle-ci n'est pas consciemment perçue, et comment prouver que celle-ci influence malgré tout la réponse du sujet ?

La durée de présentation de l'image subliminale (l'amorce) est souvent très courte et immédiatement suivie d'une seconde image (appelée le « masque ») empêchant l'identification consciente de la première. La brièveté de la présentation d'une image ne garantit pas à elle seule son caractère subliminal. Une image d'une durée extrêmement brève (- de 20 ms), si elle est présentée seule, peut être facilement perçue. La considération d'autres paramètres s'ajoute donc à celui de la durée (luminance, dimension, type de l'image…). Les spécificités du masquage seront détaillées dans le chapitre suivant.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Afin d'établir les conditions permettant de mesurer la perception consciente ou non consciente d'un stimulus, on cherche à détecter le niveau minimal d'intensité du stimulus nécessaire à sa détection consciente (généralement en diminuant la durée de présentation et/ou en masquant le stimulus). Lors de la phase test, le stimulus sera présenté dans des conditions inférieures au seuil perceptif de la plupart des sujets (Naccache, 2006).

L'utilisation du paradigme d'amorçage masqué dans l'objectif d'évaluer l'impact de stimuli non conscients sur le comportement nécessite une mesure opérationnelle fiable de la conscience et de la non conscience de ces stimuli pour le sujet.

3.2 Mesures subjectives et objectives de la conscience et de l'absence de conscience du stimulus

Le problème méthodologique central de l'étude de la perception non consciente peut se résumer à la question de la définition opérationnelle accordée au terme « inconscient », et notamment du bon compromis entre une définition ni trop conservatrice, ni trop souple (Dell'Acqua & Grainger, 1999).

Le débat s'articule essentiellement sur le choix de la méthode de mesure de la conscience et de l'absence de conscience. Historiquement, deux techniques majeures se sont développées : les mesures subjectives et objectives. Longtemps opposées, il semble aujourd'hui se dégager un certain consensus autour de leur complémentarité (Eastwood, Smilek, & Merikle, 2001 ; Naccache, 2006). Plusieurs auteurs ont proposé une revue historique exhaustive de la construction de cette méthodologie (récemment, Holender & Duscherer, 2005 ; Naccache, 2006 ; Kouider & Dehaene, 2007). En récapituler les grandes lignes paraît toutefois important afin de comprendre la construction de la méthodologie telle qu'elle est aujourd'hui conçue.

3.2.1 Des mesures subjectives aux mesures objectives

L'utilisation des mesures subjectives date de la fin du 19e siècle (Peirce & Jastrow, 1884 ; Sidis, 1898). Les mesures subjectives considèrent les déclarations verbales (ou non-verbales) du sujet sur son expérience perceptive comme un indicateur fiable de son expérience consciente. Lorsque le sujet déclare n'avoir perçu aucune information, l'expérimentateur

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

considère qu'il n'a eu aucune expérience consciente pertinente sur les stimuli impliqués dans l'étude. Si cette mesure paraît intuitivement convenir, la pertinence du rapport subjectif et son exhaustivité dans la restitution de l'ensemble des percepts du sujet face à un stimulus présenté dans des conditions subliminales a suscité question (Cheesman & Merikle, 1984). Le sujet peut par exemple *« appliquer un seuil trop exigeant à ses réponses subjectives »*, ou bien encore *« se laisser influencer par les attentes de l'expérimentateur »* (Dehaene, 20 janvier 2009). C'est pourquoi d'autres auteurs ont par la suite favorisé des méthodes de mesures objectives, afin d'évaluer la conscience ou l'absence de conscience d'un stimulus.

Les critiques méthodologiques d'Eriksen (1960) à l'égard de l'utilisation de l'introspection comme mesure fiable des états conscients des sujets marquèrent la fin de la première vague de recherches[9]. Il défendit alors l'idée d'une nouvelle méthodologie, modifiant le statut accordé aux tâches de discrimination à choix forcé sur les stimuli: elles ne seraient plus conçues comme une mesure indirecte de la perception non consciente du sujet, mais comme une mesure directe de la conscience du sujet. Des résultats situés au niveau du hasard permettraient de conclure à l'absence de perception consciente du stimulus. En contrepartie, cette mesure objective de la conscience nécessitait la création de nouvelles tâches indirectes visant à évaluer la perception non consciente du sujet.

Utilisant cette méthodologie, une nouvelle phase débuta au milieu des années 1970, inspirée par la psychologie cognitive du traitement de l'information. Elle fur initiée par les travaux de Marcel (1974, 1980, 1983a, 1983b), qui tentait de démontrer un accès inconscient à la sémantique des mots écrits (en utilisant une variante de la tâche de Stroop). Ces recherches furent exposées à de nombreuses critiques méthodologiques - détaillées ci-après - (Cheesman & Merikle, 1984 ; Holender, 1986a, 1986b, 1987a, 1987b ; Kouider & Dupoux, 2004) et contribuèrent au perfectionnement méthodologique de l'amorçage masqué.

9 Au cours de la première moitié du 20e siècle, notamment sous l'impulsion du mouvement *New Look* en perception et les travaux de Bruner, l'étude de la perception non consciente attira l'attention du grand public lorsque certains publicitaires des années 1950 affirmèrent être en mesure d'influencer le choix des consommateurs par l'introduction brève de messages publicitaires lors de la diffusion d'un film (Holender & Duscherer, 2005).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

3.2.2 Méthodologie des mesures objectives

3.2.2.1 La dissociation des tâches directe et indirecte

Les mesures objectives de la perception consciente reposent donc sur les capacités de discrimination des sujets. Démontrer un effet subliminal au travers de ce procédé nécessite une dissociation entre deux types de tâches (Reingold & Merikle, 1988 ; 1993 ; Holender & Duscherer, 2005 ; Schmidt & Vorberg, 2006) :

- **Une tâche « indirecte »**, c'est-à-dire une tâche d'amorçage masqué. Cette tâche mesure l'effet du stimulus non visible (l'amorce) sur un second stimulus visible (la cible). Il peut s'agir d'une tâche de reconnaissance, d'identification, de catégorisation, etc.
- **Une tâche « directe »**, dans laquelle le sujet doit effectuer une tâche sur le stimulus dont on suppose l'impossibilité de détection consciente (l'amorce masquée). Ces tâches consistent en des choix forcés ou des décisions de présence/absence parmi différents stimuli. La capacité de discrimination entre différents états du stimulus indique une conscience de celui-ci ; tandis qu'une incapacité de discrimination entre différents états d'un stimulus indique une non conscience de celui-ci. Dans une étude (Dagenbach, Carr, & Wihelmsen, 1989), les sujets devaient par exemple déterminer si un masque était précédé d'un mot amorce ou d'un écran blanc : un taux de réponses correctes proche de celui du hasard permettait de considérer le stimulus comme non perceptible consciemment. L'analyse des réponses du sujet à la tâche directe s'effectue le plus souvent via la théorie de la détection du signal (TDS), ou d'autres méthodes (Greenwald, Draine, & Abrams, 1996) permettant de *« vérifier que les quelques sujets avec d' positif ne sont pas responsables des effets d'amorçage non conscients significatifs »* (Dehaene, 20 janvier 2009).

Afin de conclure à l'influence de l'amorce comme étant de nature non consciente, deux conditions doivent être réunies (Greenwald, Klinger & Schuh, 1995 ; Draine & Greenwald, 1998) :

- Au cours de la tâche indirecte, les réponses du sujet doivent montrer une influence de l'amorce

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

- La tâche directe doit conclure à la l'absence de perception conscience des amorces par le sujet (traduite par des réponses au niveau du hasard ou une capacité de discrimination nulle).

3.2.2.2 Paramètres à contrôler

Holender (1986b) (voir également Merikle, 1982 ; Cheesman & Merikle, 1984) pointa les différentes carences méthodologiques de certaines expériences utilisant la dissociation des tâches (Kunst-Wilson & Zajonc, 1980 ; Marcel, 1983), entre autres (voir Dehaene, 20 janvier 2009) : la mesure du seuil avant l'expérience, un nombre insuffisant d'essais, une modification de la séquence de stimuli lors de la tâche directe (comparativement à la phase test de mesure indirecte) (Purcell, Stewart, & Stanovich 1983 ; Nolan & Caramazza, 1982 ; cités par Kouider & Dehaene, 2007), et un biais lié à l'éventualité une perception consciente partielle des stimuli, etc.

Pour répondre à ces carences, deux paramètres fondamentaux sont à contrôler :

a) La conscience partielle des stimuli

Ce phénomène est important à considérer et expliquerait certains phénomènes d'amorçage (Kouider & Dupoux, 2004) : même si le sujet est incapable d'identifier le mot stimulus, il peut néanmoins avoir une conscience fragmentaire de certains de ces aspects (une lettre, une forme, un fragment…).

b) L'ordre de passation des tâches indirecte et directe

En plus de la modification des états attentionnels du sujet entre les tâches directe et indirecte, la tâche directe placée en première position peut induire chez le sujet différentes stratégies et influer sur celles employées au cours de la tâche indirecte. Elle est donc susceptible de modifier les effets d'amorçage (Dagenbach et al, 1989 ; Holender & Duscherer, 2005). Le placement de la mesure directe de conscience au terme de la tâche indirecte est donc généralement privilégié. Toutefois, ce choix ne demeure pas pour autant exempt d'inconvénients. En effet, l'expérimentateur faisant part au sujet de la présence des amorces subliminales après la tâche indirecte, l'état attentionnel du sujet n'est pas le même lors de la tâche directe.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

De manière plus générale, Schmidt et Vorberg (2006) insistent sur la nécessité que les tâches directe et indirecte soient comparables, de façon à ce que la tâche directe mesure le même contenu conscient pertinent pour effectuer la tâche indirecte. La tâche indirecte doit donc remplir certaines conditions de similitude par rapport à la tâche indirecte :

- les stimuli doivent être identiques dans les deux tâches
- les mêmes caractéristiques des stimuli doivent être évaluées
- la tâche motrice demandée doit être identique

3.2.3 Conclusion

Si les mesures objectives peuvent être considérées comme étant trop strictes (Dehaene, 20 janvier 2009), elles demeurent toutefois les plus utilisées actuellement. La méthodologie de l'amorçage subliminal repose donc sur l'établissement d'un contraste entre une mesure indirecte de l'effet de l'amorce, couplée à une mesure directe de la perception de celle-ci. Un temps de présentation bref associé à un masquage visuel sont le plus souvent utilisés afin d'empêcher le succès d'accéder consciemment aux stimuli amorce : une mesure directe telle que l'identification, la discrimination ou la détection est utilisée pour s'en assurer. Une mesure indirecte (l'amorçage visuel masqué) est employée pour montrer que néanmoins, la présence de ce stimulus influe sur la réponse du sujet.

Toutefois, la mise en évidence de manifestations strictement comportementales provoquées par un mot ou une image présentés dans des conditions subliminales est complexe à obtenir. En complément des mesures comportementales indirectes de perception de l'amorce masquée, l'imagerie cérébrale est abondamment utilisée. Elle permet d'observer si les différentes aires cérébrales associées à un certain niveau de représentation du stimulus (moteur, orthographique, sémantique, etc.) sont activées par la présentation d'un stimulus subliminal (Kouider & Dehaene, 2007). Les mesures de l'activité cérébrale via les techniques d'électro encéphalographie ou de magnéto encéphalographie fourniraient une mesure « pure » (Dehaene, 27 janvier 2009) des étapes de traitement concernées par l'activation subliminale.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

3.3 Les résultats récents

L'amorçage masqué constitue une méthode puissante pour étudier un ensemble de traitements cognitifs non conscients :

- La reconnaissance visuelle des mots (Evett & Humphreys, 1981 ; Forster & Davis, 1984 ; Greenwald, Draine, & Abrams, 1996 ; Dehaene, Naccache, Le Clec'H, Koechlin, Mueller, Dehaene-Lambertz, van de Moortele, & Le Bihan, 1998)
- Les niveaux de représentation de la forme visuelle (Cooper, Biederman, & Hummel, 1992)
- L'orthographe et la phonologie des mots (Ferrand & Grainger, 1992 ; 1993 ; Ferrand, Humphreys, & Segui, 1998)
- Les codes stimulus-réponse (Neumann & Klotz, 1994)
- Le traitement non conscient de la quantité numérique a été abondamment étudié par Dehaene et son équipe (Dehaene et al, 1998). Les nombres entiers naturels présentent en effet une « métrique reproductible et identique ». Leurs études reposaient typiquement sur une tâche simple basée sur l'effet de distance (Pinel, Dehaene, Riviere, & LeBihan, 2001) dans laquelle le sujet devait déterminer si le nombre cible qui lui était présenté était plus grand ou plus petit que 5. Ces travaux démontrent l'analyse sémantique non consciente de la quantité numérique (Dehaene & al 2001 ; Naccache & Dehaene, 2001).
- Le traitement subliminal des visages repose sur une tâche d'évaluation de sa familiarité. Une facilitation subliminale proportionnelle à la similarité entre les visages cibles et masquent renforcent l'hypothèse de la nature inconsciente de certains processus d'invariance perceptive (Henson, Mouchlianitis, Matthews, & Kouider, 2008 ; Kouider, Eger, Dolan, & Henson, 2009 ; voir également Whalen, Rauch, Etcoff, McInerney, Lee, & Jenike, 1998)
- Le traitement sémantique subliminal des mots est abondamment étudié : le mot étant selon Naccache (2006) la « représentation des représentations », il constitue en effet un type de stimulus représentable à une multitude de niveaux graduels d'abstraction: visuel (comme l'association de traits noirs codés de manière rétinotopique), puis comme une chaîne de caractères formant le mot indépendamment des caractéristiques formelles du stimulus (comme par exemple la taille, l'espacement ou la casse des

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

lettres), puis à des niveaux d'abstraction encore plus élevés (traitements phonologiques, lexicaux, sémantiques). En imagerie cérébrale, une multitude d'effets d'amorçage subliminal liés aux mots ont été observés dans les différentes aires du cerveau (Dehaene, 27 janvier 2009), au niveau de la commande motrice (Dehaene et al.,1998), de l'orthographe (Dehaene et al, 2001), de la coloration émotionnelle (Naccache, Gaillard, Adam, Hasboun, Clémenceau,Baulac, Dehaene, & Cohen, 2005), ou au niveau sémantique (Naccache & Dehaene, 2001 ; Nakamura, Dehaene, Jober, Le Bihan, & Kouider, 2005). La représentation subliminale du mot ne concernerait donc pas seulement des représentations de bas niveau, c'est-à-dire propres à la forme visuelle du stimulus, mais aussi à des propriétés « culturelles » ou « arbitraires » (Dehaene, 27 janvier 2009). A un niveau d'étude comportemental, les résultats furent plus mitigés : Greenwald et al (1996), puis Abrams et Greenwald (2000) ont prolongé les travaux initiés par Marcel en explorant, sans réel succès, l'influence d'un mot amorce subliminal sur la valence émotionnelle d'un mot cible.

Compte tenu de notre problématique, le traitement subliminal des images nous intéresse plus profondément.

En contexte supraliminaire, l'exposition préalable à une image d'objet augmente la précision et la vitesse de sa reconnaissance lors d'une autre présentation (Tulving & Schacter, 1990 ; Schachter, Delaney, & Merikle, 1990 ; Biederman & Cooper, 1991). Cet effet d'amorçage peut être strictement visuel : un même objet présenté dans une forme différente produit un effet moindre (Bartram, 1974).

La littérature concernant la perception non consciente des images via le paradigme d'amorçage masqué est quantitativement moins importante que celle sur la perception non consciente des mots. L'étude de Dell'Acqua et Grainger (1999) est toutefois considérée comme une démonstration convaincante de ce type d'effet en utilisant exclusivement des mesures comportementales (Kouider & Dehaene, 2007). Dell'Acqua et Grainger menèrent trois expériences explorant l'effet provoqué par des images amorces masquées sur la catégorisation sémantique et la dénomination de mots et d'images cibles. Leur méthodologie employait le principe de dissociation entre une tâche indirecte et directe. La tâche directe consistait pour les sujets à catégoriser l'image amorce (objet naturel versus artefactuel ou objet réel versus objet sans signification) : l'utilisation de la théorie de la détection du signal permit aux auteurs de confirmer que la réponse des sujets se situait au niveau du hasard.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Les résultats des tâches indirectes indiquèrent que la catégorisation sémantique de mots cibles est plus rapide lorsqu'ils présentent une congruence sémantique avec les images amorces. Les tâches de dénomination engendraient des effets différents selon le type de cible : alors que les temps de dénomination étaient plus courts lorsque la cible était une image, aucun effet d'amorçage n'était observé pour les mots cibles. Les auteurs suggérèrent que les images bénéficient d'un accès sémantique plus direct que les mots et déclenchent des effets subliminaux plus massifs. Un autre aspect important des résultats concerne le fait que lorsque l'amorce et la cible (que la cible soit un mot ou image) étaient identiques (par exemple lorsque l'image amorce représentait un lion, et la cible était la même image, ou le mot « LION ») l'effet d'amorçage n'était pas supérieur à celui obtenu lorsque l'amorce appartenait à la même catégorie sémantique que la cible. Seule l'information sémantique globale serait donc extraite de l'amorce. Dell'Acqua et Grainger opposèrent leurs résultats à ceux obtenus par Bar et Biederman (1998), montrant un effet d'amorçage à long terme (10-15 minutes) purement visuel (les amorces représentant le même objet sous une forme différente n'engendraient pas d'amorçage).

3.4 Caractéristiques de l'effet d'amorçage non conscient

3.4.1 Impact de l'attention sur le traitement non conscient

Comme un certain nombre d'éléments précédemment mentionnés le laisse entrevoir, la conception d'un traitement non conscient passif, automatique et donc exempts de toute influence issue des stratégies conscientes ou de l'état attentionnel du sujet est remise en question.

Pour Dehaene (10 février 2009), de nombreuses études montrent en effet que le traitement non conscient peut en effet être modulé par un ensemble de processus attentionnels *top-down*, (Naccache et al, 2002 ; Ansorge, 2004) comme les instructions données au sujet (Dehaene et al, 1998 ; Kunde, Kiesel, & Hoffmann, 2003 ; Greenwald, Abrams, Naccache, & Dehaene, 2003), l'attention exécutive (Kunde et al, 2003), temporelle (Naccache, Blandin, & Dehaene, 2002) ou spatiale (Marzouki, Grainger, & Theeuwes, 2007 ; Kentridge, Nijboer, & Heywood, 2008). Il ne revêt donc pas tous les critères d'automaticité des processus, tels que définis par Posner et Snyder (1975) ou Neely (1991). Parallèlement, un stimulus subliminal peut diriger l'attention (Ansorge 2004 ; Breitmeyer & Öğmen, 2006). L'ensemble de ces éléments

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

renforcent une nouvelle fois en la distinction entre conscience et attention (Lamme, 2000, 2003).

3.4.2 Limites des effets d'amorçage non conscient

La principale caractéristique limitante qui émerge de l'effet d'amorçage subliminal est son évanescence extrêmement rapide. Les effets significatifs reportés s'observent sur des séquences dans lesquelles le délai entre l'amorce et la cible n'excède pas 100 ms (Draine & Greenwald, 1998 ; Greenwald et al, 1996 ; Dupoux, de Gardelle, & Kouider, 2008). Des effets d'amorçage s'étendant à l'essai suivant n'ont pas encore été rapportés (voir cependant Bar & Biedermann, 1998).

Une conséquence de cette évanescence rapide des représentations mentales inconscientes concerne la difficulté pour ce type de traitement de favoriser un apprentissage, les rares effets observés demeurant faibles (Dehaene, 3 mars 2009).

Certaines études suggèrent que le choix d'une stratégie, processus qui relèverait du contrôle exécutif, pourrait être en partie déclenché par des stimuli subliminaux (Nieuwenhuis, Ridderinkhof, Blom, Band, & Kok, 2001 ; Mattler, 2003 ; Lau & Passingham, 2007 ; van Gaal, Ridderinkhof, Fahrenfort, Scholte, & Lamme, 2008 ; cités par Dehaene, 10 mars 2009). Cependant, Dehaene (10 mars 2009) émet diverses réserves quant à ces résultats. L'adoption d'une nouvelle stratégie de réponse nécessitant la conservation active en mémoire d'une multitude d'informations constituerait une spécificité du traitement conscient (Naccache 2006), le changement de stratégie exécutive ne pourrait donc être induit non consciemment (Kunde, Wiesel, & Hoffman, 2003 ; cités par Dehaene, 10 mars 2009).

3.5 Conclusion

L'ensemble des résultats de ces trente dernières années (issues de l'étude des pathologies neurologiques et des expériences sur la perception subliminale) rompt avec les modèles jacksonien et néo-jacksonien de l'inconscient et a engendré une nouvelle conception des processus non conscients, rassemblés sous le terme d'inconscient cognitif (Kihlstrom, 1987). Cet inconscient cognitif « moderne » est caractérisé par une grande diversité, ainsi qu'un haut niveau d'abstraction de ses contenus mentaux : les traitements des visages, des nombres, des mots, des gestes et des émotions sont susceptibles d'opérer inconsciemment. L'existence des processus non conscients serait donc une réalité, mais ils seraient limités dans leur

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

profondeur (Greenwald et al 1992) et dans leur capacité à induire de nouvelles stratégies. Ces limites de l'amorçage subliminal correspondent aux limites actuelles de l'inconscient cognitif (Naccache, 2006). Ainsi, l'hypothèse que des stimuli présentés en deçà du seuil de perception peuvent influencer des processus de « bas niveau » d'analyse sensorielle ou perceptive telles que celles des composantes primitives engagées dans l'identification d'images, apparaît dés lors comme envisageable (Dehaene, 27 janvier 2009).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Chapitre 3 : Modèles de l'amorçage et du masquage

Le paradigme d'amorçage subliminal consiste en la succession de stimuli visuels au sein d'une fenêtre temporelle extrêmement restreinte. Selon le principe de dissociation (chapitre 2), la démonstration d'un effet d'amorçage subliminal nécessite que deux conditions soient remplies :

- la prise en compte de l'amorce dans l'élaboration de la réponse (effet d'amorçage)…
- … malgré l'absence de détection « consciente », de l'amorce (effet de masquage).

La construction et l'utilisation expérimentale du paradigme d'amorçage subliminal implique donc deux effets antagonistes : amorçage et masquage.

La nature du produit de l'interaction entre deux stimuli successifs (amorçage ou masquage) dépend d'un ensemble de paramètres physiques (temporels, spatiaux, structuraux) définissant chaque stimulus individuellement (durée, position dans le champ visuel, structure), de même que leurs conditions de présentation relatives l'un par rapport à l'autre (intervalle temporel les séparant, durées, positions et structures relatives…). De fait, la succession de deux stimuli (S1 et S2) dans un intervalle temporel réduit (quelques dizaines ou centaines de millisecondes) peut être a priori considérée de différentes façons :

- Elle peut constituer une situation d'amorçage de S2 par S1
- Elle peut également constituer une situation de masquage de S2 par S1 (masquage proactif) ou de S1 par S2 (masquage rétroactif).

Amorçage et masquage reposant en partie sur des mécanismes psycho-physiologiques communs, le présent chapitre aborde les principaux modèles descriptifs et explicatifs de ces deux phénomènes.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

1. Modèles de l'amorçage

Différents modèles de l'amorçage proposent de rendre compte de la manière dont l'information diffusée en amorce est conservée puis utilisée pour le traitement de l'information contenue par la cible.

1.1 Le système PRS (*Perceptual Representation System*)

Deux formes d'amorçage se distinguent (Schacter & Buckner, 1998) : l'amorçage perceptuel (spécifique à la modalité perceptive sollicitée) et conceptuel (qualifiant les tâches impliquant un traitement sémantique).

La modélisation de Tulving et Schacter (1990) suggère que ces deux types d'amorçage seraient spécifiquement sous-tendus par des systèmes mnésiques différents. Le système PRS, hypothétiquement localisé dans les aires postérieures (cortex occipital extrastrié) permettrait le traitement non conscient de l'information de nature exclusivement perceptive (le traitement sémantique serait subséquemment effectué par un autre sous-système). Il comprendrait un ensemble de représentations perceptives relatives au traitement de la forme et la structure des mots et des objets, et servirait d'interface en améliorant la présentation de l'information issue des bas niveaux perceptifs et destinée aux niveaux supérieurs sémantiques (Gagnepain, Lebreton, & Eustache, 2006). Srinivas (1993) a par ailleurs confirmé la nature strictement perceptive d'effets d'amorçage utilisant des stimuli figuratifs, basée sur une description structurale des objets, pré-sémantique et hautement spécifique. Le PRS constitue donc une forme de mémoire implicite, et à long terme.

Cependant, le chapitre précédent soulignait l'évanescence très rapide de l'effet d'amorçage infraliminaire (reposant souvent sur des séquences où l'impact de l'amorce est mesuré quelques millisecondes après sa présentation). L'application du système PRS à ce type d'amorçage demeure donc incertaine.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

1.2 La mémoire iconique

Les effets d'amorçage suggèrent le maintien à très court terme de l'information contenue dans l'amorce, et son « addition » avec celle de la cible. La mémoire iconique (terme introduit par Neisser, 1967) apparaît comme une structure apte à remplir ce rôle. Elle est définie comme une mémoire sensorielle stockant les produits des premières étapes de codage de l'information visuelle, et jouant un rôle fondamental dans la perception visuelle consciente (Koch, 2006). Cependant, la nature exacte de cette persistance et son implémentation neurophysiologique est débattue.

1.2.1 La conception « classique » de la mémoire iconique

La mémoire iconique (Sperling, 1960 ; Avenbach & Sperling, 1961) est classiquement conçue comme un buffer sensoriel à durée limitée (en moyenne 250 ms), dont la fonction est de maintenir disponible l'information visuelle trop brièvement présentée, afin de permettre son traitement. Pour Sperling, la mémoire iconique impliquerait deux processus rapides et automatiques. Le premier concerne le niveau physiologique de traitement. L'image rémanente résultant de la décomposition des photorécepteurs rétinien pouvant durer jusqu'à 100 millisecondes après la fin de la stimulation (Rossi, 2005) serait ensuite traitée par le système cognitif : *« les traitements cognitifs initiés lors de la présentation des stimuli se poursuivent sur l'image consécutive jusqu'à ce que celle-ci disparaisse »* (Rossi, 2005 ; p.19). Au-delà d'un simple « buffer sensoriel » permettant des traitements de types visuels ou « pré-catégoriels », cette mémoire remplirait le rôle de maintien de l'information physique lors de sa confrontation aux données stockées jusqu'en mémoire sémantique (Coltheart, 1980). De fait, cette conception unitaire et très étendue de la mémoire iconique solliciterait un support physiologique aussi bien rétinien (Shakitt, 1976a ; 1976b) que cortical (Marzi, Di Stefano, Tassinari, & Crea, 1979).

1.2.2 Trois types de persitances

Dés lors, l'unité de la mémoire iconique est discutée. Pour Di Lollo (1980), il existerait autant de formes de « persistance visuelle » qu'il y aurait d'étapes de traitement de l'information visuelle. Coltheart (1980), dans une revue de travaux, propose de dissocier trois niveaux auxquels un stimulus peut persister au terme de sa diffusion physique :

- La persistance neuronale (« *neural persistence* ») désigne l'activité neuronale périphérique de traitement de l'information visuelle (des photorécepteurs jusqu'au

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

niveau cortical) consécutifs à la présentation du stimulus. Elle n'engendre pas nécessairement une perception.

- La persistance « visible » (« *visible persistence* ») définit la perception phénoménologique du stimulus qui s'étend au-delà de sa durée de présentation réelle. Bien que sollicitant des processus plus centraux, cette mémoire sensorielle serait passive et son contenu transitoire (une centaine de millisecondes après la fin de la stimulation) : la trace imprimée résulterait de phénomènes neurophysiologiques au sein des photorécepteurs déclenchés par le stimulus. Les différentes études et leurs techniques respectives (jugements de synchronie, temps de réaction *onset/offset*, illumination stroboscopique d'un stimulus en mouvement, etc...) rapportées par Coltheart ont permis de dégager deux propriétés fondamentales de la persistance « visible » : l'effet de durée inverse (plus un stimulus est long, plus sa persistance visuelle est courte) et l'effet d'intensité inverse (plus un stimulus est intense, plus sa persistance est brève).
- La persistance informationnelle (« *informational peristence* ») correspond au bref maintient des informations sur les propriétés visuelles du stimulus pendant un temps limité après sa diffusion. Elle permettrait l'accès de l'information à un stockage en mémoire à court terme. Moins sensible au masquage, la durée de la persistance informationnelle augmenterait en fonction de celle du stimulus. Cette forme de persistance correspondrait à la mémoire iconique.

La mémoire iconique telle que décrite par Coltheart ne nécessite pas obligatoirement la « visibilité phénoménologique » du stimulus, ni la persistance d'une activité neuronale. Cette description suggère une forme de hiérarchie entre ces différentes persistances, la mémoire iconique étant la forme de persistance de plus haut niveau, car elle suggère l'extraction d'informations issues des stimuli physiques, au contraire des deux autres formes de persistances qui se limitent à une persistance de l'activité neuronale ou phénoménologique.

1.2.3 Les post-images

Pour Coltheart (1980), les persistances « visible » et « informationnelle » (la mémoire iconique) seraient des processus distincts des phénomènes physiologiques de « post-images ». Sakitt (1976b) a en effet distingué trois types de post images selon la quantité de luminance nécessaire à leur formation (post images fortes, faibles et ultra faibles).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Cependant, les niveaux d'illumination rétinienne utilisés permettant d'observer les effets de durées et d'intensité inverses de la « persistance visible » sont inférieurs au seuil de formation des post-images fortes (lorsque plus de 1% de la rhodopsine est décolorée). Dans une certaines mesure, la persistance visible pourrait toutefois être associée aux post-images faibles ou ultra faibles.

En revanche, Coltheart reste sceptique quant à l'association de la mémoire iconique avec ces deux types de post-images. La mémoire iconique demeurerait relativement indépendante des paramètres physiques de la stimulation : contrairement à la persistance visible, elle n'est pas inversement liée à la durée ou à l'intensité du stimulus.

1.3 Modélisation computationnelle de l'effet d'amorçage

Des modélisations computationnelles quantitatives de l'effet d'amorçage ont été proposées, notamment à propos des nombres et des tâches sensori-motrices (Dehaene, 3 février 2009). Vorberg, Mattler, Heinecke, Schmidt, et Schwarzbach (2003) conçoivent l'amorçage comme un système d'accumulation de « votes » neuronaux.

Un ensemble de neurones coderait une réponse possible dans une tâche spécifique. La probabilité d'émission de la réponse s'apparenterait à distribution gaussienne : c'est le critère de décision. Lorsque le système accumule suffisamment de « votes » en faveur de cette réponse, c'est-à-dire que le rapport de vraisemblance entre les différentes réponses possibles favorise l'une d'entre elle, le seuil de décision est atteint, ce qui entraine l'émisson de la réponse.

Deux situations peuvent intervenir :

- Une amorce congruente augmente la quantité de « votes » neuronaux en faveur de l'interprétation correcte, et accélère l'émission de la réponse. Toutefois, l'augmentation de l'intervalle temporel entre elles entraîne une perte de votes en faveur de la réponse.
- Un amorçage non congruent augmente la quantité de « votes » neuronaux allant à l'encontre de la réponse correcte et retarde donc son émission.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

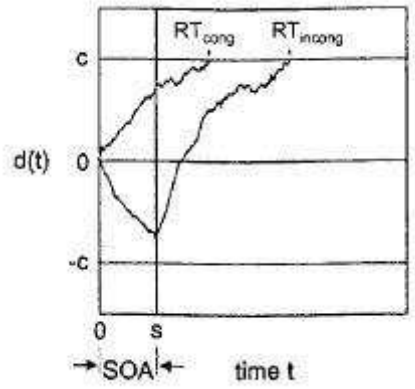


Figure 9 : Modèle de l'accumulateur : décours temporel de la prise de décision en fonction du seuil de réponse (c) avec amorçage congruent et non congruent

Reproduction de Vorberg et al (2003)

Ce modèle s'applique aux situations d'amorçage non conscient et conscient, mais avec des modes de fonctionnement différents. Au niveau non conscient, le système d'accumulation de votes opère de façon continue. Si le niveau de l'intensité de la stimulation n'est pas suffisant pour engendrer un percept conscient, il déterminera malgré cela l'importance de l'éventuel impact non-conscient de l'amorce : plus l'intensité de la stimulation est faible, moins il est susceptible d'impacter la réponse du sujet. A l'opposé, le système d'accumulation conscient fonctionnerait en mode « tout ou rien » (Dehaene, 3 février 2009).

1.4 Conclusion

Parmi les différentes modélisations précédemment décrites, il est difficile de déterminer laquelle est la plus apte à supporter l'effet d'amorçage, et par extension d'amorçage subliminal. Ce paradigme implique que l'information contenue dans l'amorce doit « persister » (au niveau neuronal ou phénoménologique) ou bien avoir déjà été inconsciemment identifiée, afin d'être « additionnée » à celle de la cible ou la « confirmer ».

L'amorçage subliminal reposant sur une succession de stimuli dans une fenêtre temporel extrêmement restreinte, le PRS ne peut par définition en constituer son support. Il ne consiste pas non plus en une post-image forte, puisque les hauts niveaux de luminance nécessaires à sa formation ne sont jamais utilisés dans les expériences d'amorçage.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Hypothétiquement, à chaque étape du traitement de l'information (neuronale, phénoménologique ou informationnelle) pourrait être associée une forme de persistance pouvant être impliquée dans un contexte d'amorçage subliminal (sans exclure non plus la complémentarité éventuelle de ces différentes formes de persistances) :

- L'activité neuronale périphérique ou centrale, via la persistance de l'activité de l'amorce après la fin de sa diffusion et son addition à celle de la cible, ou l'accumulation de « votes » neuronaux issus de l'amorce inconsciemment prise en compte (Vorberg et al, 2003).
- La persistance phénoménologique, dans la mesure où le sujet pourrait être en mesure de « voir » l'information présente en amorce additionnée à celle de la cible sans pour autant être capable de remarquer consciemment la séquentialité des deux stimuli.
- La persistance informationnelle (ou mémoire iconique), à la condition que les traitements qu'elle effectue peuvent opérer de manière non-consciente.

En écho à la distinction de Schacter et Bruckner entre amorçage conceptuel et perceptuel (1998), la hiérarchisation de Coltheart (1980) tend à associer la forme de persistance la plus sollicitée dans une tâche d'amorçage à la nature même des relations qu'entretiennent amorce et cible. Une tâche d'amorçage sémantique (conceptuelle) sollicitera nécessairement la mémoire iconique (soit la persistance informationnelle), puisqu'est nécessaire l'extraction de la signification de l'amorce et son utilisation pour le traitement de la cible. En revanche, préciser la forme de persistance impliquée dans une tâche d'amorçage basée sur les caractéristiques figurales des stimuli (telle qu'elle sera proposée dans notre travail) s'avère plus complexe. L'effet de facilitation de l'amorce peut être attribué à la fois à la détection phénoménologique d'attributs physiques du contour, ou bien à l'identification conceptuelle du stimulus amorce, auquel cas la facilitation sera d'ordre sémantique.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

2. Le masquage visuel

Bien qu'il existe plusieurs méthodes pour construire un stimulus subliminal, la plupart des études en psychologie cognitive traitant de la perception inconsciente de stimuli visuels utilisent le masquage visuel.

Le masquage visuel consiste en la réduction de la visibilité d'un stimulus présenté brièvement (la cible) par la présentation d'un second stimulus (le masque) également bref et adjacent dans l'espace et dans le temps (Breitmeyer & Öğmen, 2006). Son utilisation permet d'établir les paramètres spatiaux et temporels du processus psychophysique et perceptif en modalité visuelle. Les interférences qu'il crée peuvent concernent l'ensemble des traitements intervenant entre le moment où la lumière atteint la rétine (en « périphérie » du système visuel) et la prise de conscience du stimulus cible par le sujet (au niveau cortical, donc central).

Un historique ainsi qu'une description exhaustive des diverses formes de masquage visuel ont été dressés par Breitmeyer et Öğmen (2006). Cette partie se limitera à la présentation des bases de la méthodologie du masquage visuel, puis de la description des principaux processus psychophysiologiques en jeu.

2.1 Méthodologie du masquage visuel

Dans une séquence présentant un stimulus cible et un stimulus masque, plusieurs paramètres sont susceptibles d'être modifiés : les caractéristiques relatives aux stimuli eux-mêmes (luminance, contraste par rapport au fond, forme, taille…), et leurs relations temporelles et spatiales. Il en découle un certain nombre de « dissociations » méthodologiques (Bacon-Macé, 2006) impactant directement l'amplitude et la forme de l'effet de masquage.

2.1.1 Paramètres temporels

En plus de la durée de chaque stimulus (masque et cible) composant la séquence, l'intervalle temporel les séparant peut être considéré et manipulé (voir figure 10) :

- Le SOA (*stimulus onset asynchrony*) désigne l'intervalle temporel entre le début du premier stimulus et le début du second. Cette mesure est la plus souvent utilisée dans la littérature.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

- L'ISI (*inter stimulus interval*) correspond à l'intervalle temporel entre la fin du premier stimulus et l'apparition du second.
- Le STA (*stimulus termination asynchrony*) signale le délai entre la fin du premier stimulus et la fin du second.

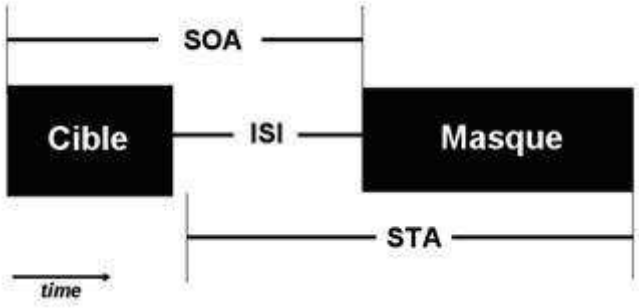


Figure 10 : Relations temporelles entre la cible et le masque.

Extrait de la thèse de Bacon-Macé (2006)

Les positions respectives de chaque stimulus au sein de la séquence donnent lieu à deux types de masquage :

- Lorsque le masque est présenté avant la cible, on parle de masquage pro actif (ou antérograde). La valeur du SOA est négative.
- Quand le masque est présenté après la cible, il s'agit d'un masquage rétro actif (ou rétrograde). La valeur du SOA est positive.

2.1.2 Paramètres spatiaux

Les relations spatiales entre la cible et le masque génèrent diverses formes de masquage (figure 11) :

- Le masquage par flash lumineux consiste à masquer la cible par l'émission d'un flash de lumière homogène.
- Le masquage par bruit (Kinsbourne & Warrington 1962a) correspond à un arrangement aléatoire de points ne partageant que peu de similitudes structurelles avec la cible à identifier.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

- Dans le masquage par structure (ou par pattern) (Breitmeyer & Ganz, 1976), la cible et le masque présentent certaines caractéristiques structurales similaires (orientation, courbure, présence d'angles…).
- Enfin, le dernier type de masquage, souvent présenté comme un cas particulier de masquage par structure, est le masquage paracontraste ou métacontraste (selon la présence du masque respectivement avant ou après la cible). Les deux stimuli sont deux formes adjacentes (généralement un disque et un anneau), mais ne se superposant pas.

A l'exception du masquage para et méta contraste, cible et masque se superposent spatialement.

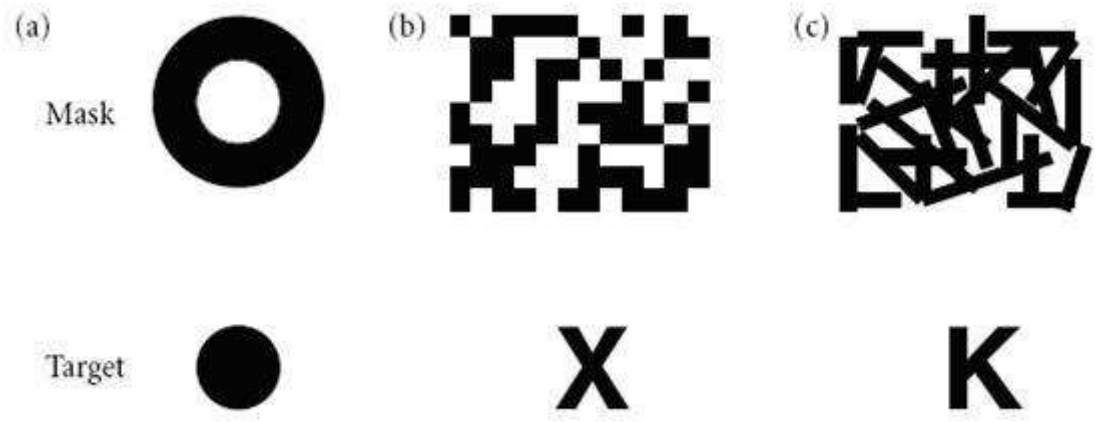


Figure 11 : Exemples de stimuli utilisés en masquage par (a) paracontraste et métacontraste, (b) masquage par bruit, et (c) masquage par structure.

Reproduction de Breitmeyer & Ganz (1976)

2.1.3 Types de présentation

Les deux stimuli peuvent être diffusés de façon monoculaire, binoculaire, ou dichoptique. Pour ce dernier type de présentation, la présentation de la cible à un œil et du masque à l'autre œil permet d'observer les effets du masquage au-delà du niveau binoculaire, et donc au niveau cortical.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

2.1.4 Les fonctions de masquage

La variation du SOA séparant la cible et le masque impactent l'effet du masquage sur les traitements visuels, et donc les performances des sujets. Deux types de courbes sont classiquement sont observés (Kolers, 1962) (figure 12) :

- La fonction monotone, ou courbe de type A : le masquage est de plus en plus prononcé à mesure que le SOA entre la cible et le masque diminue.
- La fonction non monotone, ou courbe de type B : l'impact du masquage est faible lorsque la cible et le masque sont proches, puis devient fort aux SOA intermédiaires (30-80ms), et atteint à nouveau des niveaux faibles avec de grands SOA (à partir de 150 ms).

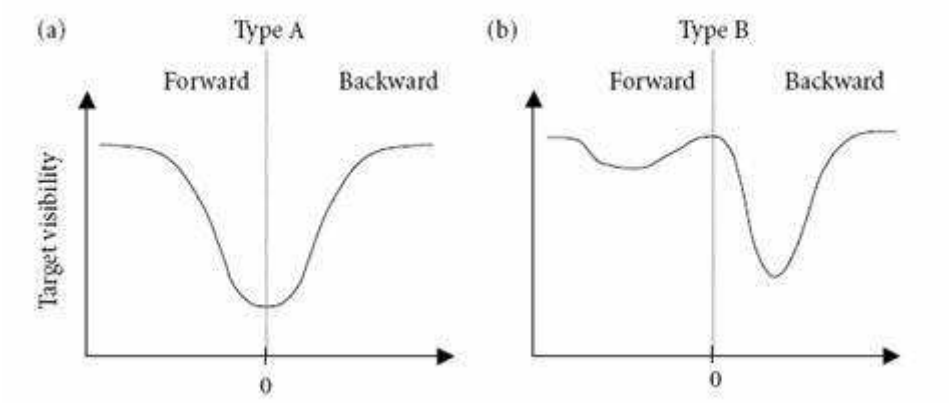


Figure 12 : Représentation schématique des fonctions de masquage de type A (a) et de type B (b) en fonction du SOA

Reproduction de Breitmeyer & Öğmen (2006)

2.2 Mécanismes et modèles du masquage

Schématiquement, les effets de masquage interviendraient à deux niveaux de traitement de l'information visuelle : au niveau « périphérique » (c'est-à-dire à un niveau rétinien et précoce), et au niveau « central » (c'est-à-dire au niveau cortical).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

2.2.1 Le masquage périphérique

Un ensemble de processus intervenant au niveau périphérique permettent d'expliquer les effets de masquage.

a) La sommation temporelle et spatiale

Lors d'une stimulation visuelle, l'énergie correspond au nombre de photons captés par les récepteurs (Bonnet, 1998). Le système visuel somme la luminance sur le temps et l'espace (Hood & Finkelstein, 1986 ; Olzak & Thomas, 1986 ; Boucart et al, 1995). Reflétant les propriétés de sommation temporelle et spatiale des neurones, l'augmentation de la valeur des différents paramètres du stimulus (durée, aire) diminue la valeur d'intensité (en termes de luminance) nécessaire à sa détection (voir figure 13). Cette loi vaut jusqu'à un seuil critique (durée ou étendue) où la sommation n'impacte plus cette valeur :

- La sommation temporelle correspond à une relation inverse entre l'intensité et le temps de présentation. Elle est exprimée par la loi de Bloch (1885) : I (intensité) x t (temps) = k_t (constante).
- La sommation spatiale correspond à une relation inverse entre l'intensité et la taille du stimulus. Elle est exprimée par la loi de Ricco (1877) : I (intensité) x A (aire) = k_A (constante).

La répartition des cônes et des bâtonnets dans la rétine entraîne également la variation du seuil critique en fonction de l'excentricité rétinienne.

Ces mécanismes de sommation traduisent les limites de résolutions temporelles et spatiales du système visuel. Dans le cadre d'une succession rapide de stimuli, comme c'est le cas lors du protocole de masquage, ces phénomènes périphériques joueraient un rôle majeur (uniquement en condition de présentation mono ou binoculaire, car la présentation dichoptique empêche les effets d'interaction périphérique entre les stimuli).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

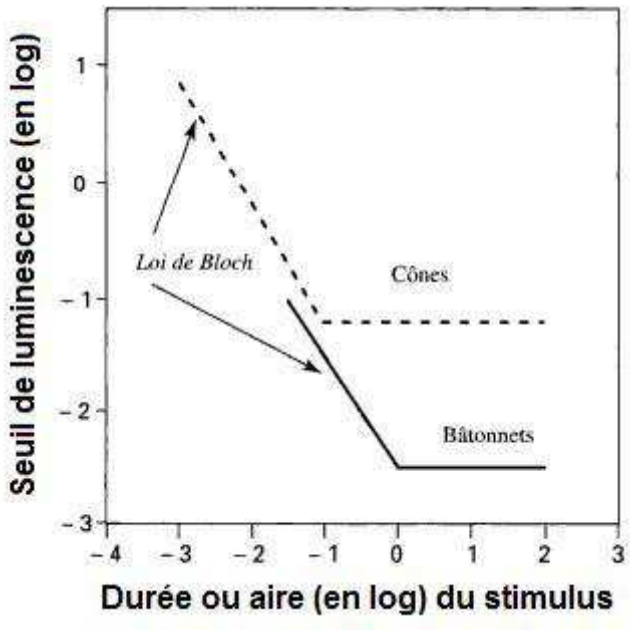


Figure 13 : Sommation temporelle et spatiale d'énergie

D'après Roulin (1998)

b) La réduction de contraste par sommation de luminance

Eriksen (1966) établit que :

- Le système visuel intègre la luminance par intervalles de 100 ms.
- L'importance de la sommation est inversement proportionnelle à l'intervalle temporel entre ces stimulations : avec un délai de 0 ms, la sommation est parfaite.
- La précision de la détection et de l'identification d'une forme augmente avec son contraste de luminance.

Eriksen étaye sa démonstration avec l'exemple d'une figue sombre (1 millilambert – mL) présentée sur un fond clair (10 mL) (soit un contraste initial de 1:10), à laquelle succède un masque constitué d'un fond clair (10 mL).

La diffusion successive de ces deux stimuli dans un intervalle inférieur à 100 ms (chaque figure est diffusée pendant 10 ms) entraine la sommation de leurs luminances respectives :

- La luminance perçue du fond sera de 20 mL (10 mL pour le fond de la figure + 10 mL pour le fond du masque).
- La luminance de la figure sera de 11 mL (1 mL pour la figure + 10 mL pour le fond du masque)

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

L'ensemble constitue donc un contraste perçu de 11:20 (soit moins de 1:2). Cette nette réduction du contraste initial de la figure (1:10) par le post champ masquant impacte donc négativement la performance de détection et d'identification (Thompson, 1966).

Toutefois, à partir d'un seuil de contraste de 1:3, son augmentation n'améliore plus significativement le taux d'identification. Eriksen, insiste sur la nécessité de contrôler ces effets de masquage dus à la sommation de luminance.

c) Application aux effets de masquage

Appliqué aux effets de masquage, le rapport d'énergie entre les stimuli (la variable « *mask-to-target* », M/T) s'avère alors une variable déterminante à considérer (Weisstein, 1972 ; Breitmeyer & Öğmen, 2006) :

- Dans le cas où M/T est égal ou inférieur à 1, c'est-à-dire que l'énergie de la cible est égale ou supérieure à celle du masque, des courbes de type B sont généralement observées.
- Dans le cas où M/T est supérieur à 1, c'est-à-dire que l'énergie du masque est supérieure à celle de la cible, les courbes observées tendent vers le type A (Weisstein, 1972 ; Breitmeyer 1978b ; Kolers 1962 ; Stewart & Purcell 1974 ; Hellige, Walsh, Lawrence, & Prasse, 1979 ; cités par Breitmeyer & Öğmen, 2006). Cet effet est particulièrement observé pour le masquage par structure (Breitmeyer & Öğmen, 2006).

Le rapport d'énergie entre le masque et la cible s'avère un bon prédicteur de la fonction de masquage, notamment lorsque ceux-ci se superposent spatialement (par exemple dans le masquage par flash lumineux, par bruit, ou par structure) (Turvey, 1973).

Toutefois, ces mécanismes périphériques ne suffisent pas pour expliquer les fonctions de masquage de type B, ni le masquage par métacontraste. D'autres mécanismes interviennent plus centralement au cours du traitement.

2.2.2 Deux mécanismes de masquage : intégration et interruption

Turvey (1973 ; Michaels & Turvey, 1979) distingue deux types de perturbations explicatives du masquage : intégration et interruption. Ces deux mécanismes interviendraient

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

respectivement lors des traitements périphériques et centraux, le second ne pouvant être enclenché qu'au terme du premier.

a) Le masquage par intégration

Le mécanisme d'intégration expliquerait les fonctions de masquage de type A. Il repose sur les propriétés d'intégration spatiale et temporelle pré corticales et dépendants à l'énergie, telles que la sommation de luminance décrite précédemment. La « fusion » entre les deux stimuli présentés consécutivement engendre un percept unifié du point de vue de l'observateur. Ces processus révèlent les propriétés de « persistance » de la réponse des neurones à différents niveaux (rétine, corps géniculés latéraux, cortex - Bacon-Macé, 2006) se prolongeant d'un délai variant entre 60 et 100 ms après la fin de la diffusion du stimulus.

b) Le masquage par interruption

Le mécanisme d'interruption est impliqué dans les fonctions de masquage de type B. Il interviendrait à un niveau cortical, et donc central. Ici, l'activité neuronale consécutive à la présentation du nouveau stimulus interrompt celle du précédent (Bacon-Macé, 2006). Trois types mécanismes centraux pourraient intervenir (Michaels & Turvey, 1979 ; Delord, 1998) :

- Intégration du masque à la représentation iconique en formation de la cible
- Inhibition de la représentation iconique de la cible par l'activité du masque
- L'apparition du masque perturberait les mécanismes attentionnels lors de la phase d'appariement de la représentation iconique de la cible aux exemplaires stockés en mémoire.

Toutefois cette partition demeure schématique, comme le souligne Bacon-Macé (2006) : un certain nombre de situation suggère une transition plus progressive que ne le concevait Turvey entre les deux mécanismes.

2.2.3 Le modèle en deux canaux

Le modèle du masquage en deux canaux prend appui sur l'étude du masquage para et métacontraste, mais convient également au masquage par structure (Breitmeyer & Ganz, 1976 ; Breitmeyer & Öğmen, 2006) qui sera employé dans ce travail.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Ce modèle renoue avec les concepts d'intégration et d'interruption envisagés par Turvey en les considérant moins comme deux étapes différentes de traitement que comme deux mécanismes distincts.

Il exploite particulièrement la distinction entre les deux grandes voies visuelles : la voie occipito pariétale (ou la voie dorsale, associée à la vision spatiale, soit la voie du « où ? ») et la voie occipito ventrale (ou la voie ventrale, associée à la vision de l'objet, soit la voie du « quoi ? ») (Ungerleider & Mishkin, 1982). Ces deux systèmes sont chacun initiés par des afférents ganglionnaires différents (respectivement magnocellulaires et parvocellulaires), engendrant un mode de fonctionnement spécifique (les canaux phasique et tonique), des sensibilités fréquentielles opposée et des fonctions distinctes (voir tableau 4). Cette partition schématique constitue davantage une dominance plutôt qu'une séparation réelle (Breitmeyer & Öğmen, 2006).

Canal	**Voie**	**Sensibilité**	**Fonction**
Phasique	Magno-dorsale	- Basses fréquences spatiales - Hautes fréquences temporelles	Signale : - L'apparition d'un stimulus à un endroit donné - Le changement de localisation d'un stimulus (mouvement)
Tonique	Parvo-ventrale	- Hautes fréquences spatiales - Basses fréquences temporelles	Signale : - Les caractéristiques figurales du stimulus (contour, luminosité, contraste).

Tableau 4: Sensibilité et fonction des canaux phasique et toniques d'après le modèle de Breitmeyer et Ganz (1976)

Comment ce modèle explique les phénomènes de masquage ? Lors de leur diffusion, chaque stimulus (la cible aussi bien que le masque) activent les canaux phasiques (à latence courte), puis tonique (à latence longue). Or, les cellules magnocellulaires répondent 20 ms plus vite que les cellules P (Nowak, Munk, Girard, & Bullier, 1995). Cette différence de latence d'émission de la réponse entre les deux types cellules et leurs capacités de traitement respectives seraient à l'origine du masquage. Dés lors, pour Breitmeyer et Ganz (1976), divers types d'interaction peuvent intervenir entre les activités magnocellulaires et parvocellulaires engendrées par la cible et le masque (voir tableau 5).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Type de courbe	SOA	Mécanisme général	Explications
A	Court	Intégration intra-canal (proche de Turvey, 1973)	L'activité phasique de la cible s'intègre à celle du masque, idem pour leurs activités toniques. Les informations de même nature se confondant, l'impossibilité pour l'observateur de dissocier les deux stimuli engendre le masquage de la cible.
B	Court	Inhibition intra-canal	Dans le masquage para contraste, l'antagonisme centre-périphérie des champs récepteurs neuronaux engendre d'interruption du traitement du premier stimulus.
	Long (optimal avec un SOA de 70 ms)	Inhibition inter-canaux	Les activités magnocellulaires et parvocellulaires s'inhibent réciproquement. Etant données les différences de latences entre leurs réponses, il s'agit essentiellement de l'inhibition du canal tonique par le canal phasique.

Tableau 5 : Mécanismes d'interaction entre cible et masque d'après le modèle de Breitmeyer et Ganz (1976)

Ainsi, l'activité tonique du stimulus présenté en premier est inhibée par l'activité phasique de celui apparaissant en second (notamment en condition de présentation dichoptique, exempte d'intégration périphérique). L'activité tonique du premier stimulus étant affaiblie, l'intégration intra canal favorise l'activité tonique du second, et donc sa perception (Delord, 1998). Ceci explique la supériorité du masquage rétroactif comparativement au masquage pro actif (voir figure 14). La superposition spatiale des contours de la cible et du masque dés la rétine, comme dans le masquage par structure que nous utiliserons dans ce travail (Bugmann & Taylor, 2005), sollicite principalement le mécanisme d'intégration intra-canal, notamment avec de courts SOA.

Des développements récents de ce modèle y incorporent les paramètres liés à l'état attentionnel du sujet selon la consigne (Öğmen, Breitmeyer, & Melvin, 2003) ou les

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

mécanismes d'interférence plus « tardifs » (mécanismes *feedback*, *feedforward*, phases de traitement additionnelles principalement *feedback*) : le modèle RECOD (*Retino-Cortical Dynamics Model*) (Breitmeyer & Öğmen, 2000 ; Öğmen, 1993; Öğmen, Breitmeyer & Melvin, 2003) et le modèle PR (*Perceptual Retouch Theory*) (Bachmann, 1984 ; 1997) (voir à ce sujet la thèse de Bacon-Macé, 2006 ; Breitmeyer & Öğmen, 2006).

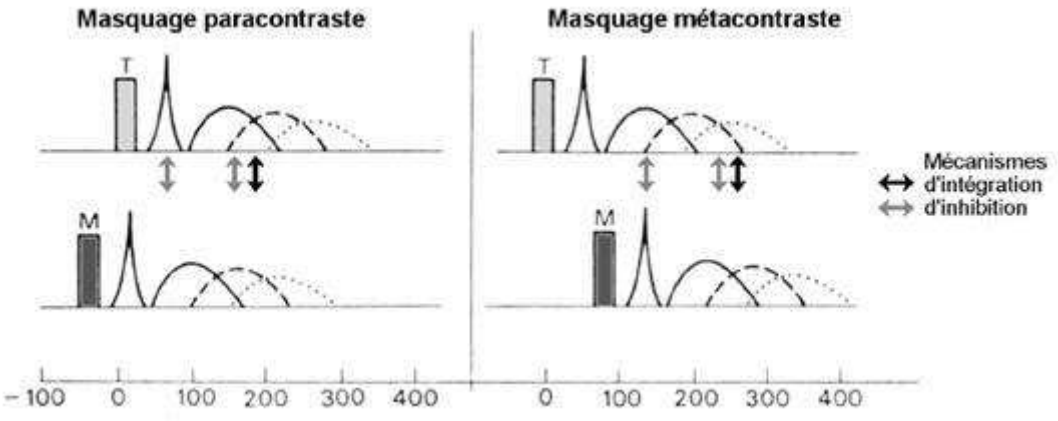


Figure 14 : Les mécanismes d'intégration et d'inhibition d'après le modèle de Breitmeyer et Ganz

La cible est désignée par la lettre T (pour *target*) et le masque par la lettre M. Le décours temporel est en abscisse. L'activité phasique est représentée sous une forme conique. L'activité tonique liée aux traitements des bandes fréquentielles basse, moyenne, puis haute est représentée par des courbes respectivement pleine, pointillée épaisse, et pointillée fine.

Extrait de la thèse de Bacon-Macé (2006)

2.2.4 La similitude des caractéristiques physiques entre la cible et le masque

Le partage de caractéristiques de bas niveaux entre la cible et le masque est un paramètre impactant l'amplitude du masquage, au niveau des mécanismes intra canal.

a) La similitude des formes

La similitude structurale des formes entre la cible et le masque est un facteur susceptible d'influer directement sur l'impact du masquage (Turvey, 1973 ; Delord, 1998). Hellige et al (1979) ont étudié les effets de sommation de luminance en testant l'identification de lettres cibles courbes (C, O, Q, S) ou angulaires (E, I, L, T) en fonction de deux types de masques.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Un masque était constitué par la superposition des lettres courbes, l'autre par la celle des lettres angulaires. Cibles et masques étaient diffusés chacun pendant 10 ms, la durée du SOA et le type de masque étant les variables expérimentales.

- Lorsque cible et masque présentent des caractéristiques similaires (curvilinéarité ou rectilinéarité), le masquage impacte peu la performance pour des SOA courts (inférieurs à 32 ms), mais s'avère très efficient au-delà de ce seuil.
- Lorsque cible et masque présentent des caractéristiques opposées, la dégradation suit une logique inverse (forte pour des SOA courts, faible pour de plus long SOA)

Les auteurs en inférèrent que le mécanisme de sommation de luminance étant prépondérant avec de courts SOA, la similitude figurale entre la cible et le masque permet en fait une maximisation des effets de sommation de contraste entre les deux stimuli se superposant spatialement. Le contraste de la cible en est renforcé. Au-delà d'un SOA critique que Hellige et al situent autour de 20 ms, un autre mécanisme que celui de sommation de luminance interviendrait.

b) La composition fréquentielle

Delord (1998) remit en question la distinction traditionnelle entre masquage par bruit et par structure, et démontra que la puissance du masquage ne dépendait pas uniquement de sa nature, mais aussi de deux autres paramètres : la similarité du contenu fréquentiel de la cible et du masque, et le spectre fréquentiel pertinent pour répondre à la tâche.

Lors d'une tâche nécessitant l'extraction de moyennes et hautes fréquences (comme l'identification d'objets - Ginsburg, 1986 ; Harmon & Julesz, 1973), la perception des cibles sera davantage perturbée par un masque contenant ces mêmes fréquences, indépendamment de la nature du masque (bruit ou structure). De même, lors d'une tâche d'identification de forme globale (ovale ou ronde) sollicitant le bas du spectre fréquentiel, les masques contenant davantage de basses fréquences sont les plus efficaces.

Au cours d'une tâche d'identification d'objets, Delord utilisait quatre types de masques (voir figure 15) :

- Trois masques par bruit, contenant trois quantités différentes de moyennes fréquences : le masque par bruit 1 (26.7% de moyennes fréquences), le masque par bruit 4 (55.6%), et le masque par bruit 16 (69.5%)

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

- Un masque par structure contenant davantage de fréquences moyennes que les trois masques par bruit (75.8%)



Figure 15 : Masques utilisés par Delord (1998)

De gauche à droite : masque par bruit 1, 4, 16 et masque par structure.

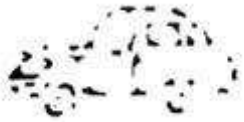


Figure 16 : Exemple de cible utilisée par Delord (1998)

Delord observa la perturbation graduelle de l'identification de l'objet cible en fonction de la quantité de fréquences moyennes et hautes contenue par les masques. Le masque par structure demeurait toutefois le plus efficace.

Ces effets de masquage mis en évidence par Delord favorisent la théorie en deux canaux, et donc l'existence de mécanismes d'inhibition intra canal, relatifs à l'intégration des informations situées sur les mêmes bandes du spectre fréquentiel issues de la cible et du masque.

2.5 Conclusion

Pour Bacon-Macé (2006), un certain consensus paraît émerger en faveur de l'implication de phénomènes d'intégration des informations à un niveau périphérique (liés aux sommations temporelles, spatiales, de luminance, notamment entre informations de même forme et de même fréquences spatiales), et des mécanismes plus tardifs de type interruption et inhibition à l'intérieur et entre les canaux phasique et tonique.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

La technique de masquage est abondamment utilisée dans le cadre de la recherche sur la perception subliminale. En diminuant très significativement la durée d'activation de l'information à tous les niveaux de traitement visuel (Bugmann & Taylor, 2005), elle empêche l'accès conscient du sujet aux caractéristiques figurales et sémantiques des stimuli. La perception non consciente repose sur l'hypothèse que des « traces » neuronales précoces de ces stimuli subsisteraient (Breitmeyer & Öğmen, 2006) qu'elles pourraient atteindre les dernières aires de traitement (Bugmann & Taylor, 2005) et influencer la réponse du sujet.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

PARTIE 2 : CONTRIBUTION EMPIRIQUE

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Problématique générale

Pour Dehaene (27 janvier 2009), l'étude de l'amorçage subliminal démontre la possibilité qu'un stimulus dont le sujet n'a pas conscience peut néanmoins influencer son jugement conscient. Cette influence s'exerce toutefois dans le cadre de certaines limites, temporelles et de profondeur de traitement. Par conséquent, les présupposés théoriques relatifs à la construction perceptive incitent à envisager qu'un effet d'amorçage subliminal de nature strictement visuelle (c'est-à-dire basé sur des traitements de bas niveaux de l'élaboration perceptive, comme la similitude physique entre les images amorce et cible) semble plus « robuste » et envisageable qu'un effet impliquant des représentations de plus haut niveau (sémantique, ou impliquant l'invariance perceptive) (voir également Henson et al, 2008 ; Kouider et al, 2008). L'utilisation de cette méthode se présente donc comme tout à fait légitime dans la perspective de déterminer la nature des processus précoces impliqués dans la construction des représentations des objets en mémoire.

Parmi l'ensemble des caractéristiques traitées précocement par le système visuel lors du processus d'identification d'un objet, nous avons choisi de nous focaliser sur le traitement du contour et donc sur le traitement des caractéristiques structurales des objets. Trois hypothèses existent quant aux zones du contour étant les plus informatives pour l'identification d'objet :

- Les angles et les indices de tridimensionnalité (Biederman, 1987 ; Boucart et al, 1995)
- Les éléments mi-segments (Kennedy & Domander, 1985, Singh & Fulvio, 2005 ; Panis et al, 2008)
- Une interaction entre le type de fragmentation et le degré de spécificité de la forme globale (Panis & Wagemans, 2009)

L'objectif de ce travail consiste donc à confronter ces trois hypothèses, en tentant de déterminer par ailleurs le niveau (conscient ou non conscient) auquel s'opèrent la détection et le traitement de ces indices, souvent qualifiés d'automatiques (Biederman, 1987) ou précoces (Enns & Rensink, 1991 ; Boucart et al 1995), notamment à propos de la détection et du traitement des angles et des indices de tridimensionnalité.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Particulièrement adaptée pour étudier des processus éphémères et automatisés (Boucart et al, 1995), la méthodologie de l'amorçage à très court terme (mais « conscient ») par différents type de fragmentation a été expérimenté par Boucart et al (1995). Nous proposons également de tester un amorçage à très court terme, avec des amorces fragmentées selon deux modes (angles et indices de tridimensionnalité *versus* éléments mi-segments) sur une cible représentant le même objet, sous le même angle de vue. L'originalité que nous proposons concerne la cible : celle-ci sera elle-même fragmentée[10]. Ce choix offre plusieurs possibilités :

- La plupart des études démontrant un effet d'amorçage subliminal significatif consiste en des tâches dont le taux de réussite est très élevé (l'effet d'amorçage subliminal est donc inféré sur la base de l'analyse des temps de réaction). Or, la présentation fragmentée de l'objet cible rend la tâche plus difficile à effectuer pour le sujet, difficulté qui peut être atténuée en augmentant sa durée de présentation. Par conséquent, l'interaction du niveau de difficulté de la tâche avec l'effet du type d'amorce pourra être évaluée.
- Les trois hypothèses issues de la littérature correspondent à un effet « qualitatif » que ce dispositif permettra d'éprouver. Mais il est également possible d'envisager l'hypothèse selon laquelle la quantité de contour présentée est le paramètre critique. La fragmentation permet donc de proposer des séquences amorce/cible « simples », au sein desquelles l'amorce et la cible présentent exactement les mêmes parties de l'objet, et des séquences « complémentaires », au sein desquelles amorce et cible présentent des parties différentes mais complémentaires du contour d'un même objet.

Afin de répondre à notre second objectif, nous utiliserons la possibilité offerte par l'amorçage de « manipuler » la visibilité consciente de l'amorce et de la rendre inaccessible au report verbal. La mise en contraste des effets obtenus sous des conditions de perception consciente et non consciente de l'amorce suggère la possibilité de préciser la nature et la dynamique consciente et/ou non consciente des traitements visuels précoces.

[10] La méthode que nous emploierons est donc la méthode d'intégration temporelle des parties de la forme (pour une revue, voir Coltheart, 1980), qui consiste à scinder une forme visuelle en plusieurs parties et à les diffuser successivement en manipulant l'intervalle temporel les séparant et observer son impact sur la simultanéité ou la dualité de la perception de ces stimuli successifs.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Calcul de l'indice de compacité des objets

Nos données seront notamment soumises au modèle de Panis et Wagemans (2009), et plus spécifiquement à deux de leurs hypothèses principales :

- Au regard de la précédence temporelle du traitement de la forme globale de l'objet indépendamment du type de fragmentation (De Winter & Wagemans, 2006), les dessins d'objets fortement typiques (avec une forte saillance des parties) seront plus rapidement identifiés que les dessins d'objets peu typiques (avec une faible saillance des parties).
- En se basant sur l'interaction entre le paramètre de typicité de l'objet et le type de fragmentation, les objets fortement typiques seraient plus facilement identifiés avec les indices de type mi-segments ; tandis que les objets faiblement typiques seraient plus facilement identifiés avec les indices de type jonctions.

Un certain nombre de différences méthodologiques entre nos expériences et celles de Panis et Wagemans (2009 ; voir également Panis et al, 2008) seront à considérer :

1. La construction des images

- Les images employées par Panis et Wagemans consistent en des contours de silhouettes, les contours internes sont donc absents. Par conséquent, ces images ne comportent pas d'indices 3D (indices occlusion pouvant fournir plus d'informations facilitant l'appariement).
- La fragmentation des images est effectuée sur la base des « points saillants » des objets. Ces « points saillants » ont été déterminés de manière subjective par des sujets (De Winter & Wagemans, 2008b), et non de manière géométrique (comme cela sera le cas dans le présent travail).
- Panis et al (2008) et Panis et Wagemans (2009) utilisent un très grand nombre d'images (186), ce qui renforce la généralisation de leur résultat. En ce qui nous

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

concerne, le paradigme d'amorçage que nous employions et les exigences méthodologiques relatives à la vérification du caractère subliminal des amorces limitent la quantité d'images utilisées.

2. Analyse statistique

En se basant sur les taux d'identification selon le type de fragmentation, les auteurs établissent trois classes d'objets (Panis et al, 2008 ; Panis & Wagemans, 2009) :

- Les objets mieux reconnus par la présentation des jonctions.
- Les objets mieux reconnus par la présentation des éléments mi-segments.
- Les objets ne présentant aucune préférence pour l'une ou l'autre des segmentations.

En sélectionnant 25% des objets montrant une préférence optimale pour l'une et l'autre des deux premières catégories (soit 47 objets parmi les 186 utilisés), Panis et al (2008) constatent que les objets constituant ces classes présentent des profils similaires au regard du niveau de saillance perceptive de leurs parties.

- Lorsque la saillance des parties est faible, les images présentant les jonctions sont plus facilement identifiées.
- Lorsque la saillance des parties est forte, les images mi-segments sont plus facilement identifiées
- Lorsque la saillance des parties est d'un niveau intermédiaire, aucun des deux types de segmentation ne s'avère plus efficient que l'autre.

Panis et Wagemans (2009) établissent donc la significativité de l'effet d'interaction de la saillance des parties avec le type de fragmentation a posteriori sur la base des objets montrant les contrastes les plus marqués. L'utilisation d'une mesure discrète (identification) nécessitait alors pour Panis et Wagemans d'établir des groupes d'objets (les objets dont la saillance des parties est faible / forte / intermédiaire).

Nous proposons de procéder d'une manière sensiblement différente, c'est-à-dire de mesurer l'effet de la saillance des parties en établissant un prédicteur numérique continu du taux et du temps d'identification. Etant donné la corrélation entre les cinq attributs géométriques principaux utilisés par Panis & Wagemans (2009), nous avons choisi de n'utiliser qu'un seul

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

d'entre eux, la compacité de la forme, comme le critère définissant la saillance des parties. Cet indice comporte en effet l'avantage de résumer l'information relative à la longueur du contour, à l'aire du contour, et intègre également la complexité de l'objet (c'est-à-dire le nombre d'angles).

3. Le paradigme expérimental

Une autre différence majeure entre les protocoles respectifs est le fait que dans trois de nos expériences sur quatre, l'effet du type de fragmentation est évalué en tant amorce précédant une cible complémentaire et non en tant cible seule (sauf dans l'expérience 2). Etant donné l'importance du facteur quantitatif dans les expériences de Panis (les différences entre les deux types de fragmentation sont restreintes à des quantités de contours faibles, c'est-à-dire entre 15% et 28%), la reproduction des résultats peut s'avérer délicate.

4. Calcul de la compacité

La compacité de chacune des images originales utilisée dans nos expériences a été calculée via la formule utilisée par Panis (Panis et al, 2008 ; Panis & Wagemans, 2009), c'est-à-dire l'aire de l'objet divisée par son périmètre. La première étape consistait à remplir de noir (avec le logiciel *Paint*) l'intérieur des contours de chaque forme de façon à en obtenir une représentation sous forme de silhouette. Par la suite, calcul de l'aire et du périmètre de chaque image s'effectuait avec le logiciel *ImageJ* (voir les résultats dans le tableau 6).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Objets	Aire (pixels)	Périmètre (pixels)	Compacité (aire/périmètre)
arrosoir	13676	1000.324	13.67
avion	7230	638.349	11.33
bateau	12670	1038.136	12.20
bol	22002	699.553	31.45
bureau	14030	558.017	25.14
cadenas	13708	716.084	19.14
casserole	12415	563.869	22.02
ciseaux	5813	992.935	5.85
clé	5958	625.255	9.53
couteau	3271	381.667	8.57
éléphant	15378	790.689	19.45
fourchette	3583	710.144	5.05
lampe	16005	552.527	28.97
marteau	8710	578.732	15.05
parapluie	9494	565.491	16.79
perceuse	18612	565.834	32.89
photo	12834	583.968	21.98
pingouin	5112	485.139	10.54
pipe	4906	469.133	10.46
planche	11334	978.972	11.58
plot	12448	577.998	21.54
sèche cheveux	10017	600.26	16.69
table	8774	948.188	9.25
tabouret	17378	1399.578	12.42
téléphone	14180	820.186	17.29
torche	8447	478.79	17.64
valise	17025	543.461	31.33
verre	12942	617.447	20.96
voiture	12491	491.291	25.42

Tableau 6 : Calcul de l'indice de compacité pour chaque objet utilisé des expériences 1, 2, 3 et 4

Il est à noter que seules les expériences 3 et 4 utiliseront l'intégralité de ces objets. Les expériences 1 et 2 comporteront une moindre quantité d'objets (respectivement 12 et 20).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Analyse statistique des données sous R

Les analyses statistiques pour toutes les expériences seront effectuées avec le logiciel *R*, via l'interface *R2STATS*[11] développée par Yvonnick Noël, du laboratoire de psychologie expérimentale de l'Université Rennes 2. Cette partie résume la démarche qu'il propose, et son application à l'analyse de nos données.

Pour les expériences décrites dans cette thèse, deux variables dépendantes seront l'objet d'analyses statistiques : les taux d'identifications correctes, et les temps de réaction pour ces identifications correctes.

Les données seront modélisées via des modèles linéaires généralisés (*GLM*, *Generalized Linear Models*) (Nelder & Wedderburn, 1972). La démarche vise la construction d'un modèle général de distribution ajusté en fonction de la variable dépendante, de façon à effectuer les tests d'hypothèses sur les paramètres de cette distribution :

- Le modèle de distribution choisi pour l'analyse du taux d'identifications correctes (données de comptage bornées) sera la loi binomiale. Le *GLM* consistera alors en une régression logistique.
- Les temps de réaction pour les identifications correctes (données positives à distribution naturellement dissymétriques) seront modélisés par la loi log-normale. Ce choix nécessite alors de log-transformer la variable dépendante pour retrouver le cadre des modèles linéaires traditionnels à loi normale (ANOVA, ANCOVA, régression gaussienne).

[11] http://yvonnick.noel.free.fr/r2stats/

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

1. Analyse de régression

L'analyse de régression est une méthode statistique d'étude de la relation entre deux ou plusieurs variables. Elle vise à estimer les valeurs de la variable dépendante (Y) en fonction d'une ou plusieurs variables indépendantes (notées X) :

- Dans le cas où la VD ne dépend que d'une seule VI, on parlera d'une régression simple.
- Lorsqu'elle dépend de plusieurs VI, il s'agit d'une régression multiple.

Les modèles linéaires généralisés constituent une extension des modèles linéaires habituels, car ils permettent d'envisager d'autres lois de distribution que la loi normale, et d'autres fonctions de lien que le lien linéaire. Les modèles classiques (linéaires, gaussiens) sont de fait considérés comme des cas particuliers.

2. Analyse statistique des taux d'identifications correctes

2.1 Utilisation de la loi binomiale comme modèle de distribution

La variable « identifications correctes » correspond à une variable dépendante à deux modalités (« succès » ou « échec »). L'analyse statistique repose donc sur les comptages sur ces deux modalités.

La statistique employée est basée sur la distribution binomiale. Celle-ci s'applique à des situations dans lesquelles, sous condition d'indépendance des essais (conditionnellement au modèle de régression), chacun d'entre eux donne un résultat parmi deux résultats mutuellement exclusifs (Howell, 2008) : réussite ou échec, dans le cas présent.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

2.2 Analyse statistique des temps de réaction pour les identifications correctes

Classiquement dans la littérature, les temps de réaction sont traités via une analyse de variance. Deux conditions d'applications sont toutefois théoriquement nécessaires : la normalité de la distribution des données et l'homogénéité des variances relatives aux modalités des V.I. testées. Nos données ne respectant pas ces conditions d'applications liées à l'utilisation exclusive de la loi normale, l'analyse statistique de nos données s'est appuyée sur des modèles de régression qui s'adaptent à la nature des données dans le choix de la distribution et du lien VD/VI.

Le temps de réaction est une variable quantitative bornée à gauche. La loi décrivant en général le mieux la distribution de temps de réaction est la fonction gamma. Toutefois, étant donné que nous cherchions à modéliser les effets aléatoires sur la variable « sujet » (voir plus haut), les algorithmes d'analyse de régression gamma incluant des effets aléatoires ne sont pas encore exploitables sous R. Nous avons donc utilisé un modèle de distribution des données de type log-normal, qui donne en pratique souvent des résultats très proches. Par définition, une variable suit une loi lognormale si son logarithme suit une loi normale. La variable « temps de réaction » a donc été log-transformée (avec pour base e = 2.718282…), ce qui sous hypothèse de lognormalité des données de départ, conduit à une hypothèse de normalité simple sur les données ainsi transformées. Au regard du test de Shapiro-Wilks appliqué de manière stricte, ce n'était pas toujours le cas. Toutefois, étudier le graphique quantiles-quantiles (*Q-Q plot, quantile to Q=quantile plot*) permet d'apprécier visuellement *« la conformité entre la distribution empirique d'une variable et une distribution théorique donnée »* (Dodge, 2004 ; p.421). L'alignement des points sur la droite x = y traduit l'ajustement de la distribution empirique à la loi théorique (ici, la loi normale). Pour nos données, la dissymétrie était légère et ne gênait pas l'utilisation de la loi log-normale. La loi lognormale s'écrit log N (m, s^2) :

$$P(X = x|m, s) = \frac{1}{xs\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - m}{s}\right)^2}$$

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

3 Critères de sélection de modèles

3.1 Maximum de vraisemblance

L'estimation des paramètres inconnus d'un modèle s'effectue par le critère de la maximisation de sa vraisemblance, définie comme la probabilité des données d'après le modèle. Pour chaque modèle, la fonction de vraisemblance s'écrit *L*(.). Cette fonction calcule la probabilité des données d'après les paramètres inconnus du modèle. Le modèle retenu sera celui dont les valeurs des paramètres maximisent cette fonction de vraisemblance.

3.2 L'utilisation d'un indice de vraisemblance pénalisée : le BIC (*Bayesian Information Criterion*)

La vraisemblance d'un modèle augmente avec le nombre de paramètres qu'il contient (jusqu'à saturation du modèle). Or, un modèle parfaitement ajusté mais complexe (c'est-à-dire contenant un nombre important de paramètres - voire tous les paramètres possibles, comme le modèle saturé) ne présente pas véritablement d'intérêt théorique. C'est pourquoi, afin de palier à ce déséquilibre, on adopte un indice de vraisemblance pénalisée, c'est-à-dire considérant le nombre de paramètres du modèle, le BIC (*Bayesian Information Criterion*) :

$$BIC_m = -2 \ln L(\hat{\theta}_m) + t_m \ln N$$

Dans cette expression, le symbole unique θ_m, désigne le modèle M_m à t_m paramètres.

Habituellement utilisée, la valeur *p* correspond à la probabilité des données d'après un modèle arbitrairement choisi comme vrai (l'hypothèse nulle).

Le BIC s'interprète d'une manière différente : tous les modèles sont considérés sur un pied d'égalité. Le modèle retenu sera alors celui le plus probablement vrai (soit concrètement, celui dont le BIC est le plus faible). Le BIC est une statistique dite "consistante" : on s'approche du « vrai modèle » (c'est-à-dire de 1) à mesure qu'augmente le nombre d'observations.

Cette approche par comparaison de modèles comporte en outre deux avantages intéressants : la possibilité de remplacer une variable par une autre et de comparer directement les BIC des modèles (modèles non emboîtés), et la possibilité de tester des hypothèses d'absence d'effet

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

(hypothèses nulles) directement, ce qui n'est pas possible dans l'approche traditionnelle par valeur *p*.

4. Modélisation

4.1 Variables systématiquement intégrées

Aussi bien pour l'analyse des taux d'identifications correctes, que pour les temps de réaction pour les identifications correctes, deux variables ont été systématiquement insérées a priori dans les modèles :

- Un niveau de base (en identification ou temps de réponse) supposé unique et constant par sujet. A cause de la nature répétée des données, il s'agit de prendre en compte l'homogénéité des réponses apportées par un même sujet. La distribution de ce niveau de base des sujets est modélisée par une loi normale. Cette approche dite en « effet aléatoire » permet de modéliser la variabilité interindividuelle à l'aide d'un seul paramètre : la variance de cette distribution.
- La variable « ordre », considérée comme une variable numérique. Son inclusion dans les modèles consiste en un seul paramètre : le paramètre de pente. Lorsque celui-ci est par exemple de -0.004, cela signifie que d'un essai à l'autre, le temps de réaction diminue de 4 pour 1000. Il est en effet fortement envisageable, qu'au-delà de l'effet du facteur « type d'amorce », la performance des sujets s'améliore au fur et à mesure de l'expérience compte tenu notamment du fait que le facteur « type d'amorce » est une variable intra dans les expériences 2, 3 et 4. Ce paramètre n'est pas pris en compte dans l'expérience 1, car l'ordre de présentation est le même quel que soit la condition.

4.2 Facteurs et variables explicatives

Au-delà du modèle de base (celui qui teste la description des données uniquement à partir des deux paramètres précédents), la combinaison de l'addition et/ou de l'interaction d'un ou plusieurs facteurs (et variables) sera effectuée en fonction des problématiques soulevées par chaque expérience.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

L'insertion de ces facteurs et variables répond à la nécessité de tester le pouvoir explicatif de nature « psychologique » de ces variables que nous envisagerons à priori (notamment le type de fragmentation).

4.3 Utilisation de facteur de regroupement

Certaines variables (le type de fragmentation dans les expériences 3 et 4) pourront comporter plus de deux modalités. Un premier test de l'effet de cette variable consistera à l'inclure dans un modèle de régression afin d'observer si son inclusion amène une meilleure description des données (c'est-à-dire la modélisation de celles-ci selon, par exemple, trois modalités). Dans certains cas, il pourra s'avérer pertinent théoriquement d'opérer des regroupements sur ces modalités (facteur 1+2 *versus* 3 ; facteur 1+3 *versus* 2 ; facteur 2+3 *versus* 1), et de tester l'impact de ces contraintes d'égalité sur la qualité du modèle.

4.4 Facteur « objet » *versus* variable « compacité »

Chaque expérience confrontera le facteur « objet » à la variable « compacité » pour déterminer laquelle de ces deux variables explique le mieux les données. Ces deux variables opposent en effet deux hypothèses quant à l'explication psychologique de l'effet relatif au stimulus objet :

- Le facteur « objet » suggère que chaque objet est à considérer en tant qu'entité individuelle. Les modèles statistiques estimeront donc n-1 paramètres en fonction du nombre d'objets testés (12 dans l'expérience 1, 20 dans l'expérience 2, 26 dans l'expérience 3 et 4). Au niveau psychologique, le taux d'identification pour chaque objet pourrait par exemple s'expliquer par la familiarité de l'objet, ou sa fréquence (Bonin, 2003).
- La variable « compacité » décrit les objets à partir de leur indice de compacité calculé pour chacun d'entre eux (voir la partie précédente). Comme pour la variable « ordre », la variable « compacité » est donc considérée comme une variable numérique. Son inclusion dans les modèles consiste en un seul paramètre : le coefficient de régression ou paramètre de pente correspondant. Au niveau psychologique, l'hypothèse sous-jacente suggère que l'identification dépend d'un attribut unique de nature perceptive,

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

issu des caractéristiques géométriques de la forme : la compacité. Si l'on suit Panis et al (2008) et Panis et Wagemans (2009), alors :

- Le taux d'identification diminue avec l'augmentation de la compacité (soit une pente négative pour cette VD)
- Le temps de réaction pour les identifications correctes augmente avec l'augmentation de la compacité (soit une pente positive pour cette VD).

La variable numérique « compacité » se substituant donc au facteur « objet », l'addition ou l'interaction de ces deux paramètres est non seulement impossible mathématiquement (l'une comprend automatiquement l'autre), et non pertinente théoriquement.

Enfin, une troisième hypothèse sera testée : l'interaction de la compacité avec le type de fragmentation. Ceci se traduirait par :

- Une amélioration de l'identification des objets fragmentés comprenant les jonctions avec l'augmentation de la compacité : la pente serait positive pour le taux d'identification, et négative pour le temps de réaction.
- Une diminution du taux d'identifications correctes des objets fragmentés comprenant les éléments mi-segments avec l'augmentation de la compacité : la pente serait négative pour le taux d'identification, et positive pour le temps de réaction.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Expérience 1 : Effet d'amorçage dans une tâche d'identification d'objets fragmentés

1. Introduction

Cette première expérience prend pour point de départ celle de Biederman et Bickle (1985) décrite dans la partie *Parametric Investigation of Contour Deletion* de Biederman (1987), et emploie le paradigme d'amorçage non masqué décrit plus haut (voir chapitre 3). Elle se focalisera sur trois objectifs :

- Déterminer les zones du contour les plus informatives, en contrastant l'identification d'images fragmentées laissant apparaître les angles et indices de tridimensionnalité ou les éléments mi-segment.
- Le croisement de ces deux types de fragmentation en fonction de leur position au sein de la séquence amorce / cible offre la possibilité de tester l'effet de facilitation lié à la quantité supérieure d'information présentée lorsque amorce et cible présentent des zones du contour différentes mais complémentaires.
- Ce croisement permet également d'évaluer l'effet qualitatif de précédence temporelle de l'un ou l'autre du type de fragmentation.

2. Participants

Recrutés sur le campus, tous les participants à l'expérience étaient étudiants à l'université de Rennes 2 Haute Bretagne. 40 participants de sexe masculin et 40 de sexe féminin ont pris part à cette étude. Les participants avaient une vue normale ou corrigée à la normale.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

3. Matériel

3.1 Images

Le matériel utilisé pour l'expérience comprenait 13 objets dessinés au trait noir et présentés sur un fond blanc : arrosoir, avion, bateau, bol, ciseaux, éléphant, lampe, torche, pingouin, pipe, table, tabouret, verre. La segmentation des images d'objets a été effectuée avec une méthode inspirée de l'expérience de Biederman et Bickle.

Deux types de fragmentation du contour de l'objet étaient réalisés (voir figure 17) :

- Une fragmentation laissant apparente l'information représentant les angles et les indices de tridimensionnalité, c'est-à-dire les indices qu'il est possible de regrouper sous le terme général de « jonctions ». Par commodité, ce type de fragmentation sera par la suite désigné sous l'abréviation « J ».
- Une fragmentation présentant l'information mi-segment (notée « MSG »).

Pour chacune fragmentation, 65% du contour était effacé :

- Afin de réaliser les images J, 17.5% du contour demeurait à partir des extrémités de chaque segment ou courbe (en prenant systématiquement une intersection pour point de départ) : il restait donc 35% du contour sur la totalité du segment ou de la courbe.
- Pour construire les images MSG, 32,5% du contour (65/2) à partir de chaque extrémité était retiré ; il demeurait ainsi à mi-segment 35% de l'information.

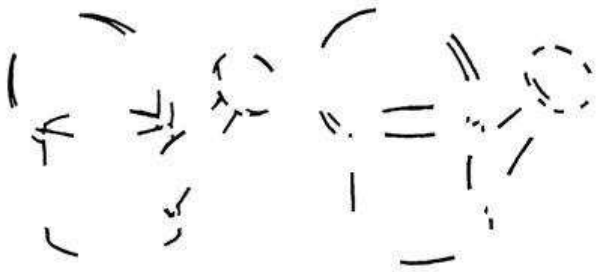


Figure 17 : Exemple d'objet fragmenté contenant les jonctions (à gauche) et contenant l'information à mi-segment (à droite)

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

3.2 Masque

La présentation de stimuli de durées très courtes nécessite également l'utilisation du procédé de masquage afin de stopper le traitement rétinien de l'image ou du mot sous forme d'image résiduelle (figure 18).

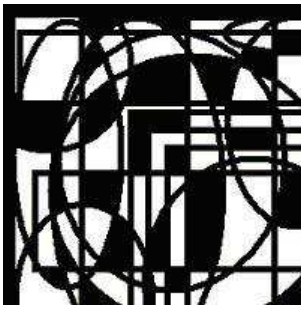


Figure 18 : Expérience 1 - Masque

4. Procédure

L'expérience était pilotée par ordinateur, via le logiciel *E-Prime*. L'ordinateur portable utilisé était de type Intel Core 2 Duo CPU 2.26GHz, avec 1.95 Go de RAM, équipé d'un écran 15 pouces (résolution : 1280 par 800 pixels). À une distance d'observation d'environ 60 centimètres, la taille angulaire des objets et du masque à l'écran formait horizontalement et verticalement un angle visuel de 6° maximum.

Avant de débuter l'expérience, l'expérimentateur informait le sujet qu'une feuille et un stylo (fournis) devaient être utilisés lors de l'expérience et que l'ensemble des instructions s'afficherait à l'écran. Puis l'expérimentateur se retirait.

La consigne était donc lue par le participant. Elle soulignait notamment la brièveté de l'apparition de l'objet à reconnaître, l'apparition d'une croix de fixation au centre de l'écran avant la diffusion de l'image à identifier, et la conclusion de la séquence par un masque. Un exemple lui était proposé deux fois de suite afin que le sujet puisse se familiariser avec la tâche à accomplir (l'objet utilisé était le bateau sous sa forme intégrale).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Enfin, le participant était informé que 12 objets allaient lui être présentés, et qu'après chaque séquence, il devait consigner sa réponse par écrit (sans limite de temps[12]). Le participant contrôlait lui-même le démarrage de chaque séquence.

5. Paradigme expérimental

Le paramétrage des temps de présentation était assujetti au taux de rafraîchissement de l'écran (60Hz), c'est pourquoi nous ne pouvions utiliser que des multiples de 16.6 ms (arrondis à 17 ms).

Chaque séquence consistait en la succession des évènements suivants au centre de l'écran (voir figure 19) :

- une croix de fixation au centre de l'écran (500 ms)
- une image amorce (17 ms)
- une image cible (83 ms)
- un masque (500 ms)

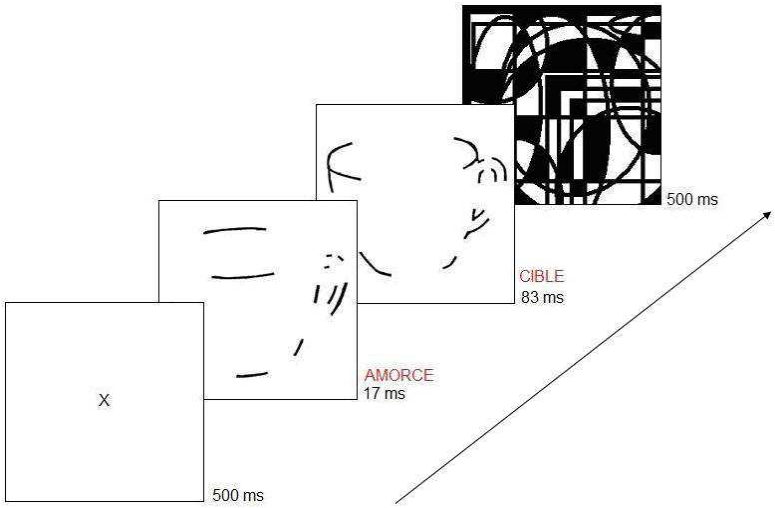


Figure 19 : Expérience 1 - Exemple de séquence des évènements pour un essai

[12] Biederman (1987) n'observant pas de différence significative entre les taux de reconnaissance des objets selon le type de consigne (présence ou non de la liste des objets à apparaître), il a été décidé pour la présente expérience que la consigne ne fournirait pas la liste des 12 objets à identifier. Si tel avait été le cas, le mode de consignation des réponses risquait d'impliquer davantage les ressources mnésiques du participant (les temps de réponse des sujets n'étant pas considérés), au détriment d'une véritable identification perceptive. Ainsi, la tâche du participant relevait bien de l'identification et non de la reconnaissance.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Il y avait donc quatre conditions, chacune reposant sur une séquence associant deux images : la première de 17 ms (amorce), la seconde de 83 ms (cible), de façon à former des séquences amorce/cible de 100 ms (cf. Figure 19).

Les deux premières conditions (C1 et C2) seront ultérieurement désignées en tant que séquences « simples », car le type d'image présenté en amorce et en cible est identique :

- En C1, une même image J d'un même objet était présentée seule en amorce, puis en cible.
- En C2, une même image MSG d'un même objet était présentée seule selon les mêmes modalités.

Les deux conditions suivantes se proposaient de vérifier l'effet d'amorçage basé sur la complémentarité des images (séquences « complémentaires »)

- En C3, l'amorce était une image J, et l'image cible présentait le même objet sous sa forme MSG.
- En C4, l'amorce était une image MSG, et l'image cible présentait le même objet sous sa forme J.

6. Variables et plan expérimental

6.1 Variables indépendantes

Le plan expérimental comportait une variable intra sujet : les objets à reconnaître (O), comprenant douze modalités. Les objets ont été présentés dans le même ordre (établi au hasard) quelle que soit la condition expérimentale, c'est-à-dire : arrosoir, lampe, torche, avion, verre, pingouin, bol, pipe, ciseaux, table, éléphant, tabouret).

Le type d'amorce (A) et le type de cible (C) à identifier étaient les deux variables inter sujets introduites comportant chacune deux modalités correspondant au type de fragmentation opérée sur l'image originale : jonctions apparentes ou mi-segments apparents.

Ainsi, avec 80 participants, le plan expérimental était le suivant :

$S_{20} * O_{12}$ (A_2*C_2).

Quatre groupes furent donc constitués comprenant chacun 20 participants (10 de chaque sexe).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

6.2 Variable dépendante

La variable dépendante donnée par écrit comprenait deux modalités : identification ou non de l'objet.

Le participant devait nommer l'objet qu'il pensait avoir reconnu et écrire sa réponse sur une feuille fournie par l'expérimentateur (sans limite de temps, le sujet contrôlant le démarrage de chaque séquence). Biederman justifie le choix de la consigne « nommer l'objet » par plusieurs arguments : dans la situation expérimentale, si un sujet peut nommer l'objet, on en déduit qu'il l'a reconnu. Avec d'autres paradigmes (discrimination, vérification) il est difficile d'empêcher le sujet de fournir des bonnes réponses par la déduction de celle-ci au sein d'un petit nombre de distracteurs. En situation de réponse binaire, il existe un risque d'anticipation ou d'erreurs lors de la pression accidentelle sur une des deux touches.

7. Résultats

Pour cette expérience, l'unique variable dépendante était le score du sujet, considérée comme une variable de Bernoulli dont les deux modalités étaient « échec » ou « réussite ».

Une seule variable était automatiquement insérée dans chaque modèle : la variable « sujet » modélisée par la loi normale, notée (1|SUJET). Les autres variables considérées étaient :

- Le facteur « objet » à 12 modalités (intra).
- La variable « compacité », à partir de l'indice de compacité calculé pour chaque objet (intra).
- Le facteur « type d'amorce » à 2 modalités (inter).
- Le facteur « type de cible » à 2 modalités (inter).
- Enfin, le facteur « condition » à 4 modalités et toutes les possibilités de regroupement qu'il permettait.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

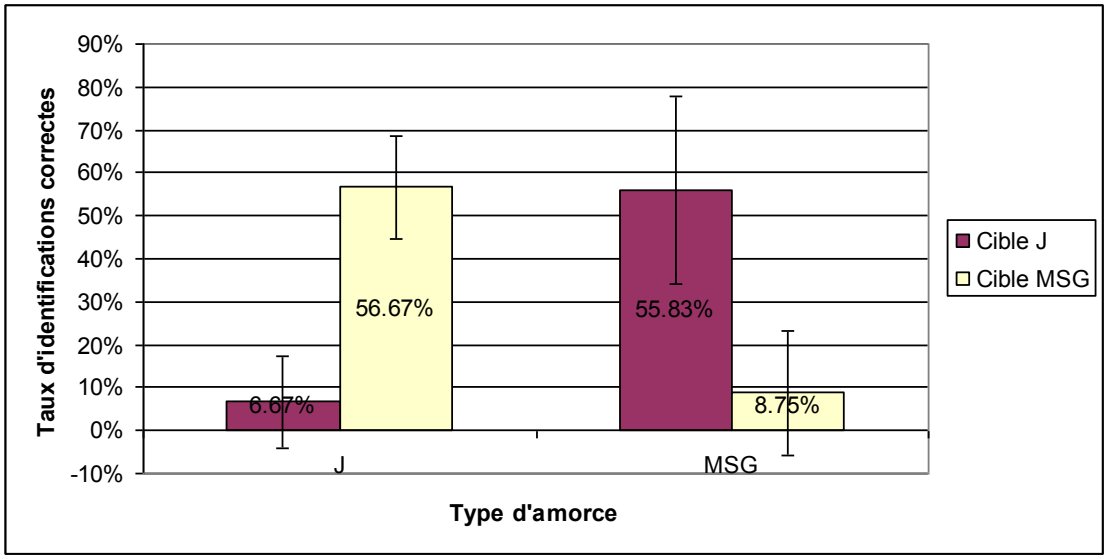


Tableau 7 : Expérience 1 - Taux d'identifications correctes en fonction du type d'amorce et du type de cible

Le tableau suivant résume l'ensemble des modèles testés en les disposant de manière décroissante quant à leur pertinence[13] (c'est-à-dire de manière croissante quant à leur BIC) :

	logV	Ddl,	BIC
M25 : OBJET+C1C2 *versus* C3C4	**-285,7**	**14**	**667,53**
M13 : OBJET+CONDITION	-285,51	16	680,88
M49 : OBJET*C1C2 *versus* C3C4	-274,75	25	721,18
M24 : OBJET+C2C3C4 *versus* C1	-316,2	14	728,54
M22 : OBJET+C1C2C4 *versus* C3	-320,28	14	736,7
M23 : OBJET+C1C3C4 *versus* C2	-320,36	14	736,87
M21 : OBJET+C1C2C3 *versus* C4	-320,79	14	737,72
M1 : OBJET	-330,64	13	750,55
M7 : OBJET+typeCIBLE	-330,58	14	757,3
M27 : OBJET+C2C3 *versus* C1C4	-330,58	14	757,3
M6 : OBJET+typeAMORCE	-330,62	14	757,37
M26 : OBJET+C1C3 *versus* C2C4	-330,62	14	757,37
M8 : OBJET+typeCIBLE+typeAMORCE	-330,55	15	764,1
M46 : OBJET*C1C2C4 *versus* C3	-301,21	25	774,1
M47 : OBJET*C1C3C4 *versus* C2	-304,6	25	780,87
M48 : OBJET*C2C3C4 *versus* C1	-308,64	25	788,95
M45 : OBJET*C1C2C3 *versus* C4	-314,3	25	800,28
M35 : OBJET*typeAMORCE	-318,79	25	809,26
M50 : OBJET*C1C3 *versus* C2C4	-318,79	25	809,26
M36 : OBJET*typeCIBLE	-319,81	25	811,3
M51 : OBJET*C2C3 *versus* C1C4	-319,81	25	811,3
M37 : OBJET*typeAMORCE+typeCIBLE	-318,5	26	815,54
M38 : OBJET*typeCIBLE+typeAMORCE	-319,81	26	818,15
M39 : OBJET*typeCIBLE*typeAMORCE	-252,82	49	842,11
M59 : OBJET*CONDITION	-252,82	49	842,11
M56 : Compacite*C1C2 *versus* C3C4	-439,87	5	914,08
M32 : Compacite+C1C2 *versus* C3C4	-443,43	4	914,34
M18 : C1C2 *versus* C3C4	-451,81	3	924,21

[13] Par souci de lisibilité, les variables systématiquement insérées dans chaque modèle n'apparaîtront pas dans le tableau. Ici, la variable « sujet » n'apparaît donc pas.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

M12 : Compacite+CONDITION	-443,22	6	927,63
M5 : CONDITION	-451,59	5	937,51
M44 : Compacite*typeCIBLE*typeAMORCE	-438,26	9	938,32
M60 : Compacite*CONDITION	-438,26	9	938,32
M31 : Compacite+C2C3C4 *versus* C1	-475,11	4	977,68
M54 : Compacite*C1C3C4 *versus* C2	-474,36	5	983,04
M55 : Compacite*C2C3C4 *versus* C1	-475,07	5	984,47
M30 : Compacite+C1C3C4 *versus* C2	-478,71	4	984,89
M29 : Compacite+C1C2C4 *versus* C3	-479,1	4	985,66
M17 : C2C3C4 *versus* C1	-483,46	3	987,53
M28 : Compacite+C1C2C3 *versus* C4	-480,3	4	988,06
M53 : Compacite*C1C2C4 *versus* C3	-478,43	5	991,19
M52 : Compacite*C1C2C3 *versus* C4	-478,61	5	991,56
M16 : C1C3C4 *versus* C2	-487,04	3	994,69
M15 : C1C2C4 *versus* C3	-487,48	3	995,55
M14 : C1C2C3 *versus* C4	-488,67	3	997,93
M2 : Compacite	-489,56	3	999,73
M10 : Compacite+typeCIBLE	-489,5	4	1006,46
M34 : Compacite+C2C3 *versus* C1C4	-489,5	4	1006,46
M9 : Compacite+typeAMORCE	-489,56	4	1006,58
M33 : Compacite+C1C3 *versus* C2C4	-489,56	4	1006,58
M0 :	-497,93	2	1009,59
M41 : Compacite*typeCIBLE	-488,82	5	1011,98
M58 : Compacite*C2C3 *versus* C1C4	-488,82	5	1011,98
M40 : Compacite*typeAMORCE	-489,42	5	1013,17
M57 : Compacite*C1C3 *versus* C2C4	-489,42	5	1013,17
M11 : Compacite+typeCIBLE+typeAMORCE	-489,48	5	1013,3
M4 : typeCIBLE	-497,86	3	1016,33
M20 : C2C3 *versus* C1C4	-497,86	3	1016,33
M3 : typeAMORCE	-497,92	3	1016,45
M19 : C1C3 *versus* C2C4	-497,92	3	1016,45
M43 : Compacite*typeCIBLE+typeAMORCE	-488,8	6	1018,8
M42 : Compacite*typeAMORCE+typeCIBLE	-489,33	6	1019,87

Tableau 8 : Expérience 1 - Résumé des modèles testés (identifications correctes)

Le meilleur modèle est donc le modèle 25, associant le score à :

- la variable « sujet » modélisée par la loi normale,
- le facteur « objet »,
- et le regroupement des conditions C1 et C2 (séquence simples) *versus* C3 et C4 (séquences complémentaires).

Ceci signifie que le meilleur modèle est celui associant l'effet du facteur objet et celui du type de séquence (simples *versus* complémentaires). Par conséquent :

- Le facteur « objet » permet une meilleure description des données que la variable « compacité ».
- Les séquences complémentaires facilitent l'identification comparativement aux séquences simples.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

8. Discussion

Absence d'effet du type de fragmentation

Le premier objectif de cette expérience consistait à déterminer les zones du contour les plus informatives, en opposant les images fragmentées laissant apparaître les jonctions (C1) ou les éléments mi-segment (C2).

À l'instar de Kennedy et Domander (1985), Gaillard et al (1996), et Panis et al (2008), l'expérience 1 ne reproduit pas de résultats montrant une supériorité des jonctions (Biederman, 1987 ; Boucart et al, 1995). La présence des jonctions ne s'est donc pas avérée un indice qualitatif significativement plus pertinent que les images présentant les éléments mi-segments du contour. Des questions relatives aux différences de protocole et de paradigme entre l'expérience « modèle » de Biederman et la nôtre sont tout d'abord soulevées.

a) Les séquences : objets et temps de diffusion

Les objets utilisés figuraient parmi ceux utilisés par Biederman. Leur taille à l'écran (angle visuel de 6° maximum), leur mode de fragmentation ainsi que les temps de diffusion étaient comparables et contrôlés. Cependant, il existait quelques différences dans le protocole de ces deux expériences.

Il se peut que le nombre d'objets présentés (12 dans notre expérience contre 18 dans l'expérience de Biederman) ait eu une influence négative sur les taux d'identifications correctes. Les stimuli étant diffusés pendant des temps très courts, une certaine pratique de la tâche pourrait être bénéfique. Toutefois, dans le meilleur des cas, l'identification correcte de ces six objets supplémentaires n'aurait produit qu'un taux de reconnaissance maximum de 38% environ. S'il est éventuellement possible que la présence de ces six objets supplémentaires aurait permis la mise en évidence d'une différence significative entre les deux conditions au profit de la condition présentant les objets avec jonctions des géons, il demeure toutefois que le taux de reconnaissance général serait toujours très inférieur à celui obtenu par Biederman. Augmenter le nombre d'objets au cours des prochaines expériences pourrait être toutefois souhaitable.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

b) Absence de mesure du temps de réaction

L'absence de mesure du temps de réaction s'avère vraisemblablement préjudiciable. En effet, si Biederman (1987) n'observe pas de différence significative pour les temps d'identifications correctes (pour les objets diffusés pour une durée de 100 ms et dont 65% du contour est effacé), cette mesure a permis à d'autres auteurs de mettre en évidence un effet d'amorçage « qualitatif » en faveur des images présentant les angles et les indices 3D (Boucart et al, 1995). Les expériences suivantes devront corriger ce déficit.

c) Type de masque

Le type de masque utilisé par Biederman consiste en « un arrangement aléatoire de lignes » : "*The presentation of the object was immediately followed by a 500-ms pattern mask consisting of a random appearing arrangement of lines"* (Biederman, 1987 ; p.129). Le masque en lui-même n'est pas présenté par Biederman. Or, une tâche d'identification requiert la perception des moyennes et hautes fréquences (Delord, 1998 ; Ginsburg, 1986 ; Harmon & Julesz, 1973). La sévérité du masquage serait globalement proportionnelle à la similitude de la composition fréquentielle entre la cible et le masque : dans une tâche d'identification visuelle, un masque contenant des hautes fréquences s'avère plus efficient qu'un masque contenant des basses fréquences (Delord, 1998). Il est donc possible que le masque utilisé par Biederman contenait moins de fréquences pertinentes pour une tâche d'identification comparativement au nôtre, ce qui pourrait expliquer le faible taux d'identifications et éventuellement empêcher l'émergence de différences entre les deux types d'image par effet plancher.

Une seconde hypothèse, complémentaire à la première, peut être envisagée : le type de masque utilisé pourrait avoir un effet différentiel selon le type d'image (jonctions ou mi-segments), si la composition fréquentielle de ces deux types d'images s'avère en moyenne différente sur une ou plusieurs bandes spectrales. Si tel est le cas, les effets obtenus par Biederman pourraient être simplement attribués à un effet de masquage plus prononcé sur les images MSG, favorisant les images J. Cette interaction entre le type de fragmentation de la cible et le type de masque peut également être abordée en termes de similitude structurale entre cible et masque. La mise à l'épreuve de ces hypothèses sera l'objet de l'expérience 2.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Sommation d'énergie : sommation de contraste ou de surface ?

Le second objectif consistait à évaluer l'effet de facilitation lié à la quantité supérieure d'information présentée lorsque amorce et cible présentent des zones du contour différentes mais complémentaires (C1+C2 *versus* C3+C4).

Les séquences « complémentaires » (C3 et C4) contenaient au total plus d'information (c'est-à-dire plus de contour) que les séquences « simples » (C1 et C2). En considérant le rapport d'énergie désignant la sommation de la quantité de contour présentée dans la séquence (Boucart et al, 1995 ; Gaillard et al, 1996), la supériorité du taux d'identifications pour les premières par rapport aux secondes était envisageable.

Toutefois, le rapport d'énergie peut également se baser sur la sommation de luminance respective des stimuli présentés au cours de la séquence, et donc sur l'importance du contraste perçu au total (voir chapitre 4).

Au travers la comparaison des séquences simples *versus* complémentaire, l'expérience 1 pouvait donc déterminer quel paramètre d'énergie était critique pour la tâche entre la quantité de surface présentée (auquel cas les séquences complémentaires, présentant au total davantage de contour, permettraient une meilleure identification), ou la quantité de luminance (alors les séquences simples permettraient de meilleurs taux d'identification, en raison de leur contraste plus important).

a) Sommation de contraste

Dans cette première étude, l'énergie de l'amorce était inférieure à celle de la cible : leur contraste de luminance était similaire, mais la durée de présentation de la cible était supérieure (Delord, 1998). Dans ce type de situation, le masquage décrit en général une courbe monotone de type A, c'est-à-dire que l'amplitude du masquage de l'amorce par la cible diminue avec l'augmentation du SOA. Les effets de masquage périphériques par sommation de luminance sont alors très importants, d'autant plus en raison du SOA court entre amorce et cible (Hellige et al, 1979).

Dans l'expérience de Hellige et al (1979), l'énergie de chaque stimulus est calculée sur la base du paramètre de luminance de fond et donc de la valeur de contraste figure/fond, les stimuli sont de durée identique, soit 10 ms. Lorsque SOA=0, et que donc le stimulus cible et le masque se superposent, le résultat en sera une représentation du masque en entier, mais

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

certaines zones de ce masque auront un contraste réduit parce qu'elles auront été additionnées aux zones claires de la cible. En revanche, le contraste des zones qui se superposent demeurera très fort : si cible et masque se superposent, la cible en sera renforcée et sera plus facilement identifiable.

Cet effet s'atténue et disparaît à mesure que le SOA augmente : le mécanisme de sommation de luminance n'est plus prédominant à partir d'un SOA de 32 ms pour un rapport d'énergie cible/masque de 1/1, et d'un SOA de 20 ms lorsque l'énergie du masque est deux fois supérieure à celle du masque. Pour résumer, à partir d'un SOA supérieur à 20 ms, la capacité du masque à empêcher la reconnaissance de la cible augmente avec le degré de similitude et de superposition spatiale entre la cible et le masque.

Qu'en est-il dans notre expérience ? Si l'on considère le SOA de 17 ms entre l'amorce et la cible, les travaux d'Hellidge et al (1979) incitent à croire que les conditions de présentation des séquences image amorce/cible de l'expérience 1 correspondaient aux critères suggérant des effets de masquage dépendants de la sommation de luminance[14].

Dans l'expérience 1, deux types de séquences étaient en effet présentés : les séquences « simples » (C1 et C2) et les séquences « complémentaires » (C3 et C4). Notre expérience consistait en une séquence de 100 ms, comprenant la succession de deux stimuli. La fréquence de rafraîchissement de l'écran étant de 60 Hz, 1 *frame* durait 16.6 ms (arrondi à 17 ms). Six images étaient par conséquent diffusées en 100 ms : le premier stimulus (l'amorce), était diffusé pendant 1 *frame* (soit 17 ms), le second (la cible) pendant les 5 *frames* suivants (soit 83 ms). Le contraste des séquences simples (C1 et C2) était donc de 20% supérieur à celui des séquences présentant deux images complémentaires (C3 et C4).

À titre d'exemple, comparons les séquences C1 et C4 (ce raisonnement s'applique également à la comparaison de C2 et C3). Dans ces deux séquences, l'image cible est la même (image J), en revanche l'amorce diffère (image J en C1, image complémentaire MSG en C4) :

- La superposition spatiale des stimuli implique qu'en C1, l'image J est présente à l'écran durant l'intégralité de la séquence, soit 6 *frames* de 17 ms : les mêmes contours

[14] Cette discussion porte bel et bien sur les interactions entre l'amorce et la cible dans notre expérience. Or, la comparaison effectuée avec les travaux Hellige et al (1979) peut induire une confusion terminologique, car la situation qu'ils décrivent mentionne une « cible » et un « masque ». La nature de la situation et des deux stimuli est en réalité tout à fait comparable dans les deux expériences : la position de l'amorce et de la cible dans notre cas correspond respectivement à celle de la cible et du masque dans celui d'Hellige et al.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

sombres demeurant affichés pendant 100 ms et la luminance de fond restant stable, son contraste est donc optimal.

- En revanche, en C4, les fragments de la cible ne sont pas présents en amorce, ce qui implique la sommation de la luminance du fond lumineux de l'amorce (17 ms) avec la luminance des contours sombres de la cible (83 ms). Le contraste de l'image avec jonctions en C1 est donc 1,2 fois (6 *frames* en C1/5 *frames* en C4) plus important qu'en C4.

Le même raisonnement peut s'appliquer à l'image amorce présentant les segments en C4. En termes de contraste, les deux conditions principales d'amorçage n'étaient donc pas équivalentes perceptivement en succession sans masquage entre les images amorce et cible, au détriment des séquences complémentaires.

Au regard du critère SOA, la comparaison des conditions simples *versus* complémentaires en termes quantitatifs pouvait donc être biaisée par un effet de sommation de luminance dans les conditions d'amorçage identique (C1 et C2) : ces conditions présentent successivement les mêmes fragments de l'objet au même endroit de l'écran, créant une superposition d'images renforçant le contraste du stimulus (Hellige et al, 1979 ; Boucart et al, 1995). Cet effet ne serait pas suspecté dans les conditions d'amorçage complémentaires (C3 et C4) puisque les deux images ne se superposaient pas.

b) Sommation de surface

Toutefois, la supériorité du taux d'identification dans les conditions complémentaires (C3 et C4) par rapport aux conditions simples (C1 et C2), incite à considérer que l'image amorce a bien été perçue en C3 et C4. Par conséquent, l'énergie en termes de surface, c'est-à-dire la quantité de contour, constitue le paramètre critique pour la tâche. L'avantage quantitatif s'est avéré « supérieur » aux effets de masquage par réduction de contraste dus à la sommation de luminance des stimuli composant la séquence.

L'insensible implication des effets de sommation de luminance s'explique peut être par les proportions limitées pour lesquelles le contraste des conditions simples est supérieur à celui des conditions complémentaires (le contraste de C1 est de 20% supérieur à celui de C4).

Les résultats d'Hellige et al suggèrent par ailleurs la diminution de l'effet de sommation de luminance à mesure que l'énergie du masque augmente : lorsque l'énergie du masque en

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

termes de contraste est deux fois supérieure à celle de la cible, la durée pour laquelle le mécanisme de sommation de luminance prédomine diminue à 20 ms. Le contraste de l'amorce et de la cible est identique dans notre expérience. En revanche, la durée de présentation de la cible est cinq fois plus longue. La durée de présentation pouvant également être considérée elle aussi comme un paramètre d'énergie (Delord, 1998), la part de l'implication de l'effet de sommation de luminance demeurerait limitée.

Les résultats de l'expérience favorisent donc une interprétation en termes d'énergie liée à la quantité de contour présentée. De manière générale, l'application à nos données des différentes situations d'amorçage et de masquage issues de la littérature est à considérer avec précaution, en raison de la multiplicité des situations expérimentales étudiées et des paramètres manipulés (type de stimulus cible, durée des stimuli, taille, luminance, etc ...).

Une interprétation quantitative de l'effet d'amorçage

La supériorité des conditions « complémentaires » indique que l'amorce a été perçue en C3 et en C4. En dépit du temps de diffusion très court de l'image amorce (17 ms), celle-ci a été perçue et a « fusionné» avec l'image cible : la quantité d'information supplémentaire fournie par l'amorce a permis une meilleure identification des objets.

a) La perception de l'image amorce

La contiguïté spatiale et temporelle des séquences amorce/cible (l'ISI est de 0 ms, et le SOA de 17 ms) incite à considérer leurs interactions sous l'angle de la théorie de masquage en deux canaux de Breitmeyer et Ganz (1976) (voir chapitre 3). Nos conditions de présentation des séquences amorce/cible pouvaient impliquer deux processus majeurs : l'intégration intra-canal ou l'inhibition inter-canaux.

Le SOA entre l'amorce et la cible étant relativement court (17 ms), le mécanisme d'intégration intra-canal semble être le plus à même d'expliquer l'effet d'amorçage quantitatif de l'expérience 1. Lorsque les formes présentées par les deux stimuli se superposent, l'intégration intra-canaux peut engendrer un effet de masquage au niveau périphérique (Bugmann & Taylor, 2005), effet d'autant plus prononcé avec un masquage par structure (Breitmeyer & Öğmen, 2006). Ici, les propriétés de complémentarité des deux images (et non

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

de superposition) favorise la perception de la forme significative, et non l'addition de bruit (comme cela est le cas avec une cible suivie d'un masque constitué de formes aléatoires).

b) L'effet de la quantité d'information

Au niveau des processus d'identifications de la forme, ces résultats confortent l'hypothèse de la prédominance de la nature quantitative du traitement du contour. Le traitement de formes bidimensionnelles serait rapide pour les formes aux contours fermés, mais plus lent pour les formes aux contours ouverts. Le temps nécessaire à la clôture perceptive suivrait une courbe monotone inversement liée à la quantité de contour présentée (Elder & Zucker, 1993 ; 1994).

L'information supplémentaire contenue dans l'amorce s'est associée à celle de la cible et a facilité l'identification de l'objet. Ces résultats concordent avec ceux montrant globalement une meilleure identification des objets lorsque la quantité de contour présentée est supérieure (Biederman, 1987 ; Boucart et al, 1995 ; Gaillard et al, 1996). Cette supériorité peut s'expliquer en termes d'énergie, de visibilité du stimulus ou de clôture perceptive.

- Le système visuel somme la luminance sur l'espace (Hood & Finkelstein, 1986 ; Olzak & Thomas, 1986 ; Boucart et al, 1995). La quantité d'énergie dans les séquences complémentaires C3 et C4 était supérieure de par la quantité supplémentaire de contour présenté lorsque l'on considère l'addition de l'information contenue dans l'amorce et la cible. Pour Boucart et al (1995), les seuils de contraste nécessaires à l'identification de dessins fragmentés dépendent de deux paramètres : le degré de structure des images et de son énergie en termes de surface (c'est-à-dire la quantité de contour présent). Les images (dessins d'objet fragmentés) contenant plus de 50% du contour nécessitent un contraste moindre que ceux présentant 30% de contour (les contrastes de Michelson correspondant aux seuils de détection de ces deux types de dessins sont respectivement 9.91% et 13% environ).
- Certaines analyses de Gaillard et al (1996) s'appliquent également à notre contexte. L'expérience utilisant des temps de présentation courts, l'identification de l'image s'effectue essentiellement sur la base de l'intégration plus rapide des basses fréquences (Ginsburg, 1986). La « fusion » perceptives des images dans les séquences complémentaires aboutirait à la perception de plus grands segments que dans les séquences simples : contenant davantage de basses fréquences, les séquences complémentaires seraient alors plus facilement intégrées, et donc plus visibles.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

- Toujours d'une manière comparable à Gaillard et al (1996), les segments plus longs faciliteraient le processus de clôture perceptive du contour. Cet effet s'expliquerait au niveau neuronal, par *« un processus d'excitation latérale de neurones sensibles à la même orientation »*, ou par *« une synchronisation des neurones répondant à une même orientation ou à des orientations perpendiculaires »* (Gaillard et al, 1996 ; p. 574 ; voir également Boucart et al, 1995). Les discontinuités étant moindres dans les séquences complémentaires (par comparaison aux séquences simples) en raison de leur meilleure proximité spatiale et colinéarité, les réponses des détecteurs de terminaisons de V1 et des cellules de V2 sensibles aux contours discontinus (voir chapitre 1) seraient facilitées.
- Dans le cadre des théories décrivant le traitement de l'information allant du « global au local » (Tarr & Pinker, 1989 ; Ullman, 1989), les contours plus longs permettraient une meilleure perception des propriétés configurales de la forme (colinéarité, symétrie) et donc de la forme globale de l'image (Panis et al, 2008).

L'absence d'amorçage qualitatif

Le troisième objectif envisageait une détection des amorces basée sur l'aspect qualitatif de l'information présentée. Deux hypothèses pouvaient alors s'opposer au regard du débat sur la supériorité de l'un ou l'autre type de fragmentation (voir chapitre 1). :

- Une meilleure détection lorsque l'amorce est de type J (C3) (Biederman, 1987 ; Boucart et al, 1995) : la présence des jonctions en amorce seraient détectés plus rapidement et/ou offriraient un avantage perceptif significatif pour la structuration de la forme
- Au contraire, une meilleure détection lorsque l'amorce est de type MSG (Kennedy et Domander, 1985 ; Singh & Fulvio, 2005 ; Panis et al, 2008), détectés plus rapidement car contenant plus de BF offrant plus d'information de direction (dans le cadre général des théories du global-au-local ou coarse-to-fine).

Toutefois, aucune différence entre les conditions C3 et C4 n'étant en effet observée, ces résultats ne renforcent ni l'un, ni l'autre des points de vue. Le paradigme expérimental utilisé ici comporte en outre une imperfection compromettant la mise à l'épreuve de l'hypothèse d'une détection pré attentionnelle de type qualitatif de l'un ou l'autre type de fragmentation.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

En effet, le plan expérimental croisé implique que les images J et les images MSG se retrouvent positionnées alternativement en amorce et en cible. Cela implique que quelle que soit la séquence, les deux types d'images sont de toute façon présentés.

Il est donc par exemple difficile d'isoler l'effet du type d'amorce J (C3), sur la base de la comparaison de cette séquence à une autre (C4) comprenant en amorce l'image MSG, mais dans laquelle l'image J est positionnée en cible. Notre paradigme semble donc inadapté à la mise en relief d'effets de précédence temporelle sur la base du critère qualitatif du type de fragmentation de l'amorce. Les expériences suivantes devront donc chercher à corriger ce défaut.

Absence d'effet de la variable compacité

Initialement, cette expérience ne prévoyait pas d'explorer les hypothèses liées à la compacité des objets. Toutefois, nous avons essayé *a posteriori* d'insérer ces paramètres dans l'analyse de nos données.

Dans cette expérience, la variable « compacité » décrit moins bien les données que le facteur « objet ». Ce résultat contredit donc l'hypothèse selon laquelle l'identification est rendue plus difficile avec l'augmentation de la compacité de la forme, c'est-à-dire avec la diminution de sa complexité (Humphreys, Riddoch, & Quinlan, 1988 ; Panis et al, 2008 ; Panis & Wagemans, 2009). L'efficience de l'objet au niveau psychologique semble donc reposer sur des critères différents de ceux considérant strictement ses attributs géométriques. Chaque objet est à considérer comme une « entité psychologique » différente : une forme de familiarité, par exemple, pourrait constituer le facteur psychologique sous-jacent. La catégorie des objets (naturels *versus* artefactuels) semble pas être un facteur difficile à considérer (Panis et al, 2008 ; Panis & Wagemans, 2009) dans la mesure où seuls deux objets sur les douze utilisés appartenaient à la seconde catégorie.

Plusieurs précautions quant à l'interprétation de ce résultat sont toutefois à préciser :

- La quantité de stimuli testée dans cette expérience est relativement limitée (12 objets) : les expériences suivantes confronteront à nouveau le facteur « objet » et la variable « compacité » sur la base de davantage de stimuli.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

- Le plan expérimental rendait difficile l'analyse de l'interaction entre le type de fragmentation et l'indice de compacité, qui est l'hypothèse centrale de Panis et Wagemans (2009) la plus pertinente à étudier dans le cadre de nos objectifs.
- Le dispositif expérimental ne comprenait pas l'enregistrement des temps de réaction. L'indice de compacité pourrait éventuellement impacter cette mesure.

La nature non consciente de l'analyse des fragments

Le paradigme de l'expérience 1 n'est pas construit pour démontrer le caractère non conscient de l'analyse de la quantité, ou de la qualité de l'information contenue dans l'amorce : aucune mesure directe de perception de l'amorce n'est effectuée (voir chapitre 3). Tout au plus est-il possible de conclure de la comparaison des séquences simples *versus* complémentaires à la rapidité ou à l'automaticité de la détection de l'amorce par le système visuel.

Dans l'objectif de préciser la nature du traitement des jonctions et des indices 3D, il semble donc indispensable d'évaluer directement la perception consciente ou non consciente de l'image amorce, ainsi que de créer un paradigme mesurant les effets différentiels des deux types d'images sur une image « neutre » commune (c'est-à-dire une image ne comportant pas de caractéristique en commun avec ces deux types d'images).

Conclusion

Les résultats plaident en faveur de la prédominance de la dimension quantitative de l'information en tant que critère déterminant l'identification des objets :

- Dans les conditions simples, aucune supériorité de l'un ou l'autre type de fragmentation n'est observée.
- L'identification est meilleure dans les conditions complémentaires, présentant plus de contour, comparativement aux séquences « simples »
- Dans les conditions complémentaires, aucun effet de prééminence de l'un ou l'autre type de fragmentation n'est constaté.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Toutefois, l'absence de certains effets peut s'expliquer par certaines imperfections du paradigme, pouvant s'avérer préjudiciables. Les prochaines expériences devront donc corriger divers points méthodologiques :

- Mesurer le temps de réaction verbal.
- Placer le type de fragmentation en tant que variable intragroupe.
- Construire un paradigme expérimental plus équilibré au sein duquel les images amorces ne figurent pas en cible, de façon à « isoler » l'effet qualitatif de l'amorce.
- Augmenter sensiblement le nombre de stimuli présentés aux participants, ce qui renforcerait notamment la mise à l'épreuve de l'hypothèse d'une interaction entre une mesure de compacité de la forme globale de l'objet et le type de fragmentation (Panis et al, 2008 ; Panis et Wagemans, 2009).
- Obtenir une mesure objective de la détection des images amorces, ce qui permettrait de s'assurer du caractère « subliminal » de l'effet d'amorçage, figurant parmi les objectifs initiaux de ce travail.

Si ces premiers résultats plaident en faveur du statu quo quant aux zones de contour les plus informatives (Gaillard et al, 1996), l'étude d'un troisième point de vue, intermédiaire (Panis et al, 2008 ; Panis & Wagemans, 2009), décrivant une interaction entre un indice de compacité calculé sur la base de la forme globale de l'objet et le type de fragmentation, sera inclus au cours des prochaines études.

Avant cela, il paraît important d'évaluer l'éventualité d'un masquage différentiel dépendant de la composition fréquentielle ou structurale du masque.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Expérience 2 : Interaction fréquentielle et structurale entre le type de fragmentation et le masque

L'expérience 2 propose de s'attarder sur deux hypothèses émises au cours de la discussion de l'expérience 1, relatives à l'absence d'effet du type de fragmentation (et notamment de la non reproduction des résultats de Biederman, 1987).

Lors de l'expérience 1, la comparaison des séquences simples C1 et C2 ne montrait aucun effet facilitateur de la présence des angles et des indices de tridimensionnalité ou des éléments mi-segments (Kennedy & Domander, 1985 ; Singh & Fulvio, 2005 ; Panis et al, 2008). L'éventualité de l'implication d'interactions complexes (voir chapitre 4) entre cible et masque, envisagées au regard de leurs compositions fréquentielles ou de leurs structures respectives, pourrait expliquer les résultats de l'expérience 1.

La mise à l'épreuve de ces hypothèses apparaît comme un contrôle nécessaire afin d'éliminer le biais interprétatif qu'elles sous-tendent, et de poursuivre l'objectif initial de ce travail, à savoir l'étude des zones du contour les plus informatives pour la structuration de la forme et la dynamique consciente ou non consciente de leur traitement.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

1. Pré expérience : hypothèse d'un masquage différentiel selon la composition fréquentielle relative à chaque type de fragmentation

En utilisant diverses tâches (catégorisation, dénomination), Delord (1998) démontre que la performance des sujets dépend de l'estimation de l'énergie du masque sur la bande fréquentielle critique pour la tâche : plus le masque contient d'énergie à ce niveau, plus l'identification de la cible est gênée ; inversement, plus la cible contient d'énergie sur cette bande fréquentielle, moins elle s'avère masquée.

L'identification d'une image d'objet repose sur le traitement du contour, et donc la détection des moyennes et les hautes fréquences (Harmon & Julesz, 1973 ; Ginsburg, 1986 ; Delord, 1998). Par conséquent, dans une tâche d'identification telle que celle de l'expérience 1, la puissance du masquage sera proportionnelle à l'énergie en moyennes et hautes fréquences contenue dans le masque. Cette observation, notamment dans le cas où le SOA entre la cible et le masque est court, relève les mécanismes d'intégration et d'inhibition intra canal décrits par Breitmeyer et Ganz (1976).

L'égalité des performances concernant le taux d'identifications correctes des images lors des séquences « simples » de l'expérience 1 pourrait donc s'expliquer par les différences de composition fréquentielle entre notre masque et celui utilisé par Biederman (1987). Le masquage par "pattern" utilisé par Biederman (1987) consistait en un arrangement aléatoire de lignes : *« The presentation of the object was immediately followed by a 500-ms pattern mask consisting of a random appearing arrangement of lines. »* (p.130) Il n'en existe toutefois aucune représentation dans l'article original et il est donc impossible de le comparer à celui utilisé dans l'expérience 1. Il demeure toutefois envisageable que le masque utilisé dans l'expérience 1 contienne plus de moyennes et de hautes fréquences que celui utilisé par Biederman (1987), ce qui aurait impliqué un effet de masquage plus prononcé quel que soit le type de fragmentation considéré.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Cette hypothèse s'avère toutefois incomplète, puisqu'elle n'explique pas l'effet facilitateur de la présence des angles et des indices 3D originalement rapporté par Biederman (1987). Il convient alors de poser une seconde hypothèse postulant que l'effet différentiel rapporté par Biederman s'expliquerait par un masquage plus ou moins important selon la composition fréquentielle relative à chaque type de fragmentation. Ceci présuppose la démonstration de l'existence de deux profils différents quant à la concentration en basses fréquences, et/ou moyennes et hautes fréquences selon le type de fragmentation (Gaillard et al, 1996) :

- Les images J, constituée de plus de petits éléments que les images MSG, contiendraient davantage de moyennes et hautes fréquences spatiales
- Réciproquement, les images MSG, constituées de longs segments, contiendraient plus de basses fréquences que les images J.

Si au moins une de ces deux hypothèses était confirmée, l'identification d'images présentant une forte concentration d'information sur l'une de ces bandes spectrales serait moins gênée par un masque dont l'énergie spectrale est relativement faible sur une cette bande spectrale. En revanche, un masque contenant beaucoup d'information sur cette même bande gênerait davantage l'identification de l'image.

Ainsi, l'éventuelle forte concentration en BF du masque utilisé par Biederman (1987) aurait fortement gêné l'identification des images MSG, mais moins celle des images J. A l'inverse, le masque utilisé dans notre expérience 1 contenait peut-être plus de MF et HF, ce qui a diminué le taux d'identification des images J, générant un effet plancher pour l'identification des objets pour les deux types de fragmentation.

L'interprétation de l'effet facilitateur des images J en tant que démonstration d'un traitement préférentiel de ces indices pour la structuration de la forme serait écartée au profit d'une interprétation basée sur des effets de masquage périphériques liés à la composition fréquentielle des deux stimuli (Mitov, Vassilev & Manahilov, 1981 ; Delord, 1998).

La vérification de ces hypothèses nécessite donc deux étapes. Tout d'abord, il convient de démontrer que les images J et MSG diffèrent sur une ou plusieurs des bandes fréquentielles telles que définies par Delord (1998) : au niveau des basses fréquences spatiales (moins de 1.5 cpd) et des moyennes et hautes fréquences spatiales (entre 1.5 cpd et 9 cpd). Si tel est le cas, cela ouvrirait la possibilité de construire une expérience où l'identification de ces deux types d'images seraient soumises à divers masques, dont la composition fréquentielle en BF et/ ou MF et HF serait une variable expérimentale.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

1.1 L'analyse spectrale des images

Nous avons procédé à l'analyse fréquentielle des images utilisées dans l'expérience 1. Une image statique peut être décrite comme une distribution spatiale de luminance (Ginsburg, 1986), pouvant être analysée classiquement via une opération mathématique, la transformée de Fourier rapide (*FFT*, pour *Fast Fourier Transform*) (voir la thèse de Peyrin, 2003).

La *FFT* s'effectue préférentiellement sur des matrices dont la largeur et la longueur sont des puissances de 2. Cette opération permet d'obtenir deux spectres : le spectre d'amplitude fournit une mesure de l'énergie de l'image de pour chaque niveau de fréquence spatiale dans toutes les orientations (De Valois & DeValois, 1988), et le spectre de la phase contient les informations concernant la position des fréquences spatiales (Peyrin, 2003). Ici, c'est surtout le spectre d'amplitude qui nous intéresse (voir figure 20). Pour chaque composant du spectre, la valeur de l'énergie s'obtient avec *« la multiplication du nombre complexe résultant de la transformée de Fourier f = a + bi par son conjugué (conj) f = a – bi »* (Delord, 1998 ; p. 320).

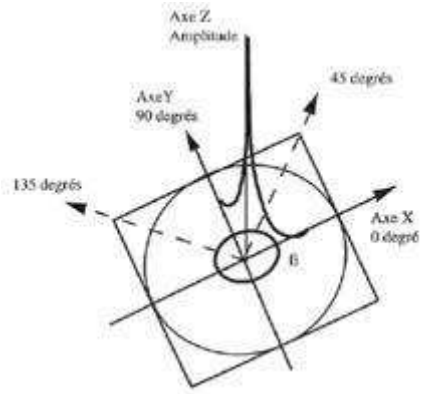


Figure 20 : Représentation schématique du spectre d'amplitude (Oliva, 1995)

Les plans X et Y du spectre correspondent à l'orientation des fréquences spatiales. L'axe Z désigne l'amplitude (ou l'énergie) de chaque fréquence spatiale (plus le point est clair, plus l'énergie est importante). Les basses fréquences sont rapportées au centre du spectre, puis la fréquence spatiale augmente progressivement en périphérie, en même temps que décroît l'amplitude. Le point central correspond à la luminance moyenne de l'image (la fréquence est alors égale à 0) (Peyrin, 2003).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

1.2 Application

1.2.1 Modification des images

Afin de conserver le cadre théorique dans lequel l'analyse fréquentielle pourrait expliquer nos résultats de l'expérience 1, le calcul de la densité d'énergie spectrale des images a été effectué de manière identique à celle employée par Delord (1998).

Pour les besoins du calcul de la *FFT*, les 12 images en noir et blanc (utilisées dans l'expérience 1), originalement de dimensions maximales de 200x200 pixels, ont donc été placée non modifiées au centre d'une matrice de 256x256 pixels (de façon à ce que leur matrice soit une puissance de 2). Cette opération ne modifie pas la taille des stimuli à l'écran, mais seulement la taille des images. Pour le calcul de la *FFT*, la nouvelle taille angulaire maximale des objets était donc de 6,21° maximum verticalement et horizontalement (images de 6,5 cm observés à une distance de 60 cm).

1.2.2 Calculs et programme informatique

Les calculs ont été réalisés sous le logiciel *Matlab*. Après exécution de la *FFT*, la somme des énergies des composants au sein de chaque bande du spectre fréquentiel (moins le point central) étaient divisés par le nombre de pixels inclus dans le rayon du spectre qu'une bande donnée occupe, de façon à obtenir l'énergie moyenne pour chaque bande de fréquence.

Une image de 256 pixels formant un angle visuel de 6,21° permet au sujet de visualiser 41,22 pixels par degré d'angle visuel (256/6,21), soit au maximum une fréquence de 20,61 cycles par degré d'angle visuel (cpd). Chaque pixel sur le spectre d'amplitude représente donc 0,16 cpd. Par conséquent :

- Pour les BF (<1,5cpd), les pixels de rayon 1 à 9 pixels sont pris en compte (1,5/0,16=9,31).
- Pour les MF et les HF (situées entre 1,5 et 9 cpd), les pixels situés dans la couronne 10 à 56 seront pris en compte (9/0,16=55,89).

Voici un exemple de calcul réalisé sous Matlab :

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

```
>>TOTAL=sum( sum(abs(fft((128-127:128+127),(128-127:128+127))))-abs(fft(128,128)));
TOTAL2=log((TOTAL*conj(TOTAL))/(256^2))

TOTAL2 =

   17.1182

>> BF=sum( sum(abs(fft((128-9:128+9),(128-9:128+9))))-abs(fft(128,128)));
BF2=log((BF*conj(BF))/(256^2))

BF2 =

   12.2926

>> MFHF=sum( sum(abs(fft((128-56:128+56),(128-56:128+56))))-abs(fft(128,128)));
MFHF2=log((MFHF*conj(MFHF))/(256^2));
MFHF3=MFHF2-BF2

MFHF3 =

    3.4734
```

Soit pour cette image, 71,81% de basses fréquences (<1,5cpd) et 20,29% de moyennes et hautes fréquences (entre 1,5cpd et 9 cpd).

1.3 Résultats

Les images de type J et MSG de chaque objet ont donc été analysées selon cette méthode. Les résultats obtenus pour chaque objet (voir les tableaux 9 et 10) ne présentent aucune différence significative quant au niveau de l'énergie sur la bande fréquentielle correspondant aux BFS ($t(22)=1.10, P=0.28$) ou aux MFS et HFS ($t(22)= -0.13, P=0.89$).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

	Images avec angles et indices 3D			Images mi-segments		
	Energie totale	**SF <1.5cpd**	**1.5cpd<SF<9cpd**	**Energie totale**	**SF <1.5cpd**	**1.5cpd<SF<9cpd**
Arrosoir	17,12	12,29	3,47	17,07	12,18	3,57
Avion	16,57	11,82	3,24	16,53	11,73	3,28
Bol	16,79	12,09	3,42	16,70	12,14	3,26
Ciseaux	16,78	12,14	3,36	16,79	12,00	3,45
Eléphant	16,99	12,37	3,39	16,86	12,17	3,38
Lampe	16,72	12,36	3,14	16,58	12,16	3,21
Pingouin	16,94	12,46	3,23	16,87	12,31	3,27
Pipe	16,02	11,74	2,72	15,89	11,60	2,74
Table	17,26	12,78	3,13	17,22	12,59	3,25
Tabouret	17,76	12,57	3,89	17,57	12,35	3,88
Torche	16,26	11,70	2,89	16,12	11,60	2,88
Verre	16,94	12,44	3,29	16,62	12,20	3,21
MOYENNE	**16,85**	**12,23**	**3,27**	**16,74**	**12,08**	**3,28**

Tableau 9 : Energie moyenne (exprimée en ln) des images sur les bandes fréquentielles basses (<1.5cpd) et moyennes/hautes (entre 1.5cpd et 9cpd) des objets utilisés dans l'expérience 1

	Images avec angles et indices 3D		Images mi-segments	
	SF <1.5cpd	**1.5cpd<SF<9cpd**	**SF <1.5cpd**	**1.5cpd<SF<9cpd**
Arrosoir	71,81	20,29	71,35	20,91
Avion	71,36	19,58	71,01	19,87
Bol	72,00	20,38	72,69	19,53
Ciseaux	72,39	20,03	71,43	20,55
Eléphant	72,77	19,97	72,17	20,08
Lampe	73,90	18,79	73,32	19,37
Pingouin	73,55	19,09	72,99	19,36
Pipe	73,28	17,00	72,96	17,26
Table	74,00	18,16	73,10	18,86
Tabouret	70,78	21,92	70,29	22,10
Torche	71,94	17,80	71,92	17,88
Verre	73,42	19,40	73,41	19,33
MOYENNE	**72,60**	**19,37**	**72,22**	**19,59**

Tableau 10 : Pourcentage d'énergie des images sur les bandes fréquentielles basses (<1.5cpd) et moyennes/ hautes (entre 1.5cpd et 9cpd) des objets utilisés dans l'expérience 1

L'énergie des images, quelle que soit la bande spectrale considérée, ne varie donc pas significativement avec le type de fragmentation. Les résultats de Delord (1998), décrivant un effet de masquage dépendant de l'énergie du masque sur la bande fréquentielle critique pour la tâche, ne peuvent s'étendre au type de segmentation opéré sur les objets. Dans le cadre d'une description des stimuli selon leur composition spectrale, les résultats obtenus par Biederman (1987) ne s'expliquent donc pas par un effet de masquage différentiel lié à la densité spectrale relative au type de fragmentation appliqué aux images d'objets.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

2. L'hypothèse du masquage structural

2.1 Introduction

Une seconde hypothèse, apparentée à la première, peut cependant être proposée. L'effet de masquage relatif au type de segmentation pourrait être attribuable à la structure même du masque, c'est-à-dire à la similitude entre les éléments constitutifs des stimuli cibles et ceux contenus dans le masque. Le masquage par structure engendre un effet de masquage d'autant plus prononcé que les éléments qui le composent partagent de caractéristiques en commun avec les images à identifier (Turvey, 1973 ; Hellige et al, 1979 ; Delord, 1998). Deux masques peuvent ainsi être construits : l'un contenant des éléments de type angles et indices 3D, et l'autre contenant uniquement des segments (chacun des masques étant donc constitué d'éléments issus des images cibles, mais relatifs à une segmentation respective).

Un effet d'interaction entre le type de segmentation et le type de masque, basé sur la structure de l'objet et non plus sur sa composition fréquentielle, pourrait ainsi être impliqué et fragiliser les interprétations quantitatives d'identification des objets fragmentés.

2.2 Participants

Les participants à l'expérience étaient étudiants à l'université de Rennes 2 Haute Bretagne. Vingt participants de sexe masculin et vingt de sexe féminin ont pris part à cette étude. Les participants avaient une vue normale ou corrigée à la normale.

2.3 Matériel

2.3.1 Images

Le matériel utilisé pour l'expérience 2 comprenait 20 objets dessinés au trait noir et présentés sur un fond blanc : appareil photo, arrosoir, avion, bol, cadenas, ciseaux, couteau, éléphant, lampe de chevet, lampe torche, marteau, perceuse, pingouin, pipe, planche à

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

repasser, sèche-cheveux, table, tabouret, téléphone, verre[15]. Trois autres objets furent utilisés en exemple durant la consigne, de façon à ce que le sujet puisse s'entraîner : bateau, bureau, valise. La segmentation des objets a été réalisée avec la même méthode que celle employée pour l'expérience 1 (65% du contour effacé, à partir de mi segment ou à partir des extrémités des segments).

2.3.2 Masques

Deux masques étaient utilisés. Ils étaient constitués d'une distribution aléatoire de tous les fragments de dix mêmes objets :

- Le premier masque était composé des éléments issus de la fragmentation de type J.
- Le second masque contenait les éléments issus de la fragmentation de type MSG.

Les objets contenant la même quantité de contour quel que soit le type de dégradation, il en était de même pour les deux masques. Les fragments étaient séparés d'un pixel au minimum de façon éviter toute formation d'éléments non présents dans les dessins originaux. Les objets utilisés étaient les suivants : arrosoir, avion, bol cadenas, ciseaux, couteau, éléphant, lampe, marteau et perceuse. Les dix autres objets n'ont pas été utilisés de façon à respecter la contrainte de séparation minimale de 1 pixel des éléments. Chaque type de masque comprenait environ 20% de pixels noirs.

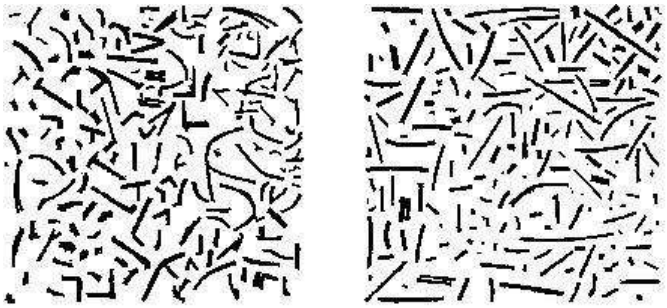


Figure 21: Masques utilisés au cours de l'expérience. Masque constitué de fragments d'images J (à gauche) et d'images MSG (à droite).

[15] La composition fréquentielle des images utilisées dans l'expérience 2 est présentée en annexe 3. L'absence de différence dans la composition spectrale selon le type de fragmentation est donc maintenue, même avec un nombre d'objets plus conséquent. L'analyse statistique ne montre en effet aucune différence significative quant au niveau de l'énergie sur la bande fréquentielle correspondant aux BFS ($t(38)= 1.394223605, P= 0.17$) ou aux MFS et HFS ($t(38)= 0.246$, $P= 0.49$).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

4. Procédure

L'expérience était pilotée par ordinateur, via le logiciel *E-Prime*. L'ordinateur portable utilisé était de type Intel Core 2 Duo CPU 2.26GHz, avec 1.95 Go de RAM, équipé d'un écran 15 pouces (résolution : 1280 par 800 pixels). À une distance d'observation d'environ 60 centimètres, la taille angulaire des objets et du masque à l'écran formait horizontalement et verticalement un angle visuel de 6° maximum.

La passation était individuelle. Le participant était invité à s'asseoir face à l'écran. L'expérimentateur lui indiquait brièvement le principe et le déroulement de l'expérience en insistant notamment sur la rapidité des images à identifier et sur l'oralité de la réponse à fournir. L'expérimentateur s'asseyait ensuite sur une autre table à côté du sujet afin d'enclencher le dispositif d'enregistrement et de prendre en note les réponses du sujet.

5. Paradigme expérimental

Le sujet lançait lui-même chaque séquence. Une séquence comprenait cinq écrans, centrés, successifs sur lesquels le participant ne pouvait intervenir (voir figure 22) :

- une croix de fixation (500 ms)
- un cadre de fixation (500 ms)
- l'objet à reconnaître (100 ms)
- le masque (500ms)
- puis un point d'interrogation (5 s) s'affichait le temps que le sujet donne sa réponse

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

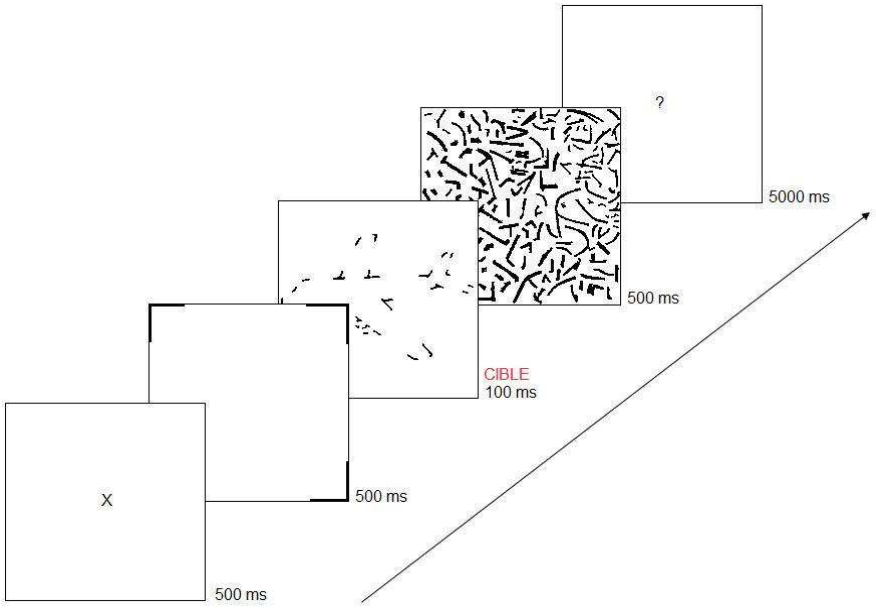


Figure 22 : Expérience 2 - Exemple de séquence des évènements pour un essai

6. Variables et plan expérimental

6.1 Variables indépendantes

Le plan expérimental comportait deux variables intra sujets et une variable inter sujets.

Les variables intra sujets concernaient les objets à reconnaître (O), comprenant vingt modalités, et le type de fragmentation (F), comportant deux modalités : avec jonctions (angles et indices 3D), ou avec éléments mi-segments.

Les vingt objets sous leurs deux types de fragmentation étaient donc présentés à chaque sujet. L'ordre de présentation était aléatoire pour chaque sujet.

La variable inter sujets était le type de masque (M) et comprenait deux modalités.

Ainsi, avec N=40, le plan expérimental était le suivant :

$S_{20}*O_{20}*F_2$ (M_2)

Deux groupes furent constitués comprenant chacun 20 participants (10 de chaque sexe).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

6.2 Variables dépendantes

Les deux variables dépendantes étaient :

- l'identification correcte ou non de l'objet (réponse verbale)
- le temps de réaction pour les identifications correctes (correspondant au délai temporel entre la fin de la diffusion de l'objet et le début de la réponse verbale du sujet)

7. Résultats

Pour cette expérience, deux variables dépendantes étaient testées :

- Le score du sujet, considéré comme une variable de Bernoulli dont les deux modalités étaient « échec » ou « réussite ».
- Le temps de réaction pour les identifications correctes, modélisés par une distribution de type log-normale.

Deux variables étaient automatiquement insérées dans chaque modèle :

- La variable « sujet » modélisée par la loi normale, notée (1|SUJET).
- La variable « ordre », considérée comme une mesure de temps numérique.

Les autres variables considérées étaient :

- Le facteur « objet » à 20 modalités (intra).
- La variable « compacité », à partir de l'indice de compacité calculé pour chaque objet (intra).
- Le facteur « type de fragmentation » à 2 modalités (intra).
- Le facteur « type de masque » à 2 modalités (inter).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

7.1 Analyse statistique du taux d'identifications correctes

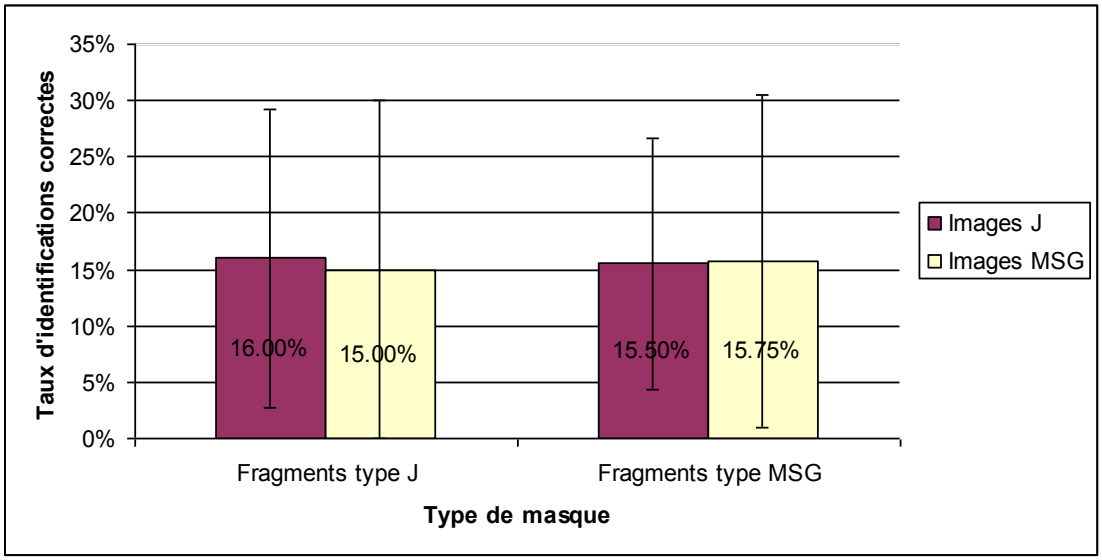


Tableau 11 : Expérience 2 - Taux d'identifications correctes selon le type d'objet et le type de masque

	logV	Ddl.	BIC
M1 : OBJET	**-454.42**	**22**	**1071.2**
M6 : OBJET+MASQUE	-454.31	23	1078.3
M5 : OBJET+FRAGMENTATION	-454.34	23	1078.4
M10 : FRAGMENTATION+MASQUE+OBJET	-454.23	24	1085.5
M17 : FRAGMENTATION*MASQUE+OBJET	-454.03	25	1092.5
M12 : OBJET*FRAGMENTATION	-431.09	42	1172.0
M21 : FRAGMENTATION*OBJET+MASQUE	-430.96	43	1179.2
M13 : OBJET*MASQUE	-444.80	42	1199.5
M19 : FRAGMENTATION+MASQUE*OBJET	-444.71	43	1206.7
M2 : Compacite	-602.87	4	1235.3
M8 : Compacite+MASQUE	-602.79	5	1242.5
M7 : Compacite+FRAGMENTATION	-602.84	5	1242.6
M14 : Compacite*FRAGMENTATION	-600.13	6	1244.5
M15 : Compacite*MASQUE	-602.74	6	1249.7
M11 : FRAGMENTATION+MASQUE+Compacite	-602.76	6	1249.8
M22 : FRAGMENTATION*Compacite+MASQUE	-600.04	7	1251.7
M18 : FRAGMENTATION*MASQUE+Compacite	-602.60	7	1256.8
M20 : FRAGMENTATION+MASQUE*Compacite	-602.71	7	1257.1
M0 :	-618.35	3	1258.8
M4 : MASQUE	-618.26	4	1266.0
M3 : FRAGMENTATION	-618.31	4	1266.1
M9 : FRAGMENTATION+MASQUE	-618.23	5	1273.3
M24 : FRAGMENTATION*Compacite*MASQUE	-599.79	10	1273.4
M16 : FRAGMENTATION*MASQUE	-618.06	6	1280.4
M23 : FRAGMENTATION*OBJET*MASQUE	-416.85	82	1438.7

Tableau 12 : Expérience 2 - Résumé des modèles testés (identifications correctes)

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Le meilleur modèle est donc le modèle 1, associant le score du sujet à la variable « sujet » comme modélisé par la loi normale, la variable « ordre » (avec une pente de + 0.051), et le facteur objet.

Ceci signifie que le meilleur modèle est celui comprenant uniquement l'effet du facteur « objet », ce qui implique notamment que :

- Le facteur « objet » permet une meilleure description des données que la variable « compacité ».
- Le type de fragmentation et le type de masque ne permettent pas de meilleure description des données et sont donc considérés comme inefficients.

7.2 Analyse statistique du temps de réaction pour les identifications correctes

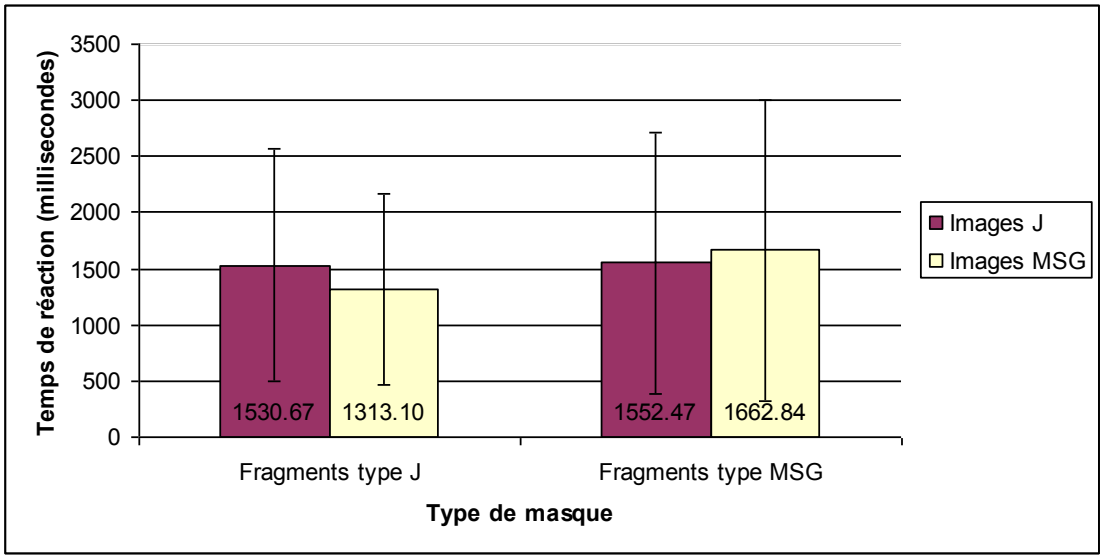


Tableau 13 : Expérience 2 - Temps de réaction moyen pour les identifications correctes selon le type d'objet et le type de masque

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

	logV	Ddl	BIC
M0 :	**-35,674**	**4**	**93,418**
M4 : compacite	-35,272	5	98,132
M1 : MASQUE	-35,308	5	98,203
M3 : FRAGMENTATION	-35,641	5	98,869
M8 : compacite+MASQUE	-34,918	6	102,941
M7 : compacite+FRAGMENTATION	-35,261	6	103,627
M9 : FRAGMENTATION+MASQUE	-35,271	6	103,646
M12 : compacite*FRAGMENTATION	-34,71	7	108,043
M11 : FRAGMENTATION+MASQUE+compacite	-34,904	7	108,431
M13 : compacite*MASQUE	-34,914	7	108,451
M14 : FRAGMENTATION*MASQUE	-35,068	7	108,758
M18 : FRAGMENTATION*compacite+MASQUE	-34,366	8	112,872
M16 : FRAGMENTATION*MASQUE+compacite	-34,707	8	113,553
M17 : FRAGMENTATION+MASQUE*compacite	-34,901	8	113,941
M19 : FRAGMENTATION*compacite*MASQUE	-34,169	11	129,031
M2 : OBJET	-28,999	21	173,865
M6 : OBJET+MASQUE	-28,751	22	178,887
M5 : OBJET+FRAGMENTATION	-28,993	22	179,371
M10 : FRAGMENTATION+MASQUE+OBJET	-28,743	23	184,388
M15 : FRAGMENTATION*MASQUE+OBJET	-28,454	24	189,327

Tableau 14 : Expérience 2 - Résumé des modèles testés (temps de réaction pour les identifications correctes)

Le meilleur modèle est donc le modèle 0. Le temps de réaction pour les identifications correctes est décrit de manière optimale par l'addition des variables :

- « sujet », modélisée par la loi normale,
- « ordre », avec une pente de -0.001.

Aucune des variables suivantes n'améliore donc les modèles : « objet », « compacité », type de « fragmentation », ou type de « masque ».

8. Discussion

Confirmation des résultats de l'expérience 1 : aucun effet du type de fragmentation

Ces résultats corroborent ceux des séquences simples de l'expérience 1 dans la mesure où aucun effet du type de fragmentation n'est observé. La mesure du temps de réaction, ainsi que la quantité plus importante d'images utilisées pour stimuli confirme et renforce la discordance de nos observations avec celles de Biederman (1987) ou Boucart et al (1995). L'interaction de la compacité avec le type de fragmentation s'avère lui aussi non significatif.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Toutefois, les taux et les temps d'identification sont proches d'un effet plancher (à l'instar des conditions « simples » de l'expérience 1, C1 et C2). La faible quantité de données à traiter incite donc à considérer avec prudence cette conclusion. Il est notable que nos conditions de présentations sont plus sévères à sur un plan temporel comparativement à Boucart et al (1995), et possiblement plus sévères au niveau du masquage comparativement Biederman (1987).

Effet du facteur « objet »

A instar de l'expérience 1, le facteur « objet » décrit mieux les données que la variable « compacité » pour les taux d'identification. Cet effet ne s'observe cependant pas au niveau des temps de réaction. La quantité supérieure de stimuli et la mesure du temps de réaction ne permet donc pas de mettre en évidence une identification des objets basé sur un critère perceptif visuel de forme globale de l'objet (Humphreys et al, 1988 ; Panis et al, 2008 ; Panis & Wagemans, 2009).

Absence d'effet de la structure du masque

Les résultats ne montrent aucun effet d'interaction entre la structure du masque et le type de fragmentation, que ce soit au niveau du taux d'identification ou du temps de réaction pour les identifications correctes. Par conséquent, l'hypothèse d'une interaction entre la structure du masque (Turvey, 1973) et le type de fragmentation peut être rejetée.

Conclusion

Nos résultats sont donc de nature à alimenter le débat controversé sur la supériorité des angles et des éléments 3D en tant qu'indices servant à l'identification d'objets (Biederman, 1987 ; Boucart et al, 1995), et vont également à l'encontre de l'hypothèse opposée selon laquelle les éléments mi-segments seraient plus pertinents (Kennedy & Domander, 1985 ; Gaillard et al, 1996). L'hypothèse d'interaction entre le type de fragmentation opérée sur les objets et un indice de compacité calculé sur la base de la forme globale de l'objet (indépendamment du type de fragmentation) (Panis et al, 2008 ; Panis & Wagemans, 2009) n'est pas non plus confirmée ici.

Ni la composition spectrale du masque, ni la structure de celui-ci ne peuvent être avancés en tant que biais expérimentaux favorisant un type de fragmentation plutôt qu'un autre. Par

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

conséquent, l'explication des résultats contradictoires quant à cette question ne paraît pas résider dans ces deux niveaux de description des interactions entre cible et masque.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Expérience 3 : Effet d'amorçage non masqué dans une tâche d'identification d'objets fragmentés

1. Introduction

Les résultats de l'expérience 1 soutenaient le caractère strictement quantitatif du traitement du contour lors de la tâche d'identification d'images d'objets. L'expérience 2 démontrait que l'interaction du type de fragmentation avec des phénomènes de masquage, à un niveau de description fréquentiel ou structural, ne pouvait être impliquée comme biais interprétatif aux effets d'amorçage qualitatifs observés dans la littérature.

L'expérience 3 poursuivait donc le double objectif de ce travail, à savoir déterminer les zones du contour revêtant une plus grande importance dans le processus de structuration de la forme, et explorer le caractère conscient ou non conscient de leur traitement.

Pour réaliser ces objectifs, l'expérience 3 reprenait donc le paradigme initial de l'expérience 1, en y apportant les perfectionnements nécessaires décrits dans la discussion de l'expérience 1 qui seront détaillés plus bas :

- mesure du temps de réaction verbal
- augmentation du nombre de stimuli (26 objets seront utilisés lors de la phase expérimentale de cette troisième étude)
- insertion de la variable « type de fragmentation » en tant que variable intra sujet
- aléatorisation intégrale des essais
- modification du paradigme en mesurant l'impact des images amorces J et MSG sur une image « neutre »
- insertion d'une tâche « directe » de détection consciente de l'amorce

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Outre une mesure plus fiable des hypothèses déjà mises à l'épreuve dans l'expérience 1 (effet de la quantité de contour présenté, effet d'amorçage selon le type de fragmentation), ces modifications devaient permettre notamment de tester l'hypothèse d'interaction de l'indice de compacité de la forme avec le type de fragmentation (Panis & Wagemans, 2009), et de déterminer le caractère conscient ou non conscient des traitements impliqués.

Tâche indirecte et directe de perception des amorces

Compte tenu des particularités de notre paradigme expérimental, la tâche directe ne pouvait remplir l'ensemble des conditions de Schmidt et Vorberg (2006), et ce pour plusieurs raisons.

Pour les conditions de notre tâche indirecte, cible et amorce représentent des parties, différentes ou non, d'un même objet, que le sujet a pour consigne d'identifier. La deuxième « règle » de Schmidt et Vorberg suggèrerait de demander au sujet d'effectuer également une dénomination de l'amorce lors de la tâche directe. Ce choix s'avèrerait cependant une mesure peu fiable de la perception consciente de l'amorce, puisque la cible représente le même objet : le sujet pourrait donc se baser sur la cible pour répondre correctement, sans se préoccuper de l'amorce.

Une manière de contourner le problème serait de proposer en amorce des objets différents de ceux placés en cible, le sujet ayant pour tâche d'identifier l'objet présenté en amorce. Cette solution comporte en premier lieu l'inconvénient majeur d'aller à l'encontre de la première condition de Schmidt et Vorberg (les stimuli doivent être identiques dabs les deux tâches), puisque les séquences ne seraient donc pas les mêmes dans les tâches directe et indirecte. En second lieu, les expériences sur le phénomène de conscience partielle menées par Kouider et Dupoux (2004) soulignent que ne pas parvenir à identifier l'amorce ne signifie pas pour autant que le sujet n'a nullement accès à certaines des caractéristiques du stimulus amorce.

En ce sens, à un niveau plus théorique, le caractère sémantique ou strictement visuel de l'effet potentiellement engendré par les amorces utilisées dans notre expérience demeure ambigu, puisqu'il n'est nullement nécessaire au sujet d'accéder sémantiquement à l'identité de l'amorce pour obtenir une facilitation sur la cible. L'explication de cette facilitation pourra se limiter aux caractéristiques visuelles de l'amorce, via un effet strictement quantitatif (en cas supériorité des conditions avec amorce complémentaire *versus* condition neutre) et/ou qualitatif (si une des deux conditions avec amorce complémentaire montre un meilleur effet d'amorçage que l'autre). Une tâche d'identification de l'amorce ne paraît donc pas la plus appropriée.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

C'est pourquoi la tâche directe choisie fut une tâche de détection de la présence ou de l'absence d'amorce, à l'image de ce que Dehaene et al (1998) ont réalisé pour vérifier la non conscience de nombres amorces (pendant la tâche directe, 50% des cibles étaient précédées d'un écran blanc). Concrètement, les stimuli présentés au cours de cette tâche directe consistaient en 1) la rediffusion de toutes les séquences déjà proposées lors de la tâche indirecte, 2) la présentation d'un nombre équivalent de séquences où l'image amorce était remplacée par un écran blanc

L'expérience 3 se déroulait donc en deux temps :

- La première partie (A) consistait en une épreuve d'identification d'images d'objets avec amorçage : cette étape constituait une tâche indirecte de perception des amorces.
- La seconde partie (B) visait à évaluer la capacité des participants à détecter les images amorces : il s'agissait d'une tâche directe de perception des amorces.

Chaque sujet passait les deux parties de l'expérience. Conformément aux préconisations de Holender (1986), Holender et Duscherer (2005), ou Schmidt et Vorberg (2006), l'ordre de passation de ces étapes était identique pour chaque sujet, c'est-à-dire : A) tâche indirecte, B) tâche directe

2. Expérience 3A : identification des objets par amorçage (tâche indirecte)

2.1 Participants

Vingt étudiants (19 femmes, 1 homme), inscrits en deuxième année de Licence de Psychologie à l'Université de Rennes 2 ont participé à cette expérience. Tous avaient une vue normale ou corrigée à la normale.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

2.2 Matériel

2.2.1 Images

Les stimuli utilisés pour cette expérience consistaient en 29 images dessinées en trait noir et présentés sur un fond blanc, désignant des « objets » de natures diverses (voir annexe 6) : meubles, outils, moyen de locomotion, animaux, etc… Les deux tiers de ces images ont été extraits de Biederman (1987). Le choix et la conception des autres images furent effectués de manière à s'apparenter au plus près des images utilisées par Biederman, notamment par leur caractère décomposable en termes d'entités volumétriques et la présence d'indices de tridimensionnalité (Boucart et al, 1995). Trois de ces images (bureau, perceuse, bateau) étaient présentées au sujet en tant qu'exemples.

Une nouvelle fois, ces images ont été fragmentées par un procédé très proche de celui de Biederman (1987), de façon à obtenir trois type de fragmentation pour chaque objet, en veillant à ce que :

- Chaque type fragmentation d'un objet contienne la même quantité de contour que les autres types de fragmentations du même objet
- Chaque type de fragmentation d'un objet présente des parties du contour non contenues au sein des autres types de fragmentations du même objet

Chaque image originale d'objet a été divisée en trois : chacune de ses représentations contenait donc 33.33% du contour total de l'image. Pour chaque objet, trois types de fragmentation ont donc été obtenus (voir figure 23) :

- Une image de type J, présentant 33.33% du contour total de l'image originale à partir des points de jonctions : ces images contenaient donc les angles et les indices de tridimensionnalité.
- Une image de type MSG, présentant 33.33% du contour total de l'image originale à partir de mi-segment.
- Une image de type C (pour « cible ») présentant les 33.33% du contour total de l'image originale restant. Cette image servait à la fois de cible et d'amorce « neutre ».

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

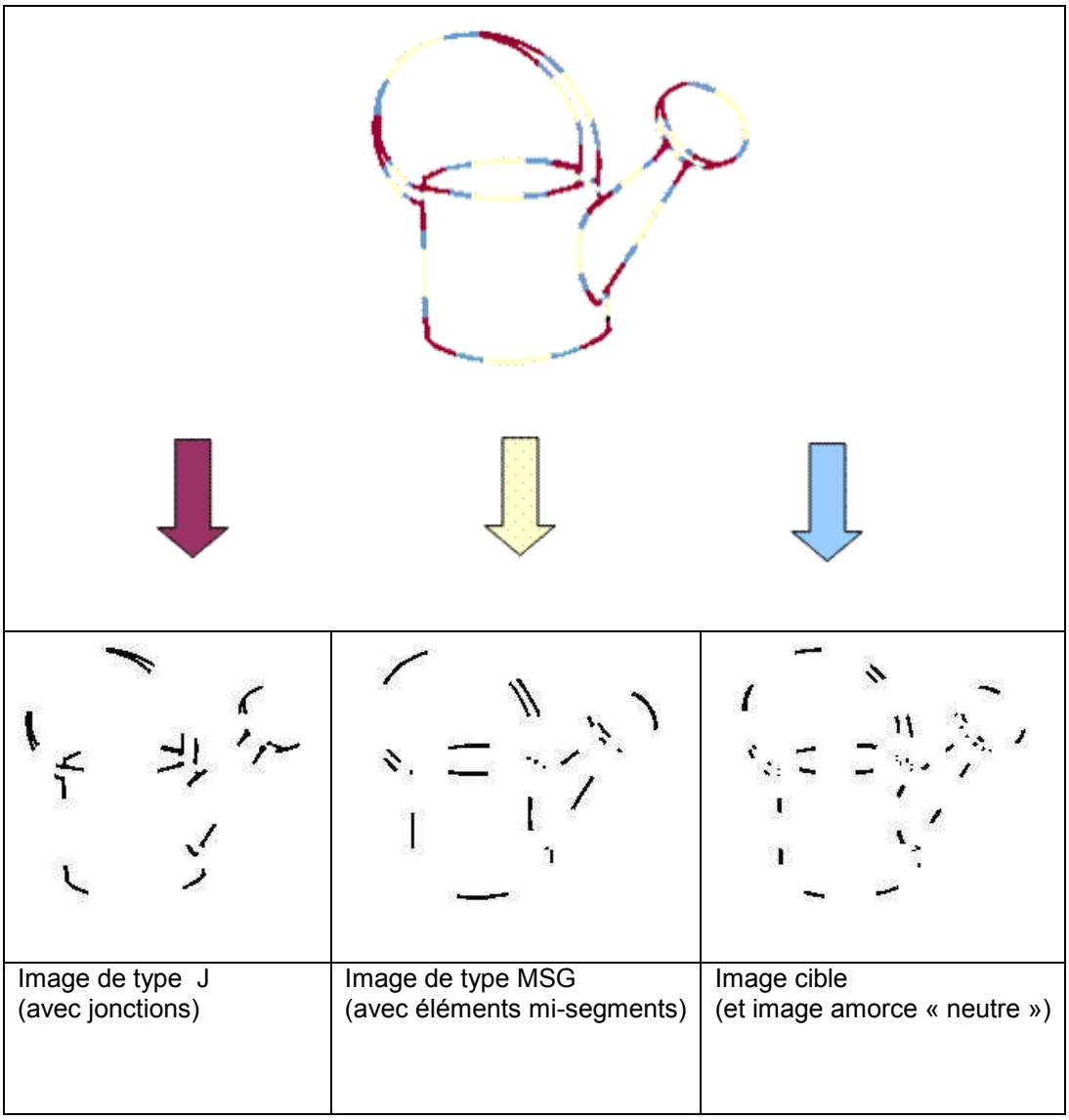


Figure 23: Expérience 3 - Exemple de fragmentation d'une image originale en trois représentations distinctes contenant la même quantité de contour

2.2.2 Masque

Le masque utilisé était censé engendrer un masquage « par structure » (Breitmeyer & Ganz, 1976 ; Delord, 1998) (voir figure 24). Il était donc composé d'éléments de chaque fragmentation de chaque objet disposés de manière aléatoire au sein du masque (afin d'éviter les effets de superposition avec la cible).

La variété des stimuli et des paradigmes étudiés ne permet pas de réutiliser une règle préétablie extrêmement précise pour constituer ce genre de masque. La méthode utilisée résulte donc d'un choix de l'expérimentateur.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Pour chaque objet, la quantité d'éléments à insérer dans le masque était déterminée avec la méthode suivante :

- À partir de l'image de type J, une jonction de chaque type était aléatoirement extraite (jonction en L, T, Y ou en flèche) lorsque cela était possible, et toutes étaient insérées dans le masque.
- En fonction du nombre de segments de contour extrait pour la fragmentation de type J, l'équivalent était aléatoirement extrait des images de type MSG et cible et inséré au sein du masque.

Par exemple : pour un même objet, une jonction en L (issue de son image J) représente l'intersection de deux segments ≈ un élément mi segment (issu de son image MSG) ≈ deux éléments de son image cible.



Figure 24 : Expérience 3 - Masque

Cette méthode peut comporter certains défauts, comme celui de ne pas présenter la même quantité de contour en fonction du type de fragmentation pour un objet donné. Ce défaut est normalement contrebalancé par le caractère aléatoire du choix des éléments. L'essentiel étant que le masque contienne des éléments de nature diverses en quantité comparable.

2.3 Procédure

L'expérience était pilotée par ordinateur, via le logiciel *E-Prime*. L'ordinateur portable utilisé était de type Intel Core 2 Duo CPU 2.26GHz, avec 1.95 Go de RAM, équipé d'un écran 15 pouces (résolution : 1280 par 800 pixels). Un microphone *Zoom H2*, permettait l'enregistrement des temps de réaction. À une distance d'observation d'environ 50 centimètres, la taille angulaire des objets et du masque à l'écran formait horizontalement et verticalement un angle visuel de 6° maximum.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

La passation était individuelle. L'expérience se déroulait dans une pièce sombre. Lorsque le sujet était installé, assis face à l'ordinateur, l'expérimentateur décrivait brièvement le déroulement de l'expérience, en insistant notamment sur le fait que l'expérience comportait deux parties. L'expérimentateur présentait la tâche comme consistant à identifier des images présentées pendant des temps très courts. L'expérimentateur s'asseyait à une table située sur la gauche du participant, une cloison limitait le contact visuel entre le participant et l'expérimentateur. L'expérimentateur restait aux côtés du participant durant toute la première partie (A) de l'expérience, de façon à enclencher le dispositif d'enregistrement du temps de réaction.

Une consigne, présentée à l'écran, détaillait au participant la tâche à effectuer (le participant passait séquentiellement d'un écran à l'autre en pressant sur la barre d'Espace). Pour la phase A, notamment :

- Le caractère fragmentaire des images à identifier était clairement explicité, de même que la présence d'une image masque à la fin de chaque séquence.
- En revanche, la présence d'amorce n'était pas mentionnée.
- La consigne encourageait le sujet à répondre le plus rapidement possible, même sans être absolument certain de sa réponse.
- Trois exemples de séquences (bureau, perceuse, et bateau) avec *feedback* contenant la bonne réponse était proposés.

2.4 Paradigme expérimental

Le paradigme de Dell'Acqua et Grainger (1999), figurant parmi les rares ayant mis en évidence l'influence non consciente d'une image subliminale sur la base de mesures comportementales, a servi de référence pour la construction de la séquence des évènements pour chaque essai. Chaque séquence était précédée d'un écran où apparaissait le mot « Image » (2000 ms), de façon à ce que le sujet puisse se préparer à l'apparition des stimuli[16]. Par la suite, la séquence des évènements, au centre de l'écran, était la suivante (voir figure 25) :

- une croix de fixation au centre de l'écran (500 ms)

[16] Un signal sonore d'une durée de 200 ms était ensuite émis. Ce signal sonore, que le participant ne pouvait entendre, servait de référence à l'expérimentateur pour collecter le temps de réaction verbal du participant (voir annexe 6).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

- un écran blanc*[17] (100 ms)
- une image amorce (17 ms)
- un écran blanc (17 ms)
- un écran blanc* (17 ms)
- une image cible (100 ms)
- un masque (500 ms)
- Puis un point d'interrogation s'affichait au centre de l'écran. Le sujet bénéficiait alors de 5000 ms pour donner sa réponse, avant qu'une nouvelle séquence débute.

La cible était donc systématiquement une image de type « C ». Celle-ci était précédée d'une amorce représentant le même objet, présenté sous sa forme de type « J », « MSG » ou « C ». Le temps de réponse à une cible précédée d'une amorce est indépendant de la perception consciente de l'amorce (Fehrer & Raab, 1962 ; Fehrer & Biederman, 1962 ; Lachter & Durgin, 1999). Un sujet répond donc plus rapidement lorsque l'indice auquel il doit répondre est précédé d'une amorce subliminale, comparativement à une condition sans amorce. Il convient donc d'introduire une condition contrôle dans laquelle l'amorce subliminale utilisée est « neutre ».

Chaque objet était donc présenté trois fois. L'ordre de présentation des 78 essais était aléatoire. L'expérience durait approximativement 13 minutes.

[17] Ce dispositif s'inspirant très fortement de celui de Dell'Acqua et Grainger (1999), la présence des écrans blancs notés par un astérisque (*) se justifie par le fait que dans les expériences suivantes (4A et 4B), ils seront remplacés par des masques.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

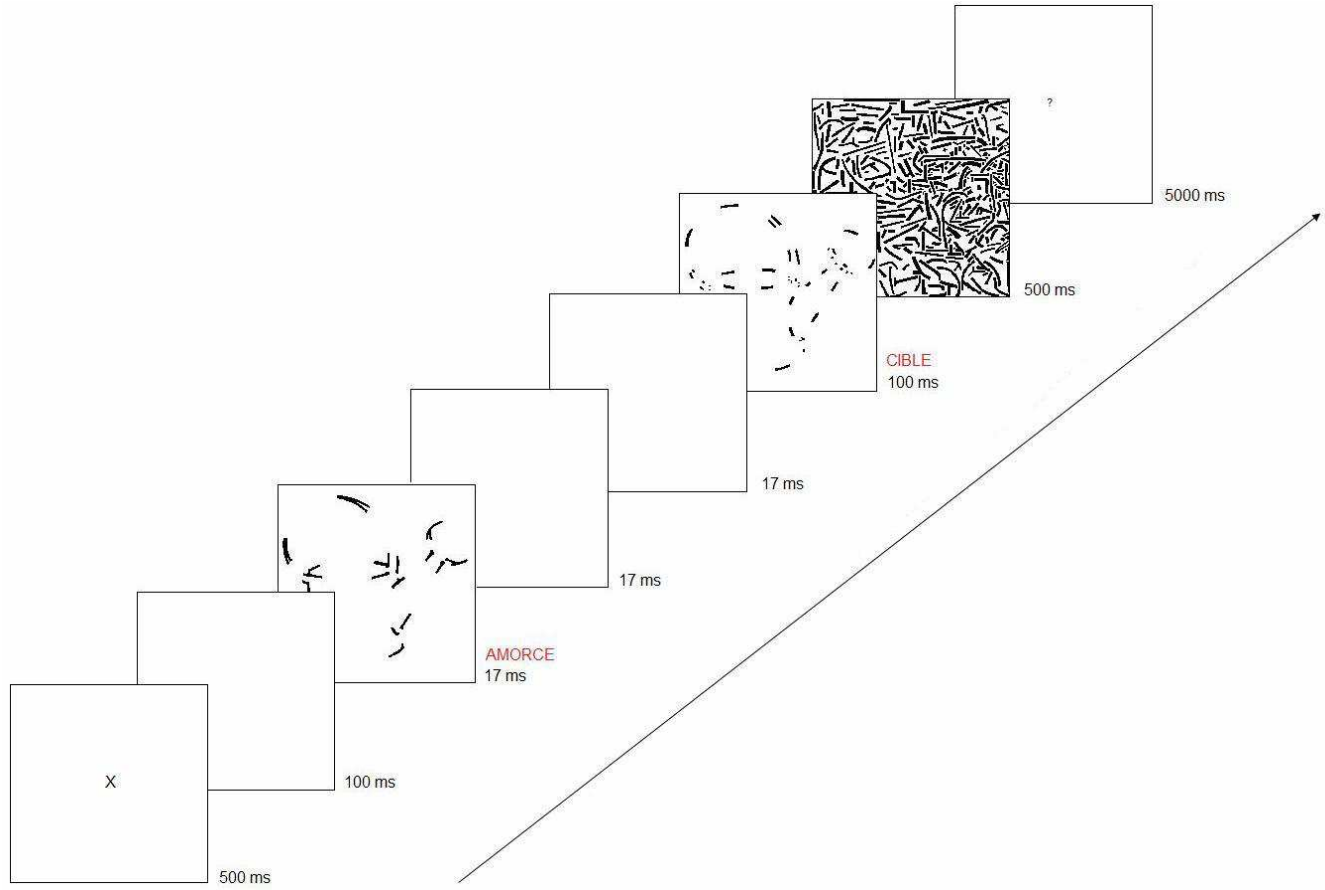


Figure 25 : Expérience 3A - Exemple de séquence des évènements pour un essai

Pour l'expérience 3B, l'amorce était remplacée dans 50% des cas par un écran blanc d'une durée identique (17 ms).

2.5 Variables et plan expérimental

2.5.1 Variables indépendantes

L'expérience comprenait donc deux variables indépendantes intra sujets :

- Le nombre d'objets (O), qui comprenait 26 modalités.
- Le type de fragmentation de l'image amorce (F), comprenant trois modalités :
  - Amorce de type J
  - Amorce de type MSG

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

- Amorce identique à la cible (C) : cette condition peut être considérée comme une condition contrôle puisque dans ce cas, cible et amorce étaient rigoureusement identiques.

Avec vingt sujets, le plan expérimental était donc le suivant :

$S_{20}*O_{26}*F_3$

2.5.2 Variables dépendantes

La consigne demandait au participant de dénommer oralement l'objet présenté, et ce le plus rapidement possible après la présentation de l'image. Deux variables dépendantes étaient donc considérées :

- Le taux d'identifications correctes
- Les temps de réaction pour les réponses correctes (correspondant au délai entre le début de l'apparition de l'amorce et le début de la réponse verbale du sujet).

3. Expérience 3B : test de détection des amorces (tâche directe)

3.1 Participants

Les participants de cette partie 3B étaient les mêmes que ceux de la partie 3A.

3.2 Matériel

Les stimuli utilisés dans la partie 3B étaient identiques à ceux de la partie 3A.

3.3 Procédure

Au terme de la première partie de l'expérience, l'expérimentateur lançait le programme de la deuxième partie (B) sur l'ordinateur, puis introduisait brièvement la tâche au participant. Celui-ci pouvant réaliser la phase B sans que la présence de l'expérimentateur soit indispensable, l'expérimentateur se retirait.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Une consigne, présentée à l'écran, détaillait au participant la tâche à effectuer (le participant passait séquentiellement d'un écran à l'autre en pressant sur la barre d'Espace). Celle-ci révélait notamment explicitement la présence d'amorces au cours de la première partie.

3.4 Paradigme expérimental

La séquence des évènements pour chaque essai de l'expérience 3B était donc identique à celle de l'expérience 3A. Toutefois, cette partie 3B de l'expérience comprenait en plus 78 essais où l'amorce était remplacée par un écran blanc d'une durée identique (17 ms).

Les participants étaient donc confrontés à 156 essais, présentés dans un ordre aléatoire. Cette partie de l'expérience durait approximativement 12 minutes.

3.5 Variables et plan expérimental

3.5.1 Variables indépendantes

L'expérience comprenait donc trois variables indépendantes intra sujets :

- Le nombre d'objets (O): cette variable comprenait 26 modalités.
- Le type de fragmentation de l'image amorce (F), comprenant trois modalités :
  - Amorce de type J
  - Amorce de type MSG
  - Amorce de type C, identique à la cible (condition contrôle)
- Le type de séquence (E), comprenant deux modalités :
  - Présence d'image amorce
  - Absence d'image amorce

Avec vingt sujets, le plan expérimental était donc le suivant :

$S_{20}*O_{26}*P_3*E_2$

3.5.2 Variables dépendantes

La consigne demandait au participant de d'évaluer la présence ou l'absence d'une image amorce précédant l'image cible, sans restriction de temps :

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

- Le sujet avait pour consigne de presser la touche A du clavier lorsqu'il estimait qu'il n'y avait pas d'image amorce (image « Absente »).
- Le sujet avait pour consigne de presser la touche P du clavier, lorsqu'il estimait qu'il y avait une image amorce (image « Présente »).

4. Résultats

Contrairement à l'ordre de passation des tâches par les sujets, la logique de restitution des résultats des expériences 3A et 3B est inversée : les résultats de l'expérience 3B précèderont ceux de l'expérience 3A. Le traitement des données de l'expérience 3A est en effet susceptible d'être modifiée par les résultats de l'expérience 3B.

4.1 Expérience 3B : analyse des *d'*

Les réponses des sujets à la tâche directe de perception des amorces ont été analysées selon les quatre situations de la théorie de la détection du signal (Bagot, 1999) (e calcul de l'indice *d'* permet de déterminer les capacités de discrimination du sujet) :

- "Détection Correcte (DC)", correspond à la réponse "P" (« présente ») donnée par les participants lorsqu'une image amorce est insérée avant l'image cible ;
- "Omission (O)", correspond à la réponse "A" (« absente ») donnée par les participants lorsqu'une image amorce est insérée avant l'image cible.
- "Fausse Alarme (FA)", correspond à la réponse "P" donnée par les participants lorsque aucune image amorce n'était insérée avant l'image cible.
- "Rejet Correct (RC)", correspond à la réponse "A" donnée par les participants lorsque aucune image amorce n'était insérée avant l'image cible.

L'évaluation de la significativité du *d'* s'effectue de manière différentes selon les études et les auteurs : le test T de Student, par comparaison avec la moyenne nulle (Dell'Acqua et Grainger, 1999), ou le test du KHI-CARRE (Dehaene et al, 1998) ont par exemple été utilisés. Nous avons soumis nos données au test de KHI-CARRE afin d'observer ou non leur congruence.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

d' = 0,915966826		**Stimulation**	
		Signal + Bruit	Bruit
Réponse	*Oui*	69,55 DC	34,29 FA
	Non	30,45 O	65,71 RC

Tableau 15: Expérience 3B - Capacité de discrimination des sujets selon la TDS

La mesure directe de détection des amorces aboutit à un *d'* moyen de 0,915966826. Le test de KHI-CARRE indique que la capacité de discrimination des sujets était significativement différente de 0 : χ^2 = 0,084, *p*>.0001 (ddl=1).

Toutefois, la soumission de la significativité des indices *d'* individuels de chaque sujet au test de KHI-CARRE, montrait que neuf sujets sur vingt faisaient preuve d'une mauvaise capacité de discrimination (*d'* proches ou inférieurs à 0) (voir annexe 4).

L'objectif de l'expérience 3 était d'évaluer des effets d'amorçage « conscient » dans une tâche d'identification d'objets. Bien que les conditions de présentation des amorces dans cette tâche étaient censés permettre une détection relativement aisée des amorces, l'observation des *d'* individuels indique une certaine hétérogénéité inter sujets concernant cette capacité. Dans la mesure où le critère opérationnel de « conscience » des amorces se basait sur les capacités de détection des amorces par sujets lors de l'expérience 3B, il paraît donc envisageable de séparer les données des sujets en deux groupes en fonction de leur capacité de discrimination des amorces :

- Un groupe de sujets dont la capacité de détection des amorces des sujets est élevée
- Un groupe de sujets dont la capacité de détection des amorces des sujets est faible ou proche de 0.

4.2 Expérience 3A : analyse statistique des résultats

Pour cette expérience, deux variables dépendantes étaient testées :

- Le score du sujet, considéré comme une variable de Bernoulli dont les deux modalités étaient « échec » ou « réussite ».

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

- Le temps de réaction pour les identifications correctes, modélisés par une distribution de type log-normale.

Deux variables étaient automatiquement insérées dans chaque modèle :

- La variable « sujet » modélisée par la loi normale, notée (1|SUJET).
- La variable « ordre », considérée comme une mesure de temps numérique.

Les autres variables considérées étaient :

- Le facteur « objet » à 26 modalités (intra).
- La variable « compacité », à partir de l'indice de compacité calculé pour chaque objet (intra).
- Le facteur « type de fragmentation » de l'amorce à 3 modalités (intra) ainsi que les regroupements que ces modalités permettaient d'effectuer.
- Le facteur « DPRIME », à deux modalités (élevé ou faible), attaché à chaque sujet selon leur score de *d'* obtenu lors de l'expérience 3B, permettant de tester l'impact des capacités de détection des amorces par les sujets sur les effets observés (inter).

4.2.1 Analyse statistique du taux d'identifications correctes

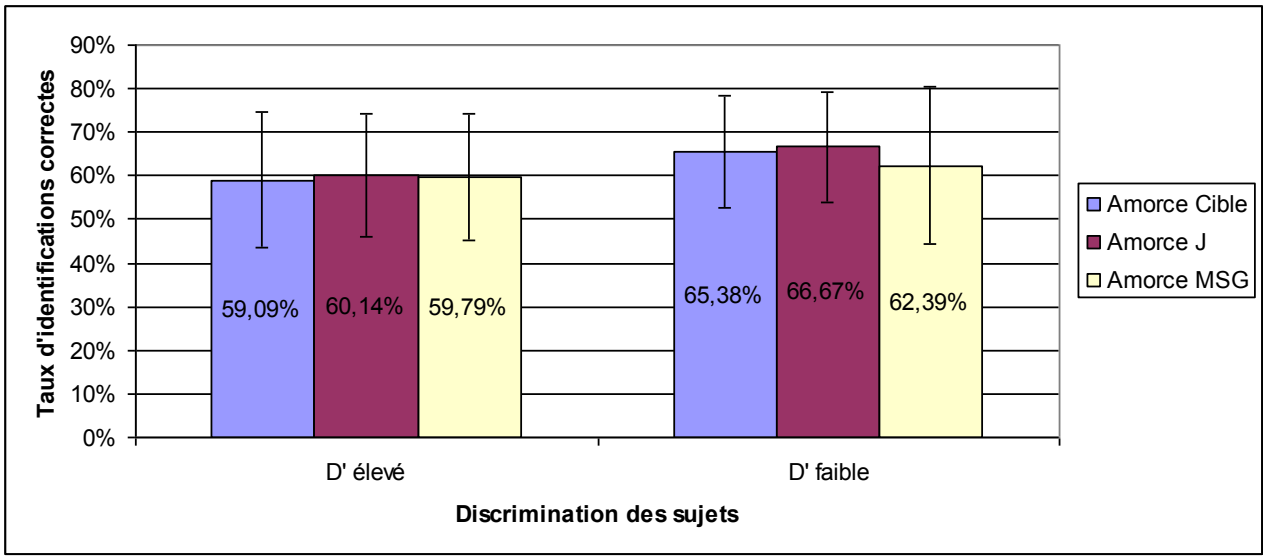


Tableau 16 : Expérience 3A - Taux d'identifications correctes selon le type d'amorce et les capacités de discrimination des sujets

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Le tableau suivant résume l'ensemble des modèles testés en les disposant de manière décroissante quant à leur pertinence (c'est-à-dire de manière croissante quant à leur BIC).

	logV	Ddl.	BIC
M5 : OBJET	**-718.62**	**28**	**1643.1**
M16 : DPRIME+OBJET	-718.31	29	1649.8
M14 : CMSG *versus* J+OBJET	-718.33	29	1649.9
M10 : CJ *versus* MSG+OBJET	-718.41	29	1650.0
M12 : JMSG *versus* C+OBJET	-718.62	29	1650.5
M28 : DPRIME+CMSG *versus* J+OBJET	-718.01	30	1656.6
M22 : DPRIME+CJ *versus* MSG+OBJET	-718.10	30	1656.8
M8 : FRAGMENTATION+OBJET	-718.28	30	1657.1
M25 : DPRIME+JMSG *versus* C+OBJET	-718.30	30	1657.2
M44 : DPRIME*CJ *versus* MSG+OBJET	-717.42	31	1662.8
M50 : DPRIME*CMSG *versus* J+OBJET	-717.82	31	1663.6
M19 : DPRIME+FRAGMENTATION+OBJET	-717.96	31	1663.8
M47 : DPRIME*JMSG *versus* C+OBJET	-718.15	31	1664.2
M41 : DPRIME*FRAGMENTATION+OBJET	-717.29	33	1677.2
M38 : DPRIME*OBJET	-694.77	54	1786.6
M66 : CMSG *versus* J+DPRIME*OBJET	-694.45	55	1793.3
M62 : CJ *versus* MSG+DPRIME*OBJET	-694.54	55	1793.5
M64 : JMSG *versus* C+DPRIME*OBJET	-694.76	55	1793.9
M60 : FRAGMENTATION+DPRIME*OBJET	-694.40	56	1800.5
M32 : CJ *versus* MSG*OBJET	-705.94	54	1808.9
M34 : JMSG *versus* C*OBJET	-709.22	54	1815.5
M54 : DPRIME+CJ *versus* MSG*OBJET	-705.63	55	1815.6
M36 : CMSG *versus* J*OBJET	-709.86	54	1816.8
M56 : DPRIME+JMSG *versus* C*OBJET	-708.91	55	1822.2
M58 : DPRIME+CMSG *versus* J*OBJET	-709.54	55	1823.5
M6 : Compacite	-966.92	4	1963.3
M17 : DPRIME+Compacite	-966.59	5	1969.9
M11 : CJ *versus* MSG+Compacite	-966.74	5	1970.2
M15 : CMSG *versus* J+Compacite	-966.72	5	1970.2
M13 : JMSG *versus* C+Compacite	-966.92	5	1970.6
M39 : DPRIME*Compacite	-965.03	6	1974.2
M23 : DPRIME+CJ *versus* MSG+Compacite	-966.40	6	1976.9
M29 : DPRIME+CMSG *versus* J+Compacite	-966.38	6	1976.9
M26 : DPRIME+JMSG *versus* C+Compacite	-966.59	6	1977.3
M9 : FRAGMENTATION+Compacite	-966.66	6	1977.4
M37 : CMSG *versus* J*Compacite	-966.64	6	1977.4
M33 : CJ *versus* MSG*Compacite	-966.74	6	1977.6
M35 : JMSG *versus* C*Compacite	-966.81	6	1977.7
M67 : CMSG *versus* J+DPRIME*Compacite	-964.83	7	1981.1
M63 : CJ *versus* MSG+DPRIME*Compacite	-964.85	7	1981.2
M65 : JMSG *versus* C+DPRIME*Compacite	-965.03	7	1981.5
M45 : DPRIME*CJ *versus* MSG+Compacite	-966.00	7	1983.5
M51 : DPRIME*CMSG *versus* J+Compacite	-966.26	7	1984.0
M20 : DPRIME+FRAGMENTATION+Compacite	-966.33	7	1984.1
M59 : DPRIME+CMSG *versus* J*Compacite	-966.31	7	1984.1
M55 : DPRIME+CJ *versus* MSG*Compacite	-966.40	7	1984.3
M57 : DPRIME+JMSG *versus* C*Compacite	-966.48	7	1984.4
M48 : DPRIME*JMSG *versus* C+Compacite	-966.50	7	1984.5
M30 : FRAGMENTATION*OBJET	-698.24	80	1984.7
M61 : FRAGMENTATION+DPRIME*Compacite	-964.77	8	1988.4
M52 : DPRIME+FRAGMENTATION*OBJET	-697.93	81	1991.4
M31 : FRAGMENTATION*Compacite	-966.54	8	1991.9
M42 : DPRIME*FRAGMENTATION+Compacite	-965.92	9	1998.0
M53 : DPRIME+FRAGMENTATION*Compacite	-966.20	9	1998.6
M71 : DPRIME*CJ *versus* MSG*Compacite	-964.40	10	2002.3
M75 : DPRIME*CMSG *versus* J*Compacite	-964.60	10	2002.7

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

M0 :	-990.53	3	2003.1
M73 : DPRIME*JMSG *versus* C*Compacite	-964.83	10	2003.2
M7 : DPRIME	-990.20	4	2009.8
M4 : CMSG *versus* J	-990.34	4	2010.1
M2 : CJ *versus* MSG	-990.37	4	2010.2
M3 : JMSG *versus* C	-990.53	4	2010.5
M21 : DPRIME+CJ *versus* MSG	-990.03	5	2016.8
M27 : DPRIME+CMSG *versus* J	-990.00	5	2016.8
M24 : DPRIME+JMSG *versus* C	-990.20	5	2017.2
M1 : FRAGMENTATION	-990.29	5	2017.3
M43 : DPRIME*CJ *versus* MSG	-989.64	6	2023.4
M49 : DPRIME*CMSG *versus* J	-989.88	6	2023.9
M18 : DPRIME+FRAGMENTATION	-989.96	6	2024.0
M46 : DPRIME*JMSG *versus* C	-990.12	6	2024.3
M69 : DPRIME*FRAGMENTATION*Compacite	-964.19	14	2031.3
M40 : DPRIME*FRAGMENTATION	-989.56	8	2037.9
M70 : DPRIME*CJ *versus* MSG*OBJET	-676.95	106	2133.3
M72 : DPRIME*JMSG *versus* C*OBJET	-679.04	106	2137.4
M74 : DPRIME*CMSG *versus* J*OBJET	-680.48	106	2140.3
M68 : DPRIME*FRAGMENTATION*OBJET	-662.95	158	2487.6

Tableau 17 : Expérience 3A - Résumé des modèles testés (identifications correctes)

Le meilleur modèle est le modèle 5, incluant les variables :

- « sujet », modélisée par la loi normale,
- « ordre » de présentation (pente de +0.020),
- et le facteur « objet ».

Une fois encore, le meilleur modèle est celui ne comprenant que le facteur « objet », ce qui signifie notamment que :

- Le facteur « objet » permet une meilleure description des données que la variable « compacité ».
- Le type de fragmentation n'a aucun effet sur le taux d'identifications correctes.
- Les résultats sont les mêmes quelles que soient les capacités de détections des amorces des sujets.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

4.2.2 Analyse statistique du temps de réaction pour les identifications correctes

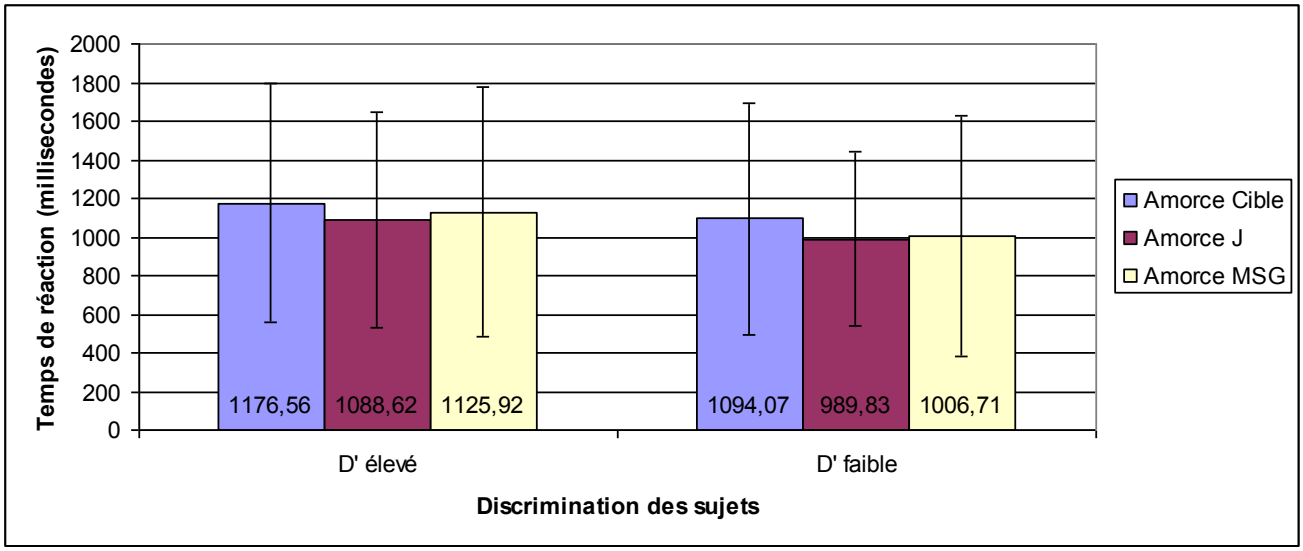


Tableau 18 : Expérience 3A - Temps de réaction moyen pour les identifications correctes selon le type d'amorce selon les capacités de discrimination des sujets

Le tableau suivant résume l'ensemble des modèles testés en les disposant de manière décroissante quant à leur pertinence (c'est-à-dire de manière croissante quant à leur BIC).

	loJV	Ddl	BIC
M0 :	**-80,458**	**4**	**188,41**
M6 : DPRIME	-79,84	5	194,05
M3 : JMSG *versus* C	-79,976	5	194,32
M4 : CMSG *versus* J	-80,288	5	194,95
M2 : CJ *versus* MSG	-80,379	5	195,13
M7 : Compacite	-80,446	5	195,26
M16 : JMSG *versus* C+DPRIME	-79,352	6	199,95
M19 : CMSG *versus* J+DPRIME	-79,674	6	200,59
M13 : CJ *versus* MSG+DPRIME	-79,756	6	200,76
M21 : Compacite+DPRIME	-79,832	6	200,91
M15 : JMSG *versus* C+Compacite	-79,963	6	201,17
M1 : FRAGMENTATION	-79,971	6	201,19
M18 : CMSG *versus* J+Compacite	-80,275	6	201,8
M12 : CJ *versus* MSG+Compacite	-80,366	6	201,98
M35 : JMSG *versus* C*DPRIME	-79,335	7	206,79
M27 : JMSG *versus* C+Compacite+DPRIME	-79,342	7	206,8
M10 : FRAGMENTATION+DPRIME	-79,348	7	206,82
M29 : CMSG *versus* J+Compacite+DPRIME	-79,665	7	207,45
M37 : CMSG *versus* J*DPRIME	-79,671	7	207,46
M33 : CJ *versus* MSG*DPRIME	-79,72	7	207,56
M25 : CJ *versus* MSG+Compacite+DPRIME	-79,747	7	207,61
M38 : Compacite*DPRIME	-79,822	7	207,76
M9 : FRAGMENTATION+Compacite	-79,957	7	208,03
M34 : JMSG *versus* C*Compacite	-79,963	7	208,04

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

M36 : CMSG *versus* J*Compacite	-80,275	7	208,67
M32 : CJ *versus* MSG*Compacite	-80,366	7	208,85
M48 : JMSG *versus* C*DPRIME+Compacite	-79,325	8	213,64
M53 : JMSG *versus* C+DPRIME*Compacite	-79,333	8	213,66
M23 : FRAGMENTATION+Compacite+DPRIME	-79,338	8	213,67
M41 : JMSG *versus* C*Compacite+DPRIME	-79,342	8	213,68
M54 : CMSG *versus* J+DPRIME*Compacite	-79,656	8	214,3
M42 : CMSG *versus* J*Compacite+DPRIME	-79,665	8	214,32
M50 : CMSG *versus* J*DPRIME+Compacite	-79,662	8	214,32
M46 : CJ *versus* MSG*DPRIME+Compacite	-79,712	8	214,42
M52 : CJ *versus* MSG+DPRIME*Compacite	-79,738	8	214,47
M40 : CJ *versus* MSG*Compacite+DPRIME	-79,747	8	214,49
M31 : FRAGMENTATION*DPRIME	-79,311	9	220,49
M51 : FRAGMENTATION+DPRIME*Compacite	-79,329	9	220,53
M30 : FRAGMENTATION*Compacite	-79,957	9	221,78
M44 : FRAGMENTATION*DPRIME+Compacite	-79,301	10	227,34
M39 : FRAGMENTATION*Compacite+DPRIME	-79,338	10	227,42
M5 : OBJET	-66,172	29	331,7
M20 : OBJET+DPRIME	-65,607	30	337,44
M14 : JMSG *versus* C+OBJET	-65,711	30	337,65
M17 : CMSG *versus* J+OBJET	-66,026	30	338,28
M11 : CJ *versus* MSG+OBJET	-66,084	30	338,39
M26 : JMSG *versus* C+OBJET+DPRIME	-65,141	31	343,38
M28 : CMSG *versus* J+OBJET+DPRIME	-65,463	31	344,03
M24 : CJ *versus* MSG+OBJET+DPRIME	-65,514	31	344,13
M8 : FRAGMENTATION+OBJET	-65,709	31	344,52
M47 : JMSG *versus* C*DPRIME+OBJET	-65,126	32	350,23
M22 : FRAGMENTATION+OBJET+DPRIME	-65,14	32	350,25
M49 : CMSG *versus* J*DPRIME+OBJET	-65,461	32	350,9
M45 : CJ *versus* MSG*DPRIME+OBJET	-65,483	32	350,94
M43 : FRAGMENTATION*DPRIME+OBJET	-65,107	34	363,94

Tableau 19 : Expérience 3A - Résumé des modèles testés (temps de réaction pour les identifications correctes)

Le meilleur modèle est le modèle 0, incluant les variables :

- « sujet », modélisée par la loi normale,
- « ordre » de présentation, avec une pente positive mais très faible inférieure à 0.000.

Aucun des facteurs et variables manipulées ne permet une meilleure description des données (facteur « objet », variable « compacité », facteur « fragmentation », ou les capacités de détections des amorces des sujets).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

5. Discussion

Retour sur l'analyse des score de *d'*

Pour établir le caractère subliminal d'une image amorce, la tâche de détection directe doit aboutir statistiquement à un indice *d'* faible ou nul. Réciproquement, la nature consciente d'un même type de stimulus s'évalue statistiquement par un indice *d'* significativement supérieur à 0. C'est pourquoi l'analyse des *d'* individuels des réponses des sujets lors de la tâche directe (3B) a engendré la séparation des sujets en deux groupes lors de l'analyse des données de l'expérience 3A. Cette séparation, effectuée a posteriori, incite donc à s'interroger sur les limites entre les paradigmes d'amorçage conscient et non conscient.

Dans cette expérience, la présence de l'amorce était censée être relativement accessible à la conscience du sujet. En effet, les conditions de sa présentation (non masquée) étaient bien moins sévères que la majorité des expériences d'amorçage non conscient décrites plus haut.

Si l'indice *d'* issu de l'ensemble des données de l'expérience tend à indiquer que l'amorce était en moyenne correctement détectée, l'analyse précise des *d'* individuels laisse entrevoir que ce n'était pas le cas pour neuf d'entre eux (sur un total de vingt participants).

Le *d'* global, indice sur lequel un nombre important d'études établit le caractère subliminal des amorces qu'elles utilisent, s'avère être à considérer avec précaution. Par conséquent, si l'on se réfère aux critères méthodologiques de détection des amorces issues des expériences d'amorçage masqué (Holender, 1986 ; Schmidt & Vorberg, 2006), il semble que pour un nombre avoisinant la moitié des sujets de cette expérience, l'amorçage était de nature non consciente, bien que non masqué. Le masquage ne serait donc pas une condition indispensable pour construire un paradigme d'amorçage dont on souhaite évaluer les effets non conscients : un certain nombre de paradigmes de la perception non consciente reposent par exemple sur l'attention du sujet (clignement attentionnel : Shapiro et al, 1992 ; cécité inatentionnelle : Mack & Rock, 1998).

Absence d'effet d'amorçage quantitatif

L'expérience 3 ne reproduit pas l'effet d'amorçage quantitatif observé dans l'expérience 1. La quantité de contour n'est plus le paramètre critique pour la tâche. Différentes hypothèses peuvent être envisagées pour expliquer cette absence de résultat.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Un premier élément d'explication « simple » lié aux différences méthodologiques entre les deux expériences pourrait impliquer l'insertion de la variable « type de fragmentation » en tant que variable intra sujets.

Déjà évoqué dans l'expérience 1, le biais engendré par un contraste plus prononcé pour la séquence simple (amorce C / cible C) comparativement aux séquences complémentaires (amorce J / cible C et amorce MSG / cible C) semble difficilement soutenable dans la mesure où les résultats de l'expérience 1 contredisaient déjà cette hypothèse via l'émergence d'un effet d'amorçage quantitatif observé pour un SOA amorce / cible de 17 ms. Les travaux d'Hellige et al (1979) démontrant que la sommation de luminance diminue avec l'augmentation du SOA, le SOA de 51 ms entre amorce et cible utilisé dans l'expérience 3 incite à écarter cette hypothèse, cette valeur de SOA s'avérant proche de celle établie par Hellige et al pour laquelle l'importance du mécanisme de sommation de luminance est la plus faible (soit 48 ms).

Ce résultat peut en revanche confirmer l'implication du mécanisme d'intégration intra-canal proposé dans la discussion de l'expérience 1. L'effet quantitatif observé dans l'expérience 1 était envisagé selon l'hypothèse que le SOA court (17 ms) entre l'amorce et la cible permettait une intégration des informations contenues dans ces deux images, qui s'avérait bénéfique pour l'identification en raison de leur complémentarité. Alors que le SOA était de 17 ms entre l'amorce et la cible, celui-ci était de 51 ms (ISI=34 ms) dans l'expérience 3. A mesure que le SOA augmente, le mécanisme d'intégration intra-canal diminue donc au profit de celui d'inhibition inter-canaux (Breitmeyer & Ganz, 1976 ; Di Lollo, 1980). L'intégration est donc moins importante, et les interactions entre l'amorce et la cible sont progressivement plus dépendantes de l'activité phasique de la cible. Ceci est en mesure d'impacter l'absence d'effet quantitatif de deux façons :

- Augmentation de l'effet de masquage de l'activité tonique de l'amorce par l'activité phasique de la cible.
- L'allongement du SOA entraînant une diminution des effets d'intégration de l'amorce à la cible, la simultanéité de la perception des stimuli diminuerait au profit de la séquentialité de leur apparition : les séquences complémentaires n'étant plus perçue comme un percept unifié, le bénéfice apporté par la complémentarité des images n'apporterait plus un avantage perceptif représentant une image dont les 2/3 du contour serait présentés entraînant la diminution du temps de clôture perceptive du contour (Boucart et al, 1995 ; Elder & Zucker, 1993 ; 1994 ; Gaillard et al, 1996 ;

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Panis et al, 2008), mais davantage à la succession de deux images distinctes contenant chacune peu de contour.

Absence d'effet du type de segmentation

L'analyse des taux d'identification et des temps de réaction pour les identifications correctes montre qu'à l'instar des expériences 1 et 2, aucune supériorité qualitative en faveur des images contenant les angles et les indices de tridimensionnalité n'est mise en évidence (Biederman, 1987 ; Boucart et al, 1995), ni en faveur des images présentant les éléments mi-segments (Kennedy & Domander, 1985 ; Singh & Fulvio, 2005 ; Panis et al, 2008). L'hypothèse d'interaction entre le type de fragmentation et l'indice de compacité de la forme globale (Panis & Wagemans, 2009) n'est pas non plus vérifiée. Similairement à l'expérience 2, l'augmentation de la quantité de stimuli testés s'avère toujours inefficiente.

Absence d'impact de la perception l'amorce

Cette absence d'effets quantitatif ou qualitatif ne peut être attribuée au masquage des images amorces, dans la mesure où les résultats montrent que les capacités de détection de l'amorce selon les sujets n'impactent pas différentiellement l'effet d'amorçage. Par conséquent, la perception consciente de l'amorce n'a pas eu de répercutions sur son effet. Cette expérience ne permet donc pas de conclure à une dissociation qualitative entre traitement conscient et non conscient (Cheesman & Merikle, 1986 ; Dixon, 1971 ; 1981) de la forme visuelle en fonction de critères quantitatif (traitement de la quantité de contour) ou qualitatif (traitement préférentiel de certaines zones de contour).

Effet du facteur « objet »

L'effet du facteur « objet » suit une tendance identique à celle des expériences 1 et 2 : celui-ci permet de mieux décrire les données relatives aux taux d'identification correctes comparativement à la variable compacité, mais s'avèrent inefficient au niveau des temps de réactions pour ces identifications correctes. Les données vont une nouvelle fois à l'encontre d'une identification des objets basé sur un critère perceptif visuel de forme globale de l'objet (Humphreys et al, 1988 ; Panis et al, 2008 ; Panis & Wagemans, 2009).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Conclusion

De manière relativement surprenante, presque la moitié des sujets ne parvenaient pas à détecter la présence des amorces alors que celles-ci n'étaient pas masquées. Quelles que soient les capacités de détection des amorces des sujets, l'expérience 3 ne démontre aucun effet d'amorçage quantitatif (contredisant en cela les résultats de l'expérience 1) ou qualitatif (confirmant les résultats des expériences 1 et 2).

Toutefois, au regard de la littérature démontrant la réalité des effets d'amorçage subliminal, l'expérience 3 comporte la particularité de constituer une tâche relativement difficile puisque son taux de réussite avoisine en moyenne 60%. Or, la plupart des études obtenant un effet d'amorçage subliminal consistent en des tâches fortement automatisées, dont le taux de réussite avoisine 100% (Dehane et al, 1998 ; Dell'Acqua & Grainger, 1999). Il est envisageable que notre tâche s'avère trop difficile pour faire émerger des effets d'amorçage subliminal, ceux-ci émergeant généralement de la comparaison de temps de réaction dont les écarts s'avèrent extrêmement fins (quelques dizaines de millisecondes).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Expérience 4 : Effet d'amorçage masqué dans une tâche d'identification d'objets fragmentés

1. Introduction

L'objectif de l'expérience 4 était d'évaluer la possibilité d'observer des effets d'amorçage quantitatifs et/ou qualitatifs tels que précédemment définis en utilisant un paradigme d'amorçage masqué, plus classiquement utilisé dans la perspective de mettre en évidence l'impact non conscient d'une amorce (et théoriquement plus sévère que celui de l'expérience 3). Pour Bugmann et Taylor (2005), le masque n'affecterait que la fin de la réponse à la cible. Par conséquent les composantes précoces de la réponse pourraient être prises en compte dans un paradigme d'amorçage subliminal. L'expérience 4 visait également à mesurer si la possibilité de l'émergence d'un effet d'amorçage subliminal était liée au niveau d'automaticité de la tâche.

Pour répondre à ces objectifs, le paradigme et le déroulement de l'expérience 4 étaient donc très proches de ceux de l'expérience 3. Deux modifications majeures intervenaient toutefois :

- La présence de masques supplémentaires au sein de la séquence d'évènements pour chaque essai : leur présence visait à empêcher l'accès conscient des sujets à la présence de l'amorce.
- Les effets potentiels des images amorces furent évalués sur des cibles de durées différentes (100 ms, 200 ms ou 750 ms). Ces trois durées ont été choisies par similitude avec celles employées par Biederman (1987), dans la partie *Parametric Investigation of Contour Deletion*. Ces trois niveaux de « difficulté » pourraient correspondre proportionnellement à trois niveaux d'automaticité de la tâche, et révéler en conséquence des effets différentiels des amorces subliminales. En effet, dans la

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

plupart des études d'amorçage subliminal, les effets observés découlent de l'analyse des temps de réaction, car les paradigmes utilisés engendrent des taux de réussite très élevés (Dehaene et al, 1998 ; Dell'Acqua & Grainger, 1999). Une longue durée de présentation de la cible (750 ms) serait donc plus à même de permettre l'observation d'effets d'amorçages subliminaux.

La présence d'un masque précédant la diffusion de l'image cible (masquage proactif) devait gêner considérablement la perception de celle-ci. De fait, même avec des séquences d'évènements et des temps de présentation comparables, la condition avec présentation de la cible pendant 100 ms (dans l'expérience 4A) n'était pas strictement comparable (sur ce point précis) à celle de l'expérience 3A.

L'expérience 4 se déroulait d'une manière similaire à celle de l'expérience 3. La première partie (A) consistait en une épreuve d'identification d'images d'objets avec amorçage (tâche indirecte). La seconde partie (B) visait à évaluer la capacité des participants à détecter les images amorces (tâche directe). Chaque sujet passait les deux parties de l'expérience, dans un ordre identique.

2. Expérience 4A : identification des objets par amorçage (tâche indirecte)

2.1 Participants

Soixante étudiants (50 femmes, 10 hommes), inscrits en deuxième année de Licence de Psychologie à l'Université de Rennes 2 ont participé à cette expérience. Tous avaient une vue normale ou corrigée à la normale.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

2.2 Matériel

Les images et le masque utilisés étaient strictement identiques à ceux de l'expérience 3.

2.3 Procédure

Le matériel utilisé ainsi que la consigne de cette expérience était identique à celle de l'expérience 3. La consigne légèrement modifiée précisait la présence d'un masque en début de séquence.

2.4 Paradigme expérimental

Le paradigme expérimental, très proche de celui utilisé dans l'expérience 3, était donc également calqué sur celui construit par Dell'Acqua et Grainger (1999). La séquence des évènements est schématisée dans la figure 26, et consistait cette fois-ci en :

- une croix de fixation au centre de l'écran (500 ms)
- un masque (100 ms)
- une image amorce (17 ms)
- un écran blanc (17 ms)
- un masque (17 ms)
- une image cible (100 ms ou 200 ms ou 750 ms)
- un masque (500 ms)

Puis un point d'interrogation s'affichait au centre de l'écran. Le sujet disposait de 5000 ms pour donner sa réponse, avant qu'une nouvelle séquence débute. La présence de masques devait engendrer un effet de masquage empêchant toute perception consciente de l'amorce pour les sujets.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

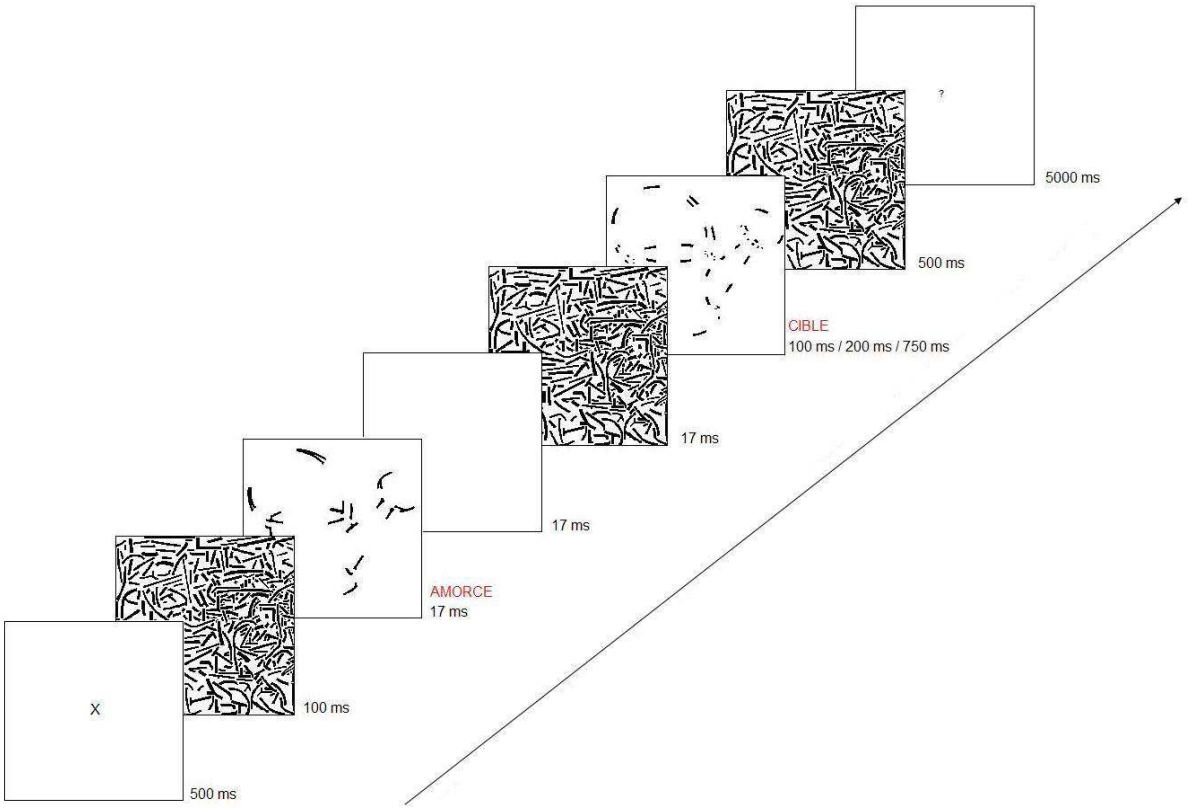


Figure 26 : Expérience 4 - Exemple de séquence des évènements pour un essai

Pour l'expérience 4B, l'amorce était remplacée dans 50% des cas par un écran blanc d'une durée identique (17 ms). Cette première phase de l'expérience durait approximativement 13 minutes.

2.5 Variables et plan expérimental

2.5.1 Variables indépendantes

Tout comme l'expérience 3A, l'expérience 4A comprenait deux variables indépendantes intra sujets.

- Le nombre d'objets (O), comportant 26 modalités.
- Le type de fragmentation de l'image amorce (F), comprenant trois modalités :
  - Amorce de type J
  - Amorce de type MSG
  - Amorce de type C, identique à la cible (condition contrôle)

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Une variable supplémentaire inter sujets était ajoutée : la durée de l'image cible (D). Celle-ci comprenait trois modalités :

- 100 ms
- 200 ms
- 750 ms

Avec soixante sujets, le plan expérimental était donc le suivant :

$S_{20}*O_{26}*F_3$ (D_3)

2.5.2 Variables dépendantes

Similairement à l'expérience 3A, la consigne demandait au participant de dénommer oralement l'objet présenté, et ce le plus rapidement possible après la présentation de l'image. Deux variables dépendantes étaient donc considérées :

- le taux d'identifications correctes
- les temps de réaction pour les réponses correctes (correspondant au délai entre le début de l'apparition de l'amorce et le début de la réponse verbale du sujet)

3. Expérience 4B : test de détection des amorces (tâche directe)

3.1 Participants

Les participants de cette partie 4B étaient les mêmes que ceux de la partie 4A.

3.2 Matériel

Les stimuli utilisés dans la partie 4B étaient identiques à ceux de la partie 4A.

3.3 Procédure

La procédure de la partie 4B était identique à celle de l'expérience 3B.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

3.4 Paradigme expérimental

Le paradigme expérimental de la partie 4B était identique à celui de l'expérience 3B

3.5 Variables et plan expérimental

3.5.1 Variables indépendantes

Les variables indépendantes étaient les mêmes que celles de la partie 4A, auxquelles était ajouté la variable intra sujet type de séquence (E), comprenant deux modalités :

- Présence d'image amorce
- Absence d'image amorce

Avec soixante sujets, le plan expérimental était donc le suivant :

$S_{20}*O_{26}*F_3*E_2$ (D_2)

3.5.2 Variables dépendante

La consigne était identique à celle de l'expérience 3A.

4. Résultats

4.1 Expérience 4B : analyse des *d'*

4.1.1 Capacité de discrimination des sujets selon la TDS pour une durée de présentation de la cible de 100 ms

La mesure directe de détection des amorces aboutit à un *d'* moyen de 0,014743321. Le test de KHI-CARRE indique que la capacité de discrimination des sujets ne différait pas significativement du hasard : χ^2 = 0,084, p>.77 (ddl=1). L'analyse des indices *d'* individuels confirmait ces résultats.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

d' = 0,014743321		**Stimulation**	
		Bruit	Signal + Bruit
Réponse	*Oui*	57,5 FA	58,08 DC
	Non	42,5 RC	41,92 O

Tableau 20: Expérience 4B - Capacité de discrimination des sujets selon la TDS pour une durée de présentation de la cible de 100 ms

4.1.2 Capacité de discrimination des sujets selon la TDS pour une durée de présentation de la cible de 200 ms

La mesure directe de détection des amorces aboutit à un *d'* moyen de 0,07875991. Le test de KHI-CARRE indique que la capacité de discrimination des sujets ne différait pas significativement du hasard : χ^2 = 2,954, *p*>.085 (ddl=1). Un seul sujet faisait preuve d'une capacité de discrimination supérieure au hasard (*d'*=0,423661932) ; χ^2 = 4,368516984, *p*> .037. Étant donné l'objectif initial de cette expérience, à savoir évaluer les effets du type d'amorce dans un contexte d'amorçage strictement non conscient, ce sujet a été écarté pour les analyses ultérieures.

d' = 0,078759912		**Stimulation**	
		Bruit	Signal + Bruit
Réponse	*Oui*	47,95 FA	51,09 DC
	Non	52,051 RC	48,91 O

Tableau 21 : Expérience 4B - Capacité de discrimination des sujets selon la TDS pour une durée de présentation de la cible de 200 ms

4.1.3 Capacité de discrimination des sujets selon la TDS pour une durée de présentation de la cible de 750 ms

La mesure directe de détection des amorces aboutit à un *d'* moyen de 0,023249288. Le test de KHI-CARRE indique que la capacité de discrimination des sujets ne différait pas significativement du hasard : χ^2 = 0,226, *p*>.63 (ddl=1). L'analyse des indices *d'* individuels confirmait ces résultats.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

d' = 0,023249288		**Stimulation**	
		Bruit	Signal + Bruit
Réponse	*Oui*	39,42 FA	40,32 DC
	Non	60,58 RC	59,68 O

Tableau 22 : Expérience 4B - Capacité de discrimination des sujets selon la TDS pour une durée de présentation de la cible de 750 ms

L'analyse des *d'* montre que 59 participants ne parvenaient pas à détecter la présence des amorces au cours de la tâche directe, quelle que soit la durée de présentation de la cible. Un seul sujet (ayant passé la condition où la cible était affichée pendant 200 ms) faisait preuve d'une capacité de détection des amorces supérieure au hasard. L'objectif de l'expérience étant d'évaluer exclusivement les effets d'amorçage subliminal, ce sujet a été exclu de l'analyse ultérieure des données.

4.2 Expérience 4A : analyse statistique des résultats

Pour cette expérience, deux variables dépendantes étaient testées :

- Le score du sujet, considéré comme une variable de Bernoulli dont les deux modalités étaient « échec » ou « réussite ».
- Le temps de réaction pour les identifications correctes, modélisés par une distribution de type log-normale.

Deux variables étaient automatiquement insérées dans chaque modèle :

- La variable « sujet » modélisée par la loi normale, notée (1|SUJET).
- La variable « ordre », considérée comme une mesure de temps numérique.

Les autres variables considérées étaient :

- Le facteur « objet » à 26 modalités (intra).
- La variable « compacité », à partir de l'indice de compacité calculé pour chaque objet (intra).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

- Le facteur « type de fragmentation » de l'amorce à 3 modalités (intra) ainsi que les regroupements que ces modalités permettaient d'effectuer.
- Le facteur « temps de présentation de la cible » (inter), modélisé par sa pente.

4.2.1 Analyse statistique du taux d'identifications correctes

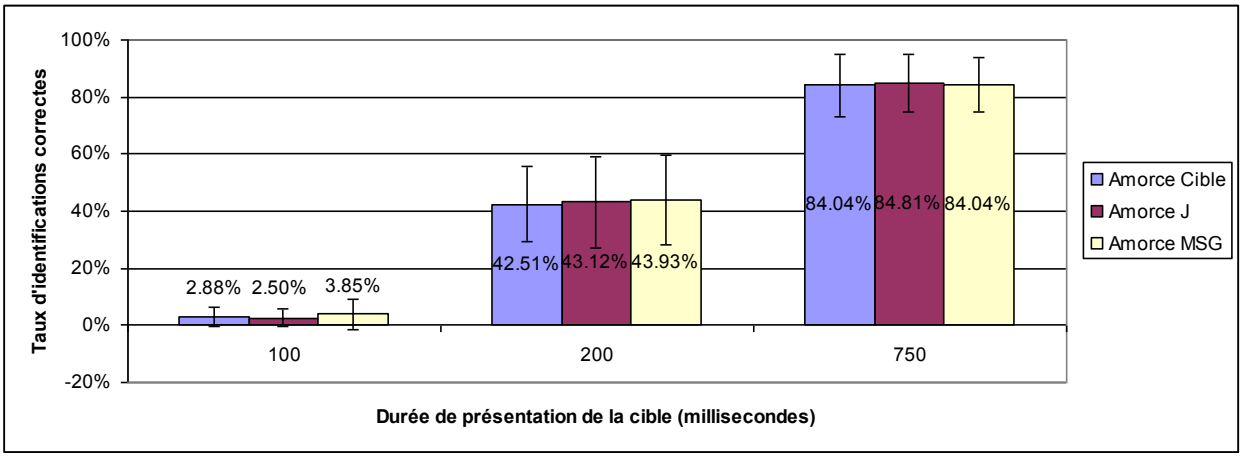


Tableau 23 : Expérience 4A - Taux d'identifications correctes selon le type d'amorce et la durée de présentation de la cible

Le tableau suivant résume l'ensemble des modèles testés en les disposant de manière décroissante quant à leur pertinence (c'est-à-dire de manière croissante quant à leur BIC).

	logV	Ddl.	BIC
M28 : tpsCIBLE+OBJET	**-1319.6**	**30**	**2892.2**
M16 : CJ *versus* MSG+tpsCIBLE+OBJET	-1319.3	31	2900.0
M21 : JMSG *versus* C+tpsCIBLE+OBJET	-1319.5	31	2900.4
M26 : CMSG *versus* J+tpsCIBLE+OBJET	-1319.5	31	2900.5
M11 : FRAGMENTATION+tpsCIBLE+OBJET	-1319.3	32	2908.4
M38 : CJ *versus* MSG*tpsCIBLE+OBJET	-1318.4	33	2915.2
M48 : CMSG *versus* J*tpsCIBLE+OBJET	-1318.8	33	2915.9
M43 : JMSG *versus* C*tpsCIBLE+OBJET	-1319.4	33	2917.2
M33 : FRAGMENTATION*tpsCIBLE+OBJET	-1318.2	36	2940.0
M2 : OBJET	-1387.2	28	3010.5
M13 : CJ *versus* MSG+OBJET	-1386.9	29	3018.4
M18 : JMSG *versus* C+OBJET	-1387.1	29	3018.7
M23 : CMSG *versus* J+OBJET	-1387.2	29	3018.9
M8 : FRAGMENTATION+OBJET	-1386.9	30	3026.8
M66 : tpsCIBLE+CMSG *versus* J*OBJET	-1314.0	56	3100.4
M62 : tpsCIBLE+CJ *versus* MSG*OBJET	-1315.0	56	3102.2
M64 : tpsCIBLE+JMSG *versus* C*OBJET	-1315.1	56	3102.5
M50 : tpsCIBLE*OBJET	-1236.3	80	3147.3
M54 : tpsCIBLE*OBJET+CJ *versus* MSG	-1235.9	81	3155.0
M56 : tpsCIBLE*OBJET+JMSG *versus* C	-1236.1	81	3155.4
M58 : tpsCIBLE*OBJET+CMSG *versus* J	-1236.2	81	3155.6
M52 : tpsCIBLE*OBJET+FRAGMENTATION	-1235.9	82	3163.4
M45 : CMSG *versus* J*OBJET	-1381.6	54	3218.7
M35 : CJ *versus* MSG*OBJET	-1382.5	54	3220.5

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

M40 : JMSG *versus* C*OBJET	-1382.7	54	3220.9
M60 : tpsCIBLE+FRAGMENTATION*OBJET	-1309.8	82	3311.2
M30 : FRAGMENTATION*OBJET	-1377.3	80	3429.4
M29 : tpsCIBLE+Compacite	-1803.1	6	3656.8
M51 : tpsCIBLE*Compacite	-1795.1	8	3657.6
M17 : CJ *versus* MSG+tpsCIBLE+Compacite	-1802.9	7	3664.8
M22 : JMSG *versus* C+tpsCIBLE+Compacite	-1803.0	7	3665.0
M27 : CMSG *versus* J+tpsCIBLE+Compacite	-1803.1	7	3665.2
M55 : tpsCIBLE*Compacite+CJ *versus* MSG	-1794.9	9	3665.7
M57 : tpsCIBLE*Compacite+JMSG *versus* C	-1795.0	9	3665.8
M59 : tpsCIBLE*Compacite+CMSG *versus* J	-1795.1	9	3666.0
M65 : tpsCIBLE+JMSG *versus* C*Compacite	-1802.8	8	3673.0
M67 : tpsCIBLE+CMSG *versus* J*Compacite	-1802.8	8	3673.1
M12 : FRAGMENTATION+tpsCIBLE+Compacite	-1802.9	8	3673.2
M63 : tpsCIBLE+CJ *versus* MSG*Compacite	-1802.9	8	3673.3
M53 : tpsCIBLE*Compacite+FRAGMENTATION	-1794.9	10	3674.1
M39 : CJ *versus* MSG*tpsCIBLE+Compacite	-1802.2	9	3680.3
M49 : CMSG *versus* J*tpsCIBLE+Compacite	-1802.6	9	3681.0
M44 : JMSG *versus* C*tpsCIBLE+Compacite	-1803.0	9	3681.8
M61 : tpsCIBLE+FRAGMENTATION*Compacite	-1802.6	10	3689.5
M34 : FRAGMENTATION*tpsCIBLE+Compacite	-1802.1	12	3705.3
M71 : tpsCIBLE*CJ *versus* MSG*Compacite	-1794.0	14	3706.0
M75 : tpsCIBLE*CMSG *versus* J*Compacite	-1794.2	14	3706.6
M73 : tpsCIBLE*JMSG *versus* C*Compacite	-1794.6	14	3707.3
M7 : tpsCIBLE	-1833.4	5	3709.0
M15 : CJ *versus* MSG+tpsCIBLE	-1833.2	6	3717.0
M20 : JMSG *versus* C+tpsCIBLE	-1833.3	6	3717.2
M25 : CMSG *versus* J+tpsCIBLE	-1833.4	6	3717.4
M10 : FRAGMENTATION+tpsCIBLE	-1833.2	7	3725.4
M37 : CJ *versus* MSG*tpsCIBLE	-1832.5	8	3732.5
M47 : CMSG *versus* J*tpsCIBLE	-1832.9	8	3733.3
M42 : JMSG *versus* C*tpsCIBLE	-1833.3	8	3734.0
M69 : tpsCIBLE*FRAGMENTATION*Compacite	-1793.5	20	3755.6
M32 : FRAGMENTATION*tpsCIBLE	-1832.4	11	3757.6
M3 : Compacite	-1868.0	4	3769.7
M70 : tpsCIBLE*CJ *versus* MSG*OBJET	-1220.3	158	3773.2
M72 : tpsCIBLE*JMSG *versus* C*OBJET	-1221.0	158	3774.5
M74 : tpsCIBLE*CMSG *versus* J*OBJET	-1222.1	158	3776.8
M14 : CJ *versus* MSG+Compacite	-1867.8	5	3777.8
M19 : JMSG *versus* C+Compacite	-1867.9	5	3778.0
M24 : CMSG *versus* J+Compacite	-1868.0	5	3778.1
M41 : JMSG *versus* C*Compacite	-1867.7	6	3785.9
M46 : CMSG *versus* J*Compacite	-1867.7	6	3786.1
M9 : FRAGMENTATION+Compacite	-1867.8	6	3786.2
M36 : CJ *versus* MSG*Compacite	-1867.8	6	3786.2
M31 : FRAGMENTATION*Compacite	-1867.5	8	3802.4
M0 :	-1898.3	3	3821.9
M4 : CJ *versus* MSG	-1898.1	4	3829.9
M5 : JMSG *versus* C	-1898.2	4	3830.1
M6 : CMSG *versus* J	-1898.3	4	3830.3
M1 : FRAGMENTATION	-1898.1	5	3838.3
M68 : tpsCIBLE*FRAGMENTATION*OBJET	-1207.4	236	4405.2

Tableau 24 : Expérience 4A - Résumé des modèles testés (identifications correctes)

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Le meilleur modèle est le modèle 28, incluant les variables :

- « sujet », modélisée par la loi normale,
- « ordre » de présentation (pente de + 0.014),
- le facteur « objet »,
- Le facteur « temps de présentation de la cible »

Par conséquent, deux résultats majeurs émergent :

- Le facteur « objet » permet une meilleure description des données que la variable « compacité ».
- Le taux d'identifications correctes augmente avec le temps de présentation de la cible.

4.2.2 Analyse du temps de réaction pour les identifications correctes

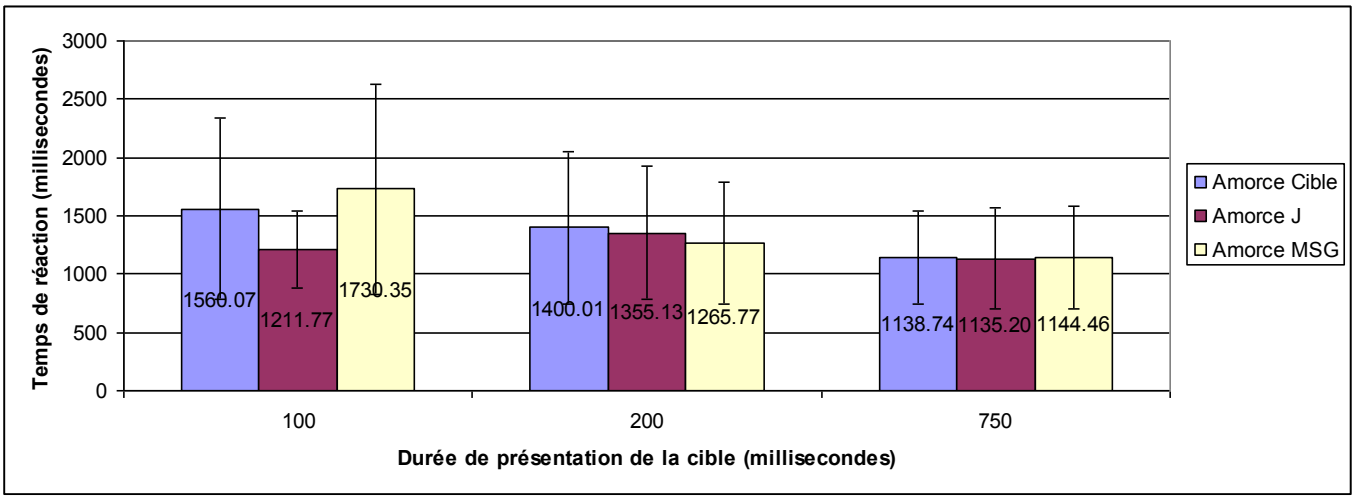


Tableau 25 : Expérience 4A - Temps de réaction moyen pour les identifications correctes selon le type d'amorce et la durée de présentation de la cible

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Le tableau suivant résume l'ensemble des modèles testés en les disposant de manière décroissante quant à leur pertinence (c'est-à-dire de manière croissante quant à leur BIC).

	loJV	Ddl	BIC
M0 :	**-108,127**	**4**	**246,66**
M5 : JMSG *versus* C	-108,043	5	254,1
M4 : CJ *versus* MSG	-108,083	5	254,18
M3 : Compacite	-108,103	5	254,22
M6 : CMSG *versus* J	-108,12	5	254,25
M29 : tpsCIBLE+Compacite	-104,943	6	255,5
M19 : JMSG *versus* C+Compacite	-108,019	6	261,65
M1 : FRAGMENTATION	-108,037	6	261,69
M14 : CJ *versus* MSG+Compacite	-108,06	6	261,73
M24 : CMSG *versus* J+Compacite	-108,096	6	261,81
M22 : JMSG *versus* C+tpsCIBLE+Compacite	-104,856	7	262,93
M17 : CJ *versus* MSG+tpsCIBLE+Compacite	-104,89	7	263
M27 : CMSG *versus* J+tpsCIBLE+Compacite	-104,939	7	263,09
M41 : JMSG *versus* C*Compacite	-107,942	7	269,1
M9 : FRAGMENTATION+Compacite	-108,013	7	269,24
M46 : CMSG *versus* J*Compacite	-108,04	7	269,3
M36 : CJ *versus* MSG*Compacite	-108,058	7	269,33
M63 : JMSG *versus* C*Compacite+tpsCIBLE	-104,782	8	270,38
M12 : FRAGMENTATION+tpsCIBLE+Compacite	-104,847	8	270,51
M65 : CMSG *versus* J*Compacite+tpsCIBLE	-104,886	8	270,59
M61 : CJ *versus* MSG*Compacite+tpsCIBLE	-104,888	8	270,6
M31 : FRAGMENTATION*Compacite	-107,924	9	284,27
M59 : FRAGMENTATION*Compacite+tpsCIBLE	-104,761	10	285,55
M7 : tpsCIBLE	-187,966	5	413,94
M2 : OBJET	-99,898	29	420,27
M20 : JMSG *versus* C+tpsCIBLE	-187,867	6	421,35
M15 : CJ *versus* MSG+tpsCIBLE	-187,907	6	421,43
M25 : CMSG *versus* J+tpsCIBLE	-187,961	6	421,54
M18 : JMSG *versus* C+OBJET	-99,821	30	427,71
M13 : CJ *versus* MSG+OBJET	-99,853	30	427,78
M23 : CMSG *versus* J+OBJET	-99,894	30	427,86
M42 : JMSG *versus* C*tpsCIBLE	-187,79	7	428,8
M37 : CJ *versus* MSG*tpsCIBLE	-187,829	7	428,88
M10 : FRAGMENTATION+tpsCIBLE	-187,857	7	428,93
M47 : CMSG *versus* J*tpsCIBLE	-187,962	7	429,14
M8 : FRAGMENTATION+OBJET	-99,814	31	435,3
M44 : JMSG *versus* C*tpsCIBLE+Compacite	-187,798	8	436,41
M39 : CJ *versus* MSG*tpsCIBLE+Compacite	-187,837	8	436,49
M49 : CMSG *versus* J*tpsCIBLE+Compacite	-187,969	8	436,76
M32 : FRAGMENTATION*tpsCIBLE	-187,755	9	443,93
M34 : FRAGMENTATION*tpsCIBLE+Compacite	-187,762	10	451,55
M28 : tpsCIBLE+OBJET	-178,818	30	585,71
M21 : JMSG *versus* C+tpsCIBLE+OBJET	-178,732	31	593,14
M16 : CJ *versus* MSG+tpsCIBLE+OBJET	-178,755	31	593,19
M26 : CMSG *versus* J+tpsCIBLE+OBJET	-178,816	31	593,31
M38 : CJ *versus* MSG*tpsCIBLE+OBJET	-178,671	32	600,62
M43 : JMSG *versus* C*tpsCIBLE+OBJET	-178,681	32	600,64
M11 : FRAGMENTATION+tpsCIBLE+OBJET	-178,718	32	600,71
M48 : CMSG *versus* J*tpsCIBLE+OBJET	-178,812	32	600,9
M33 : FRAGMENTATION*tpsCIBLE+OBJET	-178,626	34	615,73
M35 : CJ *versus* MSG*OBJET	-99,126	55	616,39
M52 : CJ *versus* MSG*OBJET	-99,126	55	616,39
M45 : CMSG *versus* J*OBJET	-99,132	55	616,4
M56 : CMSG *versus* J*OBJET	-99,132	55	616,4
M40 : JMSG *versus* C*OBJET	-103,772	55	625,68
M54 : JMSG *versus* C*OBJET	-103,772	55	625,68

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

M50 : tpsCIBLE*OBJET	-175,28	55	768,69
M60 : CJ *versus* MSG*OBJET+tpsCIBLE	-178,072	56	781,88
M64 : CMSG *versus* J*OBJET+tpsCIBLE	-178,081	56	781,9
M62 : JMSG *versus* C*OBJET+tpsCIBLE	-178,24	56	782,21
M30 : FRAGMENTATION*OBJET	-98,468	81	812,73
M58 : FRAGMENTATION*OBJET+tpsCIBLE	-177,452	82	978,3
M73 : CMSG *versus* J*OBJET*tpsCIBLE	-173,899	107	1161,26
M69 : CJ *versus* MSG*OBJET*tpsCIBLE	-174,026	107	1161,51
M71 : JMSG *versus* C*OBJET*tpsCIBLE	-174,056	107	1161,57
M66 : FRAGMENTATION*OBJET*tpsCIBLE	-172,698	159	1554,18

Tableau 26 : Expérience 4A - Résumé des modèles testés (temps de réaction pour les identifications correctes)

Le meilleur modèle est le modèle 0, incluant les variables :

- « sujet », modélisée par la loi normale,
- « ordre » de présentation, avec une pente positive mais très faible inférieure à 0.000.

Aucun des facteurs et variables manipulées ne permet une meilleure description des données (facteur « objet », variable « compacité », facteur type de « fragmentation », ou le temps de présentation de la cible).

5. Discussion

Amélioration du taux d'identification avec la durée de présentation de l'amorce

Indépendamment du type d'amorce, l'amélioration du taux d'identification en fonction de l'augmentation du temps de présentation de la cible est un résultat guère surprenant, et s'expliquerait par un processus d' « accumulation de preuves » concernant les relations entre les éléments constitutifs de la forme à identifier (Graboi & Lisman, 2003 ; Lamberts, 2000 ; Nosofsky, 1986 ; cités par Panis & Wagemans, 2009).

Les taux d'identifications correctes moyens sont de 3,07% (pour une durée de présentation de la cible de 100 ms), 43,18% (pour une durée de présentation de la cible : 200 ms) et 84,29% (pour une durée de présentation de la cible de 750 ms). Ces résultats ne sont qu'en partie congruents avec ceux obtenus par Biederman (1987). La tendance observée est relativement comparable, toutefois les écarts entre les taux d'identifications correctes en fonction de la durée de présentation de la cible ne sont pas aussi importants : pour la même quantité de contour effacée, Biederman obtenait entre 50% et 30% d'identifications correctes

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

avec une durée de présentation de 100 ms (voir expériences 1 et 2), environ 80% pour une durée de 200 ms, et 90% pour une durée de 750 ms. Les hypothèses permettant d'expliquer les taux d'identifications plus faibles obtenus dans notre expérience ont une nouvelle fois probablement pour origine la nature du masque employé, mais surtout l'effet combiné de masquage pro et rétro actif, là où Biederman n'utilisait qu'un masquage de type rétro actif.

Absence d'émergence d'un effet d'amorçage subliminal avec l'augmentation du temps de présentation de la cible

Toutefois, l'hypothèse de l'augmentation de la probabilité de voir apparaître un effet différentiel des amorces subliminales avec un haut niveau de réussite lors de la tâche n'est pas vérifiée. Aucun effet d'amorçage, quantitatif ou qualitatif, n'est observé quelle que soit la condition et notamment pour celle où le taux de réussite est le plus élevé (avec une durée de présentation de la cible de 750 ms).

Les effets d'amorçage subliminal sont difficiles à obtenir sur la base de mesures comportementales (Dehaene, 27 janvier 2009). Le chapitre 3 montrait que l'essentiel des résultats significatifs récents en termes d'effet d'amorçage subliminal relevait d'études en imagerie cérébrale. Une quantité moindre de résultats positifs a pour origine des études comportementales inférant les effets d'amorçage subliminal sur la base de la comparaison des temps de réaction, sur la base de tâches fortement automatisées (Dehaene, 3 février 2009). Les différentes hypothèses quant à l'absence d'effet d'amorçage subliminal aux niveaux qualitatifs et quantitatifs seront traitées dans la discussion générale.

Effet du facteur « objet »

Pour la troisième fois (voir les expériences 2 et 3), le facteur « objet » est significatif au niveau du taux d'identifications correctes, mais pas au niveau des temps de réaction pour les identifications correctes. L'absence d'effet de la compacité de la forme globale sera analysée dans la discussion générale.

Conclusion

L'expérience 4 démontre une nouvelle fois l'absence d'effet quantitatif et qualitatif du type de fragmentation. Bien que l'augmentation du taux de réponses correctes augmente avec le temps de présentation de la cible et qu'il soit raisonnablement envisageable qu'un plus haut degré d'automaticité de la tâche en découle, le taux de réussite pourtant très élevé de la

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

condition où l'amorce était présentée pendant 750 ms (84%) ne permet pas l'émergence d'un effet d'amorçage.

L'ensemble des conclusions théoriques et méthodologiques qu'il est possible d'inférer à partir de l'expérience 4 va à présent faire l'objet d'une mise en perspective plus générale avec les résultats des expériences précédentes.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

PARTIE 3 : DISCUSSION GENERALE ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Discussion générale

1. Bilan des expériences

L'objectif de ce travail consistait à confronter trois hypothèses quant aux zones de contour étant les plus informatives pour les processus de structuration de la forme nécessaires à l'identification des objets : les jonctions (angles et indices de tridimensionnalité), les éléments mi-segments, ou l'hypothèse d'une interaction entre le type de fragmentation et la compacité de la forme. L'emploi du paradigme d'amorçage supraliminaire et infraliminaire offrait la possibilité de déterminer le ou les niveau(x) (conscient ou non conscient) au(x)quel(s) s'opèrent la détection et le traitement de ces indices.

L'expérience 1 concluait à un effet d'amorçage de type strictement quantitatif, et ne démontrait aucune supériorité de nature qualitative. L'expérience 2 étudiait l'hypothèse selon laquelle cette absence d'effet pouvait s'expliquer par un mécanisme de masquage différentiel selon le type de segmentation présenté : aucune différence quant à la composition fréquentielle des images relatives aux deux types de segmentation, ni aucune interaction entre la structure même du masque et celle propre à chaque type de fragmentation n'ont pu être mises en évidence.

L'expérience 3 proposait d'étudier les effets d'amorçage quantitatif et qualitatif au travers d'un matériel expérimental plus conséquent en mesurant l'accès conscient des sujets aux amorces présentées. Bien que celles-ci n'étaient pas masquées, presque la moitié des sujets n'était pas en mesure de les détecter. La séparation des sujets en deux groupes selon ce critère ne permit d'observer aucun effet d'amorçage de type quantitatif ou qualitatif.

Au sein des conditions de masquage sévères de l'expérience 4, le masquage de l'amorce empêchait la détection consciente des amorces, mais l'augmentation du temps de présentation de la cible (et donc potentiellement de « l'automaticité » de la tâche) n'a pas permis de faire émerger un effet d'amorçage de type qualitatif ou quantitatif.

La discussion qui suit s'orientera autour de trois axes. Nous débuterons par l'analyse de l'absence d'effet de la complexité de la forme globale et la supériorité du facteur « objet »

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

constatés dans chacune des expériences. L'effet d'amorçage quantitatif observé exclusivement dans l'expérience 1 et sa disparition par la suite (dans les expériences 3 et 4) fera l'objet d'une discussion spécifique.

Enfin, l'absence d'effet du type de fragmentation en condition de perception consciente et non consciente des stimuli sera analysée, en considérant notamment les difficultés inhérentes à l'obtention d'un effet d'amorçage subliminal qualitatif relativement aux exigences méthodologiques et théoriques propres à notre problématique.

2. Absence d'effet de la complexité de la forme globale

Nous avions proposé de tester l'hypothèse selon laquelle l'identification des objets s'améliorait (c'est-à-dire permettait d'observer de meilleurs taux d'identification, et des temps d'identifications plus courts) avec l'augmentation de la complexité de la forme globale.

L'information globale serait analysée précocement et servirait de guide pour les analyses visuelles ultérieures (voir chapitre 1). Ceci implique que plus une forme possède de caractéristiques géométriques globales spécifiques (c'est-à-dire « complexes »), plus celle-ci peut être efficacement et rapidement identifiée. La complexité de chaque forme a été indexée par l'indice de compacité (complexité et compacité étant inversement liées), calculé à partir de deux attributs géométriques de la forme : l'aire divisée par son périmètre.

Or, les analyses statistiques des taux d'identification, pour chacune des expériences, démontrent que le facteur « objet » décrit mieux les données que la variable « compacité ». Ces résultats suggèrent que chaque objet constitue une entité psychologique individuelle. L'identification des objets ne semble donc pas directement dépendante d'un critère général de description et de traitement de l'information en termes exclusivement perceptifs spécifiques à la modalité visuelle (c'est-à-dire les propriétés géométriques globales de la forme des objets), faisant abstraction de tout autre critère.

Certains résultats postulent une identification différente selon la catégorie des objets (naturels *versus* artefactuels : Panis et al, 2008 : Panis et Wagemans, 2009). Une lecture rapide de cette hypothèse présente en apparence l'occasion d'éprouver un critère d'ordre sémantique. Cependant, deux objections s'imposent à l'égard de cette interprétation et de sa mise à l'épreuve :

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

- Dans la mesure où notre matériel expérimental ne comportait que très peu d'objets naturels (deux), la mise à l'épreuve de cette hypothèse eut été fragile.
- Cette dissociation n'est pas réellement de nature strictement sémantique, dans la mesure où l'arrière plan théorique sous-jacent demeure la supériorité de l'identification des objets dont la forme globale est discriminable à un niveau perceptif : les objets naturels seraient structurellement plus similaires entre eux, tandis que les objets artefactuels seraient plus facilement identifiables sur la base de leur forme globale (Panis & Wagemans, 2009).

De fait, compte tenu de la quantité importante d'objets artefactuels présentée au sein de notre matériel, les conditions d'émergence d'un effet de la compacité étaient théoriquement très élevées. Aucune des expériences n'a cependant démontré un effet de la compacité de la forme globale des objets, ce qui écarte l'hypothèse d'une performance perceptive basée sur la comparaison structurale entre les exemplaires stockés en mémoire.

Pour Bonin (2003), dénommer un objet dans des conditions de présentations « optimales » (intégralité du contour présent, absence de masquage) nécessite entre 600 et 1200 ms. Différents facteurs sont susceptibles de modifier la vitesse de dénomination orale : la complexité visuelle, la familiarité des concepts et la fréquence d'occurrence. L'absence d'impact de la compacité permet d'écarter la première hypothèse, tandis que l'impact de la familiarité conceptuelle sur la dénomination orale serait limité (Bonin, 2003). La fréquence d'occurrence pourrait en revanche constituer un facteur explicatif de nos résultats (Goodglass, Theurkauf, & Wingfield, 1984 ; Jescheniak & Levelt, 1994 ; Oldfield & Wingfield, 1964 ; 1965 ; cités par Bonin, 2003).

3. Le traitement quantitatif du contour

L'effet d'amorçage de type quantitatif observé lors de l'expérience 1 n'a pas été reproduit dans les expériences 3 et 4, bien que la détection consciente des images amorces fût établie lors de l'expérience 3. La disparition de cet effet entre les expériences 1 et 3 (puis 4) ne peut donc être imputée simplement au masquage des amorces.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Au-delà des considérations méthodologiques liées à l'insertion du type de fragmentation en tant que facteur intra sujets, trois explications théoriques différentes peuvent être proposées afin de rendre compte de ces observations :

- L'incertitude quant aux effets de sommation de luminance
- L'intervention du mécanisme d'inhibition inter canaux
- La supériorité des zones de contour intermédiaires (Kennedy & Domander, 1985)

Les effets de sommation de luminance

L'expérience 1 aboutit à une interprétation des résultats en termes d'amorçage quantitatif, c'est-à-dire à une sommation d'énergie liée à la quantité de contour présenté, plutôt qu'en termes de sommation de contraste de luminance. Cette analyse tend donc à relativiser l'implication de la sommation de luminance dans nos expériences. Celle-ci demeure toutefois probablement impliquée dans une certaine mesure. Evaluer son degré d'implication est complexe en raison de l'hétérogénéité des situations auxquelles il est possible de se référer. Par exemple, Hellige et al (1979) utilisaient des stimuli spécifiques différents de ceux employés dans nos expériences, c'est-à-dire des lettres et des masques constitués d'une superposition de lettre. D'autres différences importantes (taille angulaire des stimuli, durées de présentation) fragilisent toute inférence sur nos données.

Différentes solutions ont été proposées dans la littérature pour contrôler les effets de sommation de luminance.

Dell'Acqua et Grainger (1999) introduisaient un ISI de 17 ms entre l'amorce et la cible de façon à diminuer l'éventualité d'un masquage périphérique, au profit d'un effet de masquage plus « central ». Nous avons appliqué cette solution pour les expériences 3 et 4. Les discussions des expériences 1 et 3 soulignaient par la suite deux éléments incitant à relativiser l'effet de la sommation de luminance :

- La supériorité du contraste de luminance pour les conditions où amorce et cible se superposaient semble relativement limitée (elle était supérieure d'environ 20% comparativement aux conditions où amorce et cible étaient complémentaires).
- Hellige et al (1979) ont démontré que les effets de sommation de luminance s'estompent avec l'augmentation du SOA. Le SOA dans les expériences 3 et 4 étant

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

de 51 ms (contre 17 dans l'expérience 1), l'implication de la sommation de luminance dans les expériences 3 et 4 devait être théoriquement moindre.

Boucart et al (1995) inséraient un décalage angulaire de 0.5° (aléatoirement vers la droite ou la gauche) lors de la présentation de l'amorce, en fonction du centre de la position de la cible. Une illustration de leur procédé permettant de réduire les effets de sommation de luminance est présenté en figure 27. Toutefois, compte tenu nos objectifs initiaux, un ensemble d'inconvénients semblant émerger de l'adaptation de ce procédé à notre paradigme nous a incité à ne pas l'adopter :

- Tout d'abord, si ce procédé élimine l'essentiel des effets de sommation de luminance, la superposition de certaines parties demeure. L'intersection entre les différentes parties décalées peut générer des jonctions « artificielles », ce qui, dans l'objectif de déterminer isolément les effets liés à la détection des jonctions, s'avère problématique.
- Ce décalage introduit également des « faux » parallélismes : le décalage amorce/cible comporte le risque de générer une perception unifiée de la séquence comme une même image dont la forme globale sera altérée par la superposition des deux images décalées (voir figure 28). Or, la non colinéarité des éléments perturbe la performance (Biederman, 1987 ; Boucart et al, 1995).
- Enfin, les expériences 3 et 4 comprenaient une tâche directe de détection des amorces, consistant en la rediffusion des séquences, précédées ou non d'une amorce. Dans les séquences sans amorce, l'image demeure par définition fixe. Mais dans le cas d'une séquence comprenant une amorce décalée par rapport à la cible, le décalage induit un mouvement perçu entre amorce et cible. Ce mouvement « illusoire » semble susceptible de fournir un indice supplémentaire permettant aux sujets d'inférer la présence de l'amorce. Le critère de réponse initial, basé sur la détection de l'amorce, serait biaisé par la possibilité de détection du mouvement, processus reposant sur des mécanismes à déclenchement très rapides (canal phasique).

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

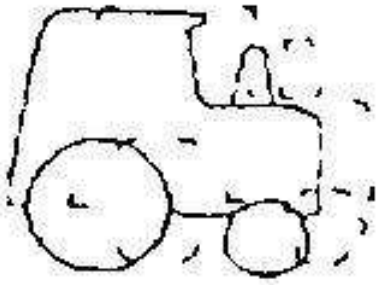


Figure 27: Exemple de décalage angulaire insérer entre amorce (fragmentée) et la cible (en traits plein) par Boucart et al (1995)



Figure 28 : Application du décalage de 0.5° d'angle visuel suggéré par Boucart et al, 1995) pour un de nos stimuli

La difficulté d'appliquer les solutions préconisées par Boucart et al (1995) dans le contexte de nos données, ainsi que les résultats de nos expériences incitent donc à relativiser l'implication de la sommation de luminance, et de considérer que celle-ci ne perturbe pas significativement l'interprétation quantitative de l'effet d'amorçage.

Toutefois, son contrôle rigoureux eut été souhaitable pour évaluer l'étendue de son impact. La systématisation et les conditions d'harmonisation de ce contrôle paraissent en effet importantes (Eriksen, 1966), mais relèvent d'un champ spécifique psychophysiologique qui ne constituait pas le champ initial du présent travail.

Si les effets de sommation de luminance peuvent éventuellement réduire – à un niveau que les résultats de l'expérience 1 établit comme limité – l'ampleur des données en faveur de l'interprétation quantitative des effets d'amorçage, ceux-ci ne peuvent être incriminés comme biais lors de l'analyse des effets qualitatifs liés à la comparaison des séquences

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

complémentaires jonctions *versus* mi-segment, objectif théorique fondamental de nos expériences.

Les processus d'intégration intra-canal et l'inhibition inter-canaux

Les processus d'intégration intra-canaux (Breitmeyer & Ganz, 1976) pourraient expliquer cet effet d'amorçage quantitatif, reposant sur la « fusion » des contours présentés dans les images amorce et cible. La contiguïté spatiale et temporelle de deux images engendre en effet deux processus :

- L'intégration intra-canal de l'information de même nature. Lorsque des stimuli (par exemple une cible représentant un objet et un masque constitué de formes aléatoires) se superposent, la perception unifiée de l'ensemble en une seule entité engendre un effet de masquage de la première forme par la seconde au niveau périphérique (Bugmann & Taylor, 2005), notamment dans le cas d'un masquage par structure (Breitmeyer & Öğmen, 2006). Lorsque les stimuli présentent de l'information spatialement complémentaire (comme c'est le cas pour nos séquences amorce/cible), ce mécanisme permet la « fusion » perceptive des deux images en une seule entité et aura tendance à faciliter la perception de l'amorce. Fraisse (1968) a par exemple démontré cet effet sur la perception de mots ou de figures géométriques simples, et Di Lollo (1980) sur la détection de point manquant dans une matrice 5x5. Le délai optimal pour que ce mécanisme intervienne est en général la simultanéité de la diffusion des deux images. A mesure que le SOA ou l'ISI augmente par rapport à 0, cet effet s'estompe (Di Lollo, 1980). Pour un même mécanisme, la conséquence de l'intégration inter-canaux sur l'identification des stimuli (masquage ou facilitation) semble donc largement dépendante des relations spatiales entre les stimuli.
- L'inhibition inter-canaux, c'est-à-dire l'inhibition de l'activité tonique de la première image par l'activité phasique de la seconde. Le délai optimal pour que ce mécanisme intervienne au profit de la perception de la seconde image dépend de plusieurs facteurs (type de stimuli, tâche, etc), il avoisine généralement les 100 ms (Di Lollo, 1980). Ce mécanisme paraît convenir pour expliquer la diminution de l'effet d'amorçage en fonction du SOA entre les expériences 1 et 3.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Le modèle en deux canaux peut rendre compte à la fois de l'effet d'amorçage quantitatif obtenu dans les expériences 1 et 3, mais également de la diminution de son importance avec l'augmentation du SOA.

La supériorité des zones de contour intermédiaires

Kennedy & Domander (1985) ont abouti à la conclusion selon laquelle les zones de contour intermédiaires (situées entre les jonctions et les éléments mi-segments) étaient les zones les plus informatives du contour de l'objet. L'extrapolation du contour de la forme étant facilitée par la proximité spatiale entre les fragments, la distribution régulière et peu espacée des fragments le long du contour de la forme permettrait une meilleure identification. Cette hypothèse renvoient aux propriétés de proximité spatiale dans le processus de structuration de la forme (Zucker & Davis, 1988 ; Boucart et al, 1994). Ce type de fragmentation constitue la cible pour chaque type de séquences de l'expérience 3. L'insertion de ce type d'image en amorce (amorce « C ») faciliterait donc l'identification de la cible et compenserait le déficit quantitatif de ce type de séquence : les zones du contour les plus informatives seraient diffusées plus longtemps.

4. Le traitement qualitatif des zones de contour

L'objectif de ce travail était en quelque sorte double. Il visait à déterminer les zones de contour des objets les plus importantes pour la structuration de la forme, en cherchant à établir le niveau auquel s'opèrent ces traitements sur la base d'une dissociation conscient / non conscient. Or, aucune des études présentées n'a mis en évidence un traitement préférentiel du type de fragmentation, en position d'amorce ou de cible, à aucun des niveaux de traitement suggérés a priori (conscient / non conscient). Nos résultats ne rapportent en effet aucun impact du type de fragmentation lorsque les images étaient présentées en cible (expérience 1 et 2), en amorce (expérience 1), même lorsque sa détection consciente était méthodologiquement établie (expérience 3). L'absence d'effet qualitatif ne peut donc être attribuée au statut non conscient de l'amorce.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Les difficultés rencontrées pour mettre en évidence des effets d'amorçage subliminal dans le cadre de notre problématique peuvent s'expliquer par différents facteurs liés à chacun de ces deux objectifs.

Plusieurs hypothèses concernant les choix méthodologiques d'adaptation du protocole d'amorçage subliminal peuvent être proposées pour expliquer l'absence d'effets d'amorçage, notamment subliminal, constaté dans nos études.

Une situation pas suffisamment contrastée ?

Une première explication de l'absence d'effet d'amorçage subliminal part du constat que les études démontrant des effets d'amorçage subliminaux avec masquage se basent sur des paradigmes au sein desquels les amorces utilisées présentent des propriétés très contrastées.

Dans le modèle de l'accumulateur de Vorberg et al (2003), l'amorçage est attribué à une accumulation de « votes » neuronaux jusqu'à ce qu'un certain seuil de décision soit franchi (voir chapitre 3). L'accumulation de votes congruents liés à l'amorce et à la cible accélère la prise de décision, tandis que des votes non congruents la ralentit (ils orienteraient les votes neuronaux dans une mauvaise direction). Au regard de ce modèle, l'effet d'amorçage subliminal résulte donc de l'opposition entre deux situations fortement contrastée : congruence *versus* non congruence.

L'expérience de Dehaene et al (1998) constitue une illustration de ce type de protocole. La tâche du sujet était de déterminer si le nombre cible était inférieur ou supérieur à 5 (le nombre amorce était aléatoirement congruent ou non avec la cible). Dans de telles situations, où il existe clairement une amorce « congruente » et une autre « non congruente », il est donc difficile de déterminer si la significativité du contraste entre les temps de réaction selon le type d'amorce est attribuable à une facilitation (c'est-à-dire que la présence d'une amorce congruente facilite la réponse à la cible) ou à une inhibition (c'est-à-dire que l'amorce interfère avec l'interprétation de la cible). Deux solutions peuvent être proposées pour remédier à cette incertitude.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

a) Insérer une situation « contrôle », dénuée d'amorce

Si cette solution fut choisie avec succès par McCauley et al (1980), elle est néanmoins sujette à caution car la présence d'une amorce avant la cible, même non congruente, peut accélérer le temps de réponse (Fehrer & Raab, 1962). Mc Cauley et al (1980) ont également proposé l'hypothèse selon laquelle l'effet d'amorçage non conscient relèverait davantage d'un effet d'inhibition, c'est-à-dire d'interférence provoquée par les amorces non congruentes en comparaison avec les effets de facilitation engendrés par les amorces congruentes. Cette hypothèse peut être contestée en se référant aux études mettant en évidence des effets de distance concernant les nombres (Dehane et al, 1998).

b) Etablir des effets d'amorçage proportionnellement différents

Dans leur paradigme d'amorçage subliminal, Dehaene et al (1998) (voir également Naccache & Dehaene, 2001) démontrèrent l'allongement du temps de réaction à mesure que la distance séparant le nombre référence et le nombre cible s'étend, à l'image de ce qui s'observe en condition d'amorçage classique (Moyer & Landauer, 1967 ; Pinel et al, 2001). Si l'homogénéité de la distance dans le cadre de la quantité numérique est relativement simple à manipuler, tel n'est pas le cas pour la distance séparant la sémantique ou la valence émotionnelle des mots (Greenwald et al, 2003 ; Naccache, 2006) et a fortiori entre les concepts évoqués par les images (Greenwald et al, 1996), ou encore la distance de similitude visuelle pour les stimuli imagés (Bar & Biederman, 1998 ; Dell'Acqua & Grainger, 1999).

Dans nos expériences, quelle que soit la fragmentation considérée (J, MSG, ou condition « neutre »), chacune d'entre elles s'avéraient congruente avec la cible. S'il est exact que les effets subliminaux ne peuvent être mis en évidence qu'au travers de paradigmes fortement contrastés, il est donc possible que le contraste choisi entre ces trois types d'amorce ne soit pas suffisamment prononcé pour engendrer un effet d'amorçage subliminal différent selon le type d'amorce. L'introduction d'une condition supplémentaire, consistant à observer les effets d'amorces non congruentes avant l'image cible (par exemple l'image de l'arrosoir avant celui du bol), aurait permis d'en savoir plus à ce propos. Au-delà des nouveaux problèmes méthodologiques et théoriques que l'inclusion de cette condition aurait posé (notamment celle de maîtriser les potentiels liens sémantiques entre amorces non congruentes visuellement, mais congruentes sémantiquement : par exemple pingouin → éléphant ; ou bien encore les facilitations éventuelles liées à la similitude visuelle globale entre deux formes :

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

par exemple torche → pipe), elle s'écartait grandement de notre objectif initial, à savoir mettre en évidence des effets d'amorçage subliminaux qualitatifs en lien avec les processus de structuration de la forme nécessaires à l'identification des objets.

La primauté du sémantique pour les effets d'amorçage à court terme

L'expérience 3 de Dell'Acqua et Grainger (1999) présentaient des images cibles précédées d'images amorces sémantiquement reliées ou non. Une autre condition était ajoutée, dans laquelle l'image amorce était exactement la même que l'image cible, ce qui correspondait à une correspondance structurale maximale. Pourtant, les auteurs n'observèrent aucun effet de supériorité de cette dernière condition comparativement à celle où les images amorce et cible sont sémantiquement liées. Ce résultat renforce le niveau sémantique de l'effet d'amorçage subliminal.

Bar et Biederman (1998, 1999) démontrèrent quant à eux l'effet inverse, à savoir un effet d'amorçage subliminal à long terme (15 minutes) réservé aux images strictement identiques au niveau structural de description. Pour Dell'Acqua et Grainger (1999), ces deux études et d'autres (Greenwald et al, 1996) tendent à indiquer la limitation des effets subliminaux sémantiques aux situations où le délai entre amorce et cible est court (inférieur à 100 ms). Cette hypothèse peut s'appliquer à nos résultats : étant donné le SOA court entre l'amorce et la cible (51 ms), les conditions de présentation ne peuvent qu'engendrer un effet d'amorçage subliminal de type sémantique. Or, nos trois amorces différant uniquement sur le plan visuel et non conceptuel, aucun effet de type visuel ne pourrait être révélé.

Un niveau minimal d'activation

Les traitements établis comme non conscients et impactant la réponse consciente pourraient nécessiter un certain « niveau » ou « seuil » de stimulation permettant la prise en compte de ce stimulus subliminal dans l'élaboration d'une réponse consciente. Il existerait donc une certaine hiérarchie dans les stimuli « subliminaux » : les conditions de présentation de certains de ces stimuli seraient suffisantes pour impacter la réponse consciente, tandis que d'autres ne rempliraient pas cette condition et demeureraient sans effet.

Les résultats obtenus par McCauley et al (1980) suggèrent une logique comparable, selon laquelle si l'amorçage non conscient est possible, celui-ci pourrait toutefois requérir un certain niveau de stimulation.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Au cours d'une première phase, ils présentaient aux sujets des images cibles seules (sans amorce). La méthode des limites était employée afin d'établir individuellement le seuil de durée de présentation pour lequel le sujet obtenait 100% d'identifications correctes sur 6 essais consécutifs (« *full treshold* », moyenne : 90 ms), et celui pour lequel le sujet ne parvenait à identifier aucune image sur 6 essais consécutifs (« *zero treshold* », moyenne : 53 ms). Au cours de la seconde phase (la tâche indirecte), les sujets accomplissaient une tâche d'identification d'une image cible précédée d'une image amorce sémantiquement reliée ou non. Par exemple, une image cible représentant un chien pouvait être précédée d'un chat (les deux concepts étant considérés comme sémantiquement proches) ou d'un couteau (concepts sémantiquement plus éloignés). Un masque par pattern succédait aux images amorces pendant 50 ms, puis, après un ISI de 450 ms, l'image cible restait affichée jusqu'à la réponse du sujet. L'amorce était diffusée à « *full treshold* », « *zero treshold* », et à des durées encore inférieures correspondant aux deux tiers et au tiers du seuil zéro. Les cibles demeuraient affichées à l'écran jusqu'à l'émission de la réponse du sujet. Les résultats mirent en évidence un effet d'amorçage sémantique significatif pour des durées de présentation de l'amorce inférieures au seuil d'identification consciente, mais celui-ci disparaissait pour la durée de présentation la plus courte (17 ms). La manipulation de la durée de présentation de l'amorce, même en dessous du seuil d'identification consciente, peut donc impacter différentiellement l'effet d'amorçage.

Deux points demeurent toutefois critiquables d'après les critères standards (Holender, 1986 ; Schmidt & Vorberg, 2006 ; Kouider & Dehaene, 2007) : la tâche directe de perception des amorces (c'est-à-dire les seuils d'identification individuels) était effectuée a) à partir de séquences ne comprenant pas l'image cible, les conditions de présentations physiques dans les deux tâches n'étaient donc pas les mêmes et b) avant la tâche indirecte.

En plus de l'établissement d'une forme de « seuil de conscience » fonctionnant en mode « tout ou rien » (Dehaene, 3 février 2009) en deçà duquel le sujet ne peut consciemment identifier les stimuli, le niveau de stimulation en dessous du seuil de conscience est à considérer pour qu'un stimulus soit pris en compte « inconsciemment ». Ce système non conscient fonctionnerait de façon continue (Vorberg et al, 2003) : même non conscientes, une stimulation d'un niveau d'intensité très faible est moins susceptible d'impacter la réponse consciente du sujet qu'une stimulation non consciente d'un niveau d'intensité élevé.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Or, nos conditions de masquage étaient vraisemblablement assez sévères. La similitude structurale entre l'amorce et le masque (Turvey, 1973 ; Hellige et al, 1979 ; Delord, 1998) impliquait de manière importante des processus de masquage dits périphériques, c'est-à-dire opérant essentiellement à un niveau pré-cortical. Notre situation correspondait en effet aux critères généralement établis comme favorisant la domination de ces processus et établissant un masquage par intégration (Turvey, 1973) ou un mécanisme d'intégration intra-canaux (Breitmeyer et Ganz, 1976) : présentation binoculaire, SOA relativement court entre l'amorce et la cible (34 ms) et masquage par structure (Bugmann & Taylor, 2005).

Ces conditions sévères de masquage pouvaient donc rendre extrêmement difficile l'accès à l'information contenue dans l'amorce, et par conséquent empêcher toute possibilité d'effet d'amorçage subliminal. Cette hypothèse demeure toutefois fragilisée par le fait que dans l'expérience 3, la majorité des sujets parvenaient à détecter l'amorce : dans ces conditions d'amorçage non masqué et donc relativement peu sévères, la perception consciente de l'amorce ne suffisait pas non plus à entraîner un effet d'amorçage.

L'automaticité des processus

Dehaene (3 février 2009) suggère que les expériences démontrant un effet d'amorçage subliminal concernent essentiellement les traitements revêtant un haut degré d'automaticité. L'automaticité peut se définir par une absence de charge cognitive, une absence de contrôle, une certaine rapidité d'exécution des processus et l'inconscience de leur mise en œuvre (Perruchet, 1988). Dehaene cite notamment l'exemple du traitement de la quantité numérique, qui revêt, selon lui, un haut degré d'automaticité, conférant au nombre un « statut particulier ». L'amorçage subliminal resterait confiné à des chaînes de traitement particulièrement efficaces (Dehaene, 3 février 2009). Les jugements de direction de Vorberg et al (2003) figurent parmi les tâches considérés par Dehaene comme fortement automatisés.

Le degré insuffisant d'automaticité de la tâche peut-il expliquer les résultats négatifs de nos expériences ? La réponse à cette question implique de considérer deux aspects de notre méthodologie, au niveau desquels un déficit d'automaticité pouvait se révéler :

- Le paradigme expérimental, c'est-à-dire les conditions de présentations qui en découlent (caractère fragmenté des images cibles, temps de présentation très court, masquage)

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

- La tâche demandée au sujet : le choix d'une tâche de dénomination

a) Les conditions de présentation

Les effets d'amorçage subliminal s'observent en effet sur la base de la comparaison très fine de temps de réaction issus de tâches dont le taux de réussite est extrêmement élevé. Les résultats négatifs qui émergent de nos expériences incitent à interroger la conformité de notre paradigme à l'égard de cette exigence d'automaticité des processus impliqués.

La construction de notre paradigme été guidée par une volonté de tester à la fois les effets qualitatifs et quantitatifs de l'amorçage. Présenter les objets cible sous leur forme fragmentaire offrait cette possibilité.

Deux études références (Biederman, 1987 ; Boucart et al, 1995) démontraient un effet facilitateur de la présence des jonctions. Elles manipulaient des durées de présentations supraliminaires, pour des images contenant environ 30% du contour total (ces conditions sont donc comparables aux nôtres). Toutefois, ces deux études références différaient sur certains points méthodologiques :

- L'expérience de Biederman (1987) consistait en une présentation seule d'une image pendant 100 ms. L'effet facilitateur des jonctions s'observait par un meilleur taux d'identification. En revanche, la comparaison des temps de réaction ne permettait pas d'observer ce même effet.
- Boucart et al (1995) utilisaient le paradigme d'amorçage : l'image amorce fragmentée était présentée pendant 64 ms, suivie de la présentation (jusqu'à émission de la réponse du sujet) de l'image cible représentant le contour de l'objet dans son intégralité. Ce paradigme engendrait un très bon taux de réussite proche de l'effet plafond. Ici, l'effet facilitateur des jonctions s'inférait par la comparaison des temps de réaction (775 ms en moyenne pour les jonctions, 792 ms en moyenne pour les éléments mi-segments).

Notre paradigme combinait ceux de ces deux travaux, en présentant en cible une image fragmentée (Biederman, 1987) précédée d'images amorces elles aussi fragmentées (Boucart et al, 1995). Or, le caractère fragmentaire des images présentées en cible au cours de notre tâche implique une série de traitements perceptifs, notamment les processus de fermeture et de structuration de la forme, au sein desquels l'hypothèse d'un apport informationnel

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

qualitativement et/ou quantitativement différent de l'amorce est censée s'exprimer. Comparativement à une situation pour laquelle les conditions de présentation des images sont optimales, l'exécution de ces processus entraîne donc un coût cognitif supplémentaire, notamment en termes de ressources attentionnelles. Le degré d'automaticité de la tâche étant diminué, notre paradigme génèrerait trop de « bruit cognitif » pour espérer observer des effets de nature non consciente du type de fragmentation, dont on conçoit la « finesse » de la contribution au cours l'élaboration perceptive.

La tâche proposée par Boucart et al (1995) s'avère plus à même de revêtir des propriétés d'automaticité, et donc plus susceptible de mettre en évidence un effet de facilitation basée sur des étapes estimées comme précoces de l'élaboration perceptive, et permettant une structuration de la forme légèrement plus rapide (quelques dizaines de millisecondes).

Il est donc envisageable que les conditions de présentation de la cible étaient trop drastiques (caractère fragmentaire de l'image, temps limité de présentation, masquage) pour conférer à la tâche un statut d'automaticité, et donc permettre l'émergence d'un effet d'amorçage subliminal (expériences 3 et 4).

Dans l'expérience 4, la manipulation de la durée de présentation de la cible visait à augmenter le degré d'automaticité de la tâche. Toutefois, cette tentative, si elle a permis en effet de meilleurs taux d'identification, n'a pas fait émerger d'effets d'amorçage. Cependant, on ne peut pas totalement exclure, sur la base de l'expérience 4, l'hypothèse du niveau d'automaticité de la tâche. En dépit d'un temps de présentation assez long (750 ms), d'autres facteurs pourraient encore impacter négativement l'automaticité de la tâche (caractère fragmentaire de la cible, masquage). Le taux de réussite élevé (aux alentours de 84%) demeure quant à lui toujours en deçà des effets plafond régulièrement constaté dans les tâches d'amorçage subliminal ou supraliminaires comme celle de Boucart et al (1995). Cette dernière remarque pourrait également s'étendre aux conditions de présentations supraliminaires (expérience 3).

Pour répondre à l'ensemble de ces objections, nos résultats incitent à adopter un paradigme plus proche de celui de Boucart et al (1995) pour de futures recherches, c'est-à-dire un paradigme proposant l'intégralité du contour pour une durée illimitée jusqu'à l'émission de la réponse par le sujet. Ces objections seraient valables à la fois aux niveaux infra et supraliminaire d'expérimentation de l'amorçage selon le type de fragmentation.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

b) Le choix d'une tâche de dénomination

Le choix d'une tâche de dénomination s'explique par le fait que la littérature dans laquelle s'insère le premier aspect de notre problématique (le traitement visuel de certaines zones de contour) s'appuie généralement sur ce type de tâche (Biederman, 1987 ; Boucart et al, 1995). De plus, les résultats obtenus par Dell'Acqua et Grainger (1999) en dénomination sur une tâche d'amorçage subliminal à partir d'images laissaient entrevoir la possibilité d'étendre les effets d'amorçage supraliminaires relatifs aux zones de contour aux conditions de présentations infraliminaires.

La consigne de la tâche demeure toutefois à interroger. La dénomination fait appel à des processus d'autre nature que strictement visuel (code lexical, code sémantique, articulatoire, etc…), de fait, le temps d'accès au nom de l'objet peut entraîner des coûts cognitifs d'une autre nature que visuelle et constituer une forme de « bruit » éliminant les effets de facilitation de nature « perceptive » pouvant être attribués à la présence de certaines zones de contours. Une tâche de catégorisation sémantique, plus simple (Thorpe et al, 1995) pourrait être plus à même de faire émerger des différences basés sur des bas niveaux de l'élaboration perceptive, sur la base, par exemple, d'une dichotomie de type objet naturel *versus* artefactuel (Dell'Acqua & Grainger, 1999). Catégoriser un objet requiert en effet peu de temps (150 ms, d'après Thorpe et al, 1995), soit un délai avoisinant celui où Perruchet (1988) situe l'intervention des processus attentionnels (150-200ms).

Toutefois, dans les exemples cités les photographies (Thorpe et al, 1995) et les images (Dell'Acqua & Grainger, 1999) utilisées en cible sont présentées sous une forme « complète». Dans le cas d'une présentation fragmentée, le degré d'automaticité de la tâche de catégorisation pourrait s'avérer diminué.

Selon Dehaene, un degré élevé d'automaticité de la tâche est requis pour espérer observer des effets d'amorçage subliminal : moins de ressources attentionnelles étant engagées, l'automaticité du processus pourrait offrir la possibilité d'un effet d'amorçage subliminal. À certains égards, des modifications de notre paradigme expérimental peuvent donc être envisagées afin de répondre à cette exigence, et de vérifier la part du déficit d'automaticité dans l'absence de résultats positifs observée dans nos expériences.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Conclusion et perspectives de recherches

Cette thèse proposait d'explorer la dimension non consciente du traitement du contour des formes lors du processus d'identifications des objets, par l'utilisation du paradigme d'amorçage subliminal.

L'expérience 1 mettait en évidence un effet d'amorçage de type quantitatif que les expériences 3 et 4 n'ont pu répliquer. Diverses explications ont été proposées pour expliquer ces résultats.

Aucune des expériences ne démontre l'efficience d'un type de fragmentation particulier, ou l'interaction entre le type de fragmentation et la compacité de la forme. Cette absence d'effet ne peut être imputée aux conditions de présentation supraliminaire ou infraliminaire de l'amorce. Plus spécifiquement, en condition de présentation infraliminaire, ni la « puissance » du masquage (en fonction du masquage ou de l'absence de masquage de l'amorce), ni la difficulté de la tâche (inversement proportionnelle au temps de présentation de la cible) ne permet l'émergence d'un effet d'amorçage subliminal.

Concernant la perception non consciente, la littérature démontre que les effets d'amorçage subliminal sont d'une grande finesse, s'observant au niveau comportemental sur la base de différences de temps de réaction de l'ordre de quelques dizaines de millisecondes et sur des différences d'activation cérébrales toutes aussi fines dans les études d'imagerie. La construction de ce paradigme nécessite de prendre en compte une quantité très dense de paramètres issus de multiples domaines de la psychologie cognitive et de la perception visuelle (amorçage, masquage, distinction conscient/non conscient, théories de reconnaissance des objets etc). La contrepartie d'une telle richesse est la sensibilité de cette thématique aux incertitudes inhérentes à chacun des champs d'étude qui la concerne.

La possibilité d'observer des effets d'amorçage non conscient par cette méthode semble donc pour l'instant limitée à des tâches d'une grande automaticité nécessitant peu de ressources attentionnelles, conditions auxquelles nos expériences ne peuvent prétendre répondre avec certitude.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Il importe fondamentalement de souligner la nature contradictoire, à laquelle nos résultats font écho, de la littérature depuis plusieurs décennies quant aux zones de contours les plus informatives pour la structuration de la forme. Trois hypothèses majeures existent aujourd'hui quant aux zones du contour étant les plus informatives pour l'identification d'objet : les angles et les indices de tridimensionnalité (Biederman, 1987 ; Boucart et al, 1995), les éléments mi-segments (Kennedy & Domander, 1985, Singh & Fulvio, 2005 ; Panis et al, 2008), et une interaction entre le type de fragmentation et le degré de spécificité de la forme globale (Panis & Wagemans, 2009). Il est même possible d'ajouter à cette liste l'hypothèse selon laquelle les zones de contour intermédiaires entre les éléments mi-segments et les jonctions seraient les plus efficientes (Kennedy & Domander, 1985). De fait, très peu d'aspects issus de cette conceptualisation du traitement de l'information visuelle font consensus.

Toutefois, dans l'objectif de contribuer à atténuer ces contradictions, la combinaison du type de fragmentation du contour des images et du paradigme d'amorçage semble constituer une approche méthodologique fructueuse au regard des deux axes majeurs autour desquels ce travail s'est polarisé :

- La détermination des zones de contours les plus informatives pour la structuration de la forme
- La détermination de la nature consciente ou non consciente de ces traitements

Cependant, un certain nombre de corrections et d'ajustements s'avèrent nécessaires afin de répondre aux imperfections méthodologiques des expériences présentées ici et aux questions soulevées par leurs résultats, notamment l'incertitude liée au degré possiblement insuffisant d'automaticité des tâches que nous proposions. Il apparaît indispensable de scinder notre problématique initiale en différents axes, afin d'être en mesure de répondre à certaines questions avant de pouvoir les réunir.

Un premier axe pourrait consister à évaluer systématiquement les effets de sommation de luminance fragilisant l'interprétation de certains de nos résultats quand à un traitement quantitatif de l'information. Des doutes ont été formulés concernant l'application à notre paradigme de la solution proposée par Boucart et al (1995). Pour trancher, une mesure directe et systématique de l'effet du décalage angulaire de l'amorce par rapport à la cible (lorsque les deux images sont strictement identiques) s'impose. La manipulation de la durée du SOA entre cible et amorce identiques permettrait en complément de tester l'application à notre matériel

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

expérimental de la diminution des effets de sommation de luminance avec l'augmentation du SOA observée par Hellige et al (1979). De même, notre interprétation de la disparition de l'effet d'amorçage quantitatif entre les expériences 1 et 3 comme la conséquence de l'augmentation du SOA et l'intervention du mécanisme d'inhibition inter-canaux (Breitmeyer & Ganz, 1976 ; Di Lollo, 1980) pourrait être confirmée ou infirmée par l'analyse des fonctions obtenues via la manipulation systématique du SOA entre l'amorce et la cible complémentaire.

Les investigations quant aux zones de contour les plus informatives (ainsi que l'hypothèse d'interaction entre le type de fragmentation et la compacité) pourraient se poursuive en prenant soin d'améliorer certains points :

- Deux solutions ont été envisagées afin de réduire l'incertitude quant au degré présumé insuffisant d'automaticité générée par notre paradigme expérimental et faire émerger l'avantage perceptif liée au type de fragmentation : a) le remplacement de la cible fragmentée par une cible représentant l'intégralité du contour de l'objet (Boucart et al, 1995), et b) la substitution de la tâche de dénomination par une tâche de catégorisation sémantique. La diminution ou l'augmentation de la quantité de contour (Panis & Wagemans, 2009) présentée en amorce peut également être un paramètre susceptible de moduler le degré d'automaticité de la tâche.
- La question de l'efficience des zones de contours « intermédiaires » (Kennedy & Domander, 1985) pourrait également être mise à l'épreuve en proposant des séquences où l'impact de celles-ci soit évalué en tant qu'amorce (au même titre que celui des images comportant les jonctions et de celles comportant les éléments mi-segments).
- Les expériences décrites dans ce travail comportaient au maximum 26 objets. Bien que ce chiffre soit au total supérieur à celui de certaines études précédemment citées en référence (Biederman, 1987 ; Boucart et al, 1995), il demeure inférieur à d'autres (Panis et al, 2008 ; Panis & Wagemans, 2009). La mise en suspend provisoire de la nature consciente ou non consciente du traitement de ces différentes zones de contour permettrait d'alléger la durée de passation des expériences, et donc d'augmenter la quantité de stimuli testés.

Ces incertitudes dissipées, l'évaluation de la nature consciente ou non consciente de ces traitements « quantitatifs » ou « qualitatifs » de l'information liée au contour de l'objet

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

pourrait être abordée sur une base théorique et empirique plus solide, via le paradigme d'amorçage subliminal.

Le paradigme d'amorçage subliminal se présente comme une méthodologie pertinente dans l'objectif d'explorer les composantes non conscientes de l'identification des objets, ou plus généralement de la perception visuelle. Des approches théoriques différentes de celle proposée dans ce travail pourraient bénéficier de ce paradigme. Il pourrait enrichir, par exemple, l'étude des processus précoces de traitement tels que conçus dans les modèles *coarse-to-fine,* bénéficiant de réplications expérimentales conséquentes et d'une implémentation physiologique étayée. La prééminence et la précocité du traitement des basses fréquences (voir chapitre 1), observées notamment en condition d'amorçage supraliminal, rend en effet légitime l'hypothèse d'un traitement non conscient des BF, et élaboration de paradigmes expérimentaux originaux explorant cette dimension.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abrams, R. L., & Greenwald, A. G. (2000). Parts Outweigh the Whole (Word) in Unconscious Analysis of Meaning. *Psychological Science*, *11*(2), 118 -124.

Anderson, J. (1976). *Language, memory, and thought*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Ansorge, U. (2004). Top - down contingencies of nonconscious priming revealed by dual - task interference. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, *57*(6), 1123-1148.

Averbach, E., & Sperling, G. (1961). Short-term storage of information in vision. In *Information Theory* (p. 196–211). London: Butterworth.

Baars, B. J. (1997). Some Essential Differences between Consciousness and Attention, Perception, and Working Memory. *Consciousness and Cognition*, *6*(2–3), 363-371.

Baars, B. J. (2002). The conscious access hypothesis: origins and recent evidence. *Trends in Cognitive Sciences*, *6*(1), 47-52.

Baars, B. J., & Franklin, S. (2003). How conscious experience and working memory interact. *Trends in Cognitive Sciences*, *7*(4), 166-172.

Bachmann, T. (1984). The process of perceptual retouch: Nonspecific afferent activation dynamics in explaining visual masking. *Perception & Psychophysics*, *35*(1), 69-84.

Bachmann, T. (1997). Visibility of Brief Images: The Dual-Process Approach. *Consciousness and Cognition*, *6*(4), 491-518.

Bacon-Macé, N. (2006). *Contraintes temporelles des traitements visuels dans une tâche de catégorisation de scènes naturelles*. Université Paul Sabatier, Toulouse 3.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Baddeley, A. (1986). Working Memory, Reading and Dyslexia. In *Advances in Psychology* (Vol. Volume 34, p. 141-152). North-Holland.

Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, *4*(11), 417-423.

Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working Memory. In *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. Volume 8, p. 47-89). Academic Press.

Bagot, J. D. (1999). *Information, sensation et perception*. A. Colin.

Bar, M., & Biederman, I. (1998). Subliminal visual priming. *Psychological Science*, *9*, 464-469.

Bartram, D. J. (1974). The role of visual and semantic codes in object naming. *Cognitive Psychology*, *6*(3), 325-356.

Beck, J., Rosenfield, A., & Ivry, R. (1989). Line segregation. *Spatial Vision*, (4), 75-101.

Biederman, I. (1987). Recognition-by-Components: A Theory of Human Image Understanding. *Psychological Review*, *94*(2), 115-147.

Biederman, I. (2007). Recent psychophysical and neural research in shape recognition. In N. Osaka, I. Rentschler, & I. Biederman (Éd.), *Object recognition, attention, and action*.

Biederman, I., & Cooper, E. (1991). Evidence for complete translational and reflectional invariance in visual object priming. *Perception*, *20*, 585-593.

Biederman, I., & Cooper, E. E. (1992). Size Invariance in Visual Object Priming. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *18*(1), 121-133.

Biederman, I., & Gerhardstein, P. C. (1993). Recognizing Depth-Rotated Objects: Evidence and Conditions for Three-Dimensional Viewpoint Invariance. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *19*(6), 1162-1182.

Bloch, A. (1885). *Experience sur la vision. Comptes Rendus de Seances de la Societe de Biologie* (No. 37) (p. 493-495). Paris.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Block, N. (1992). Begging the question against phenomenal consciousness (commentary on Dennett and Kinsbourne). *Behavioral and Brain Sciences*, *15*, 205-6.

Block, N. (1995). On a confusion about the function of consciousness. *Behavioral and Brain Sciences*, *18*, 227-47.

Block, N. (1996). How not to find the neural correlate of consciousness. In *[Book Chapter] (Unpublished)*.

Bonin, P., & Fayol, M. (2002). *Production verbale de mots: Approche cognitive*. De Boeck Université.

Bonnet, C. (1998). La Perception. In *Psychologie Cognitive* (Bréal., p. 72-136).

Boucart, M. (1996). *La reconnaissance des objets* (Presses Universitaires de Grenoble.). Grenoble.

Boucart, M., Delord, S., & Giersch, A. (1994). The computation of contour information in complex objects. *Perception*, *23*, 399–409.

Boucart, M., Grainger, J., & Ferrand, L. (1995). Three dimensional features facilates object recognition. *Visual Cognition*, *2*(4), 451-478.

Boucart, M., & Humphreys, G. W. (1992a). Global Shape Cannot Be Attended Without Object Identification. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *18*(3), 785-806.

Boucart, M., & Humphreys, G. W. (1992b). The computation of perceptual structure from collinearity and closure: Normality and pathology. *Neuropsychologia*, *30*(6), 527-546.

Breitmeyer, B., & Ogmen, H. (2000). Recent models and findings in visual backward masking: A comparison, review, and update. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *62*(8), 1572-1595.

Breitmeyer, B.G., & Öğmen, H. (2006). *Visual Masking: Time Slices Through Conscious And Unconscious Vision*. Oxford University Press.

Breitmeyer, Bruno G. (1978). Metacontrast masking as a function of mask energy. *Bulletin of the Psychonomic Society*, *12*(1), 50-52.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Breitmeyer, Bruno G., & Ganz, L. (1976). Implications of sustained and transient channels for theories of visual pattern masking, saccadic suppression, and information processing. *Psychological Review*, *83*(1), 1-36.

Broadbent, D.E. (1958). *Perception and communication*. Pergamon Press.

Broadbent, Donald E. (1982). Task combination and selective intake of information. *Acta Psychologica*, *50*(3), 253-290.

Bugmann, G., & Taylor, J. G. (2005). A model of visual backward masking. *Biosystems*, *79*(1–3), 151-158.

Buser, P. (1998). *Cerveau de soi, cerveau de l'autre: neurobiologie, conscience et inconscient*. Odile Jacob.

Camus, J. F. (1996). *La psychologie cognitive de l'attention*. Armand Colin.

Cave, C., & Kosslyn, S. (s. d.). The role of parts and spatial relations in object identification. *Perception*, *22*, 229-248.

Chalmers, D. J. (1995). Facing up to the problem of consciousness, *2*(3).

Cheesman, J., & Merikle, P. M. (1984). Priming with and without awareness. *Perception and Psychophysics*, *36*, 387-95.

Coltheart, M. (1980). Iconic memory and visible persistence. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *27*(3), 183-228.

Cooper, E. E., Biederman, I., & Hummel, J. E. (1992). Metric invariance in object recognition: A review and further evidence. *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie*, *46*(2), 191-214.

Cousins, N. (1957). Smudging the subconscious. *Saturday Review*, *40*(20).

Dagenbach, D., Carr, T. H., & Wilhelmsen, A. (1989). Task-induced strategies and near-threshold priming: Conscious influences on unconscious perception. *Journal of Memory and Language*, *28*(4), 412-443.

De Valois, R., & De Valois, K. (1988). *Spatial vision* (Oxford University Press.). New York.

De Winter, J, & Wagemans, J. (2008a). The awakening of Attneave's sleeping cat: Identification of everyday objects on the basis of straight-line versions of outlines. *Perception*, *37*(2), 245-270.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

De Winter, J, & Wagemans, J. P. (2008b). Perceptual saliency of points along the contour of everyday objects: A large-scale study, *Perception & Psychophysics*(70), 50–64.

De Winter, Joeri, & Wagemans, J. (2006). Segmentation of object outlines into parts: A large-scale integrative study. *Cognition*, *99*(3), 275-325.

Dehaene, S. (2009a, janvier 6). *L'inconscient cognitif et la profondeur des opérations subliminales : L'inconscient cognitif : une introduction historique et critique*. Collège de France.

Dehaene, S. (2009b, janvier 20). *L'inconscient cognitif et la profondeur des opérations subliminales : 1001 manières de rendre une information non-consciente (suite)*. Collège de France.

Dehaene, S. (2009c, janvier 20). *L'inconscient cognitif et la profondeur des opérations subliminales : Comment vérifier l'absence de conscience?* Collège de France.

Dehaene, S. (2009d, janvier 27). *L'inconscient cognitif et la profondeur des opérations subliminales : Un stimulus subliminal peut-il être traité au niveau sémantique ?* Collège de France.

Dehaene, S. (2009e, février 3). *L'inconscient cognitif et la profondeur des opérations subliminales : Modulation subliminale de la prise de décision*. Collège de France.

Dehaene, S. (2009f, février 10). *L'inconscient cognitif et la profondeur des opérations subliminales : L'attention peut-elle moduler le traitement non-conscient ?* Collège de France.

Dehaene, S. (2009g, mars 3). *L'inconscient cognitif et la profondeur des opérations subliminales : Peut-on apprendre sans conscience ?* Collège de France.

Dehaene, S. (2009h, mars 10). *L'inconscient cognitif et la profondeur des opérations subliminales : Un stimulus non-conscient peut-il moduler le contrôle exécutif ?* Collège de France.

Dehaene, S. (2010a, janvier 5). *L'accès à la conscience : Introduction à l'étude expérimentale de la conscience*. Collège de France.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Dehaene, S. (2010b, janvier 12). *L'accès à la conscience : Théories de la consciences*. Collège de France.

Dehaene, S. (2010c, février 23). *L'accès à la conscience : Applications cliniques : coma et patients non-communicants*. Collège de France.

Dehaene, S., & Changeux, J.-P. (2004). Neural mechanisms for access to consciousness. In M. Gazzaniga (Éd.), *The Cognitive Neurosciences*.

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

Dehaene, S., Kerszberg, M., & Changeux, J.-P. (1998). A neuronal model of a global workspace in effortful cognitive tasks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *95*(24), 14529 -14534.

Dehaene, S., Naccache, L., Cohen, L. J., Le Bihan, D., Mangin, J.-F., Poline, J.-B., & Rivière, D. (2001). Cerebral mechanisms of word masking and unconscious repetition priming. *Nature Neuroscience*, *4*(7), 752-758.

Dehaene, S., Naccache, L., Le Clec'H, G., Koechlin, E., Mueller, M., Dehaene-Lambertz, G., … Le Bihan, D. (1998). Imaging unconscious semantic priming. *Nature*, *395*(6702), 597-600.

Dell'Acqua, R., & Grainger, J. (1999). Unconscious semantic priming from pictures. *Cognition*, *73*(1), B1-B15.

Delord, S. (1998). Which mask is the most efficient: A pattern or a noise? It depends on the task. *Visual Cognition*, *5*(3), 313-338.

Depraz, N. (2001). *La conscience: approches croisées : des classiques aux sciences cognitives*. Armand Colin.

Di Lollo, V. (1980). Temporal integration in visual memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, *109*(1), 75-97.

Dixon, N. F. (1971). *Subliminal perception: the nature of a controversy*. McGraw-Hill.

Dixon, N. F. (1981). *Preconscious processing*. Wiley.

Dodge, Y. (2004). *Statistique: dictionnaire encyclopédique*. Springer.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Draine, S. C., & Greenwald, A. G. (1998). Replicable Unconscious Semantic Priming. *Journal of Experimental Psychology: General*, *127*(3), 286-303.

Dupoux, E., Gardelle, V. de, & Kouider, S. (2008). Subliminal speech perception and auditory streaming. *Cognition*, *109*(2), 267-273.

Eastwood, J., Smilek, D., & Merikle, P. M. (2001). Differential attentional guidance by unattended faces expressing positive and negative emotion. *Perception & Psychophysics*, *63*(6), 1004-13.

Edelman, G. M., & Gerschenfeld, A. (2008). *Biologie de la conscience*. Odile Jacob.

Elder, J., & Zucker, S. (1993). The effect of contour closure on the rapid discrimination of two-dimensional shapes. *Vision Research*, *33*(7), 981-991.

Elder, J., & Zucker, S. (1994). A measure of closure. *Vision Research*, *34*(24), 3361-3369.

Enns, J. T., & Rensink, R. A. (1991). Preattentive Recovery of Three-Dimensional Orientation From Line Drawings. *Psychological Review*, *98*(3), 335-351.

Eriksen, C. (1966). Temporal luminance summation effects in backward and forward masking. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *1*(2), 87-92.

Eriksen, C. W. (1960). Discrimination and learning without awareness: A methodological survey and evaluation. *Psychological Review*, *67*(5), 279-300.

Evett, L. J., & Humphreys, G. W. (1981). The use of abstract graphemic information in lexical access. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, *33*(4), 325-350.

Fehrer, E., & Biederman, I. (1962). A comparison of reaction time and verbal report in the detection of masked stimuli. *Journal of Experimental Psychology*, *64*(2), 126-130.

Fehrer, E., & Raab, D. (1962). Reaction time to stimuli masked by metacontrast. *Journal of Experimental Psychology*, *63*(2), 143-147.

Ferrand, L., & Grainger, J. (1992). Phonology and orthography in visual word recognition: Evidence from masked nonword priming. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 353-372.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Ferrand, L., & Grainger, J. (1993). The time course of orthographic and phonological code activation in the early phases of visual word recognition. *Bulletin of the Psychonomic Society*, *31*(2), 119-122.

Ferrand, L., Humphreys, G., & Segui, J. (1998). Masked repetition and phonological priming in picture naming. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *60*(2), 263-274.

Fodor, J. A. (1983). *The modularity of mind: an essay on faculty psychology*. MIT Press.

Forster, K. I., & Davis, C. (1984). Repetition priming and frequency attenuation in lexical access. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *10*(4), 680-698.

Fraisse, P. (1992). *Des choses et des mots: la prise d'information*. Presses universitaires de France.

Fukushima, K. (1980). Neocognitron: A self-organizing neural network model for a mechanism of pattern recognition unaffected by shift in position. *Biological Cybernetics*, *36*(4), 193-202.

Gagnepain, P., Lebreton, K., & Eustache, F. (2006). À la recherche d'une mémoire perceptive pour la forme auditive des mots : apport des études sur l'amorçage perceptif. *L'Année psychologique*, *106*(04), 543-566.

Gaillard, J., Boulliou, R., & Gautier, C. (1996). Théorie des « GEONS » et interprétation quantitative dans une tâche d'identification d'objets. *L'Année Psychologique*, *96*, 561-586.

Gerlach, C., Law, I., & Paulson, O. B. (2004). Structural similarity and category-specificity: a refined account. *Neuropsychologia*, *42*(11), 1543-1553.

Gerlach, C., Law, I., & Paulson, O. B. (2006). Shape configuration and category-specificity. *Neuropsychologia*, *44*(7), 1247-1260.

Ginsburg, A. (1986). Spatial filtering and visual form perception. In K. Boff, L. Kaufman, & J. Thomas (Éd.), *Hanbook of perception and human performance, Volume II : Cognitive process and performance* (p. 1-41). New York, NY: John Wiley & Sons.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Goodglass, H., Theurkauf, J. C., & Wingfield, A. (1984). Naming latencies as evidence for two modes of lexical retrieval. *Applied Psycholinguistics*, *5*(02), 135-146.

Graboi, D., & Lisman, J. (2003). Recognition by top-down and bottom-up processing in cortex: the control of selective attention. *Journal of Neurophysiology*, *90*(2), 798-810.

Greenwald, A. G., Abrams, R. L., Naccache, L., & Dehaene, S. (2003). Long-Term Semantic Memory Versus Contextual Memory in Unconscious Number Processing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *29*(2), 235-247.

Greenwald, A. G., Draine, S. C., & Abrams, R. L. (1996). Three Cognitive Markers of Unconscious Semantic Activation. *Science*, *273*(5282), 1699 -1702.

Greenwald, A. G., Klinger, M. R., & Schuh, E. S. (1995). Activation by Marginally Perceptible (« Subliminal ») Stimuli: Dissociation of Unconscious From Conscious Cognition. *Journal of Experimental Psychology: General*, *124*(1), 22-42.

Harmon, L. D., & Julesz, B. (1973). Masking in Visual Recognition: Effects of Two-Dimensional Filtered Noise. *Science*, *180*(4091), 1194 -1197.

Hellige, J. B., Walsh, D. A., Lawrence, V. W., & Prasse, M. (1979). Figural relationship effects and mechanisms of visual masking. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *5*(1), 88-100.

Henson, R., Mouchlianitis, E., Matthews, W., & Kouider, S. (2008). Electrophysiological correlates of masked face priming. *NeuroImage*, *40*, 884–895.

Hinton, G. E., & Anderson, J. A. (1981). *Parallel models of associative memory*. Lawrence Erlbaum Associates.

Hoffman, D. D., & Singh, M. (1997). Salience of visual parts. *Cognition*, *63*(1), 29-78.

Holender, D. (1986a). Conceptual, experimental, and theoretical indeterminacies in research on semantic activation without conscious identification. *Behavioral and Brain Sciences*, *9*(01), 50-66.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Holender, D. (1986b). Semantic activation without conscious identification in dichotic listening, parafoveal vision, and visual masking: A survey and appraisal. *Behavioral and Brain Sciences*, *9*(01), 1-23.

Holender, D. (1987a). Is the unconscious amenable to scientific scrutiny? *Canadian Psychology/Psychologie canadienne*, *28*(2), 120-123.

Holender, D. (1987b). Semantic activation without conscious identification: Can progress be made? *Behavioral and Brain Sciences*, *10*(04), 768-773.

Holender, D., & Duscherer, K. (2005). Perception implicite/inconsciente : vers des changements conceptuels majeurs ? In T. Almeida, L. Abbeduto, & J. Junça de Morais (Éd.), *Estudos sobre a mente: Homenagem a Carlos Brito Mendes* (p. 199-226).

Hood, D., & Finkielstein, M. (1986). Sensitivity to light. In K. Boff, L. Kaufman, & J. Thomas (Éd.), *Handbook of perception and human performance, Volume 1: Sensory processes and perception*. New York, NY: John Wiley & Sons.

Howell, D. C. (2008). *Méthodes statistiques en sciences humaines*. (M. Rogier, V. Yzerbyt, & Y. Bestgen, Trad.). De Boeck.

Huellman, J., te Winkel, W., & Boselie, F. (2000). Concavities as basic features in visual search: Evidence from search asymmetries. *Perception and psychophysics*, *62*, 162–174.

Hummel, J. E., & Biederman, I. (1992). Dynamic Binding in a Neural Network for Shape Recognition. *Psychological Review*, *99*(3), 480-517.

Humphreys, G. W., Keulers, N., & Donnelly, N. (1994). Parallel visual coding in three dimensions. *Perception*, *23*(4), 453-470.

Humphreys, G. W., Riddoch, M. J., & Quinlan, P. T. (1988). Cascade processes in picture identification. *Cognitive Neuropsychology*, *5*(1), 67-104.

Jescheniak, J. D., & Levelt, W. J. M. (1994). Word frequency effects in speech production: Retrieval of syntactic information and of phonological form. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *20*(4), 824-843.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Johnston, A., & Dark, V. (1982). In defense of intrapercetual theories of attention. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, *3*, 402-421.

Johnston, A., & Dark, V. (1986). Selective attention. *Annual Review of Psychology*, *37*, 43-75.

Jouhet, P. (1993). *Mémoire et conscience*. Presses universitaires de France.

Kennedy, J. M., & Domander, R. (1985). Shape and contour: the points of maximum change are least useful for recognition. *Perception*, *14*(3), 367-370.

Kentridge, R. W., Nijboer, T. C. W., & Heywood, C. A. (2008). Attended but unseen: Visual attention is not sufficient for visual awareness. *Neuropsychologia*, *46*(3), 864-869.

Kihlstrom, J. (1987). The cognitive unconscious. *Science*, *237*(4821), 1445 -1452.

Kimchi, R., & Bloch, B. (1998). Dominance of configural properties in visual form perception. *Psychonomic Bulletin & Review*, *5*(1), 135-139.

Kinsbourne, M., & Warrington, E. K. (1962). The effect of an after-coming random pattern on the perception of brief visual stimuli. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *14*(4), 223-234.

Koch, C. (2006). *A la recherche de la conscience: Une enquête neurobiologique*. (C. Pallier, Trad.). O. Jacob.

Kolers, P. A. (1962). Intensity and contour effects in visual masking. *Vision Research*, *2*(9–10), 277-IN4.

Kouider, S, Eger, E., Dolan, R., & Henson, R. (2009). Activity in face-responsive brain regions is modulated by invisible, attended faces: evidence from masked priming. *Cereb Cortex*, *19*(1), 13-23.

Kouider, Sid, & Dehaene, S. (2007). Levels of processing during non-conscious perception: A critical review of visual masking. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B*, *362*(1481), 857-875.

Kouider, Sid, & Dupoux, E. (2004). Partial awareness creates the « illusion » of subliminal semantic priming. *Psychological Science*, *15*(2), 75-81.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Kunde, W., Kiesel, A., & Hoffmann, J. (2003). Conscious control over the content of unconscious cognition. *Cognition*, *88*(2), 223-242.

Kunst-Wilson, W. R., & Zajonc, R. B. (1980). Affective discrimination of stimuli that cannot be recognized. *Science*, *207*, 557-58.

Lachter, J., & Durgin, F. H. (1999). Metacontrast masking functions: A question of speed? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *25*(4), 936-947.

Lamberts, K. (2000). Information-accumulation theory of speeded categorization. *Psychological Review*, *107*(2), 227-60.

Lamme, V. A. F. (2003). Why visual attention and awareness are different. *Trends in Cognitive Sciences*, *7*(1), 12-18.

Lamme, V. A. F. (2006). Towards a true neural stance on consciousness. *Trends in Cognitive Sciences*, *10*(11), 494-501.

Lau, H. C., & Passingham, R. E. (2007). Unconscious Activation of the Cognitive Control System in the Human Prefrontal Cortex. *The Journal of Neuroscience*, *27*(21), 5805 -5811.

Logothetis, N. K., Pauls, J., & Poggio, T. (1995). Shape representation in the inferior temporal cortex of monkeys. *Current Biology*, *5*(5), 552-563.

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

Marcel, A. J. (Paper presented at the meeting of the Experimental Psychology Society). *Perception with and without awareness*. Stirling, Scotland.

Marcel, A. J. (1980). Conscious and preconscious recognition of polysemous words: Locating the selective effects of prior verbal context. In R. Nickerson (Éd.), *Attention and performance* (Vol. 8). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Marcel, A. J. (1983a). Conscious and unconscious perception: An approach to the relations between phenomenal experience and perceptual processes. *Cognitive Psychology*, *15*, 238-300.

Marcel, A. J. (1983b). Conscious and unconscious perception: Experiments on visual masking and word recognition. *Cognitive Psychology*, *15*, 197-237.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Marendaz, C., Rousset, S., & Charnallet, A. (2003). La reconnaissance des scènes, des objets et des visages. In *Perception et Réalité* (De Boeck., p. 247-273). Bruxelles.

Marr, D. (1982). *Vision : A computational investigation into the human representation and processing of visual information*. San Francisco: W.H. Freeman & Co.

Marr, D., & Nishihara, H. (1978). Representation and recognition of the spatial organization of three-dimensional shapes. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, *200*, 269-294.

Marzi, C. A., Di Stefano, M., Tassinari, G., & Crea, F. (1979). Iconic storage in the two hemispheres. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, *5*(1), 31-41.

Marzouki, Y., Grainger, J., & Theeuwes, J. (2007). Exogenous spatial cueing modulates subliminal masked priming. *Acta Psychologica*, *126*(1), 34-45.

Mattler, U. (2003). Priming of mental operations by masked stimuli. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *65*(2), 167-187.

McCauley, T., Parmalee, C., Sperber, R. D., & Carr, T. H. (1980). Early extraction of meaning from pictures and its relation to conscious identifcation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *6*, 265-276.

Mel, B. (1997). SEEMORE: Combining color, shape, and texture histogramming in a neurally-inspired approach to visual object recognition. *Neural Computation*, *9*, 777-804.

Merikle, P. M. (1982). Unconscious perception revisited. *Perception and Psychophysics*, *31*, 298-301.

Merikle, P. M. (2000). Subliminal Perception. In A. Kazdin (Éd.), *Encyclopedia of Psychology* (Vol. 7, p. 497-499). New York: Oxford University Press.

Meyer, D. E., & Schvaneveldt, R. W. (s. d.). Facilitation in recognizing pairs of words: Evidence of a dependence between retrieval operations. *Journal of Exxperimental Psychology: General*, (90), 227-234.

Michaels, C., & Turvey, M. (1979). Central sources of visual masking: Indexing structures supporting seeing at a single, brief glance. *Psychological Research*, *41*, 1-61.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Mitov, D., Vassilev, A., & Manahilov, V. (1981). Transient and sustained masking. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *30*(3), 205-210.

Moyer, R. S., & Landauer, T. K. (1973). Determinants of reaction time for digit inequality judgments. *Bulletin of the Psychonomic Society*, *1*(3), 167-168.

Naccache, L. (2006). *Le nouvel inconscient: Freud, Christophe Colomb des neurosciences*. Jacob.

Naccache L., Blandin E., & Dehaene S. (2002). Unconscious Masked Priming Depends on Temporal Attention. *Psychological Science*, *13*(5), 416-424.

Naccache, Lionel, & Dehaene, S. (2001). Unconscious semantic priming extends to novel unseen stimuli. *Cognition*, *80*(3), 215-229.

Naccache, Lionel, Gaillard, R., Adam, C., Hasboun, D., Clémenceau, S., Baulac, M., … Cohen, L. (2005). A direct intracranial record of emotions evoked by subliminal words. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *102*(21), 7713 -7717.

Nagel, T. (1974). What is it like to be a bat? *Philosophical Review*, *83*(October).

Nakamura, K., Dehaene, S., Jobert, A., Bihan, D. L., & Kouider, S. (2005). Subliminal Convergence of Kanji and Kana Words: Further Evidence for Functional Parcellation of the Posterior Temporal Cortex in Visual Word Perception. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *17*(6), 954-968.

Neely, J. H. (1991). Semantic priming effects in visual word recognition: a selective review of current findings and theories. In D. Besner & G. W. Humphreys (Éd.), *Basic Processes in Reading: Visual Word Recognition* (p. 264–336). New Jersey: Erlbaum.

Neisser, U. (1967). *Cognitive psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.

Nelder, J., & Wedderburn, R. (1972). Generalized Linear Models. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, *135*(3), 370–384.

Neumann, O., & Klotz, W. (1994). Motor responses to nonreportable, masked stimuli : where is the limit of direct parameter specification? Conscious and nonconscious information processing: attention and performance. In C. Umilta & M. Moscovitch (Éd.), *Conscious and nonconscious information processing: attention and performance* (Vol. 15, p. 123–150). Cambridge, MA: MIT Press.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Nieuwenhuis, S., Ridderinkhof, K. R., Blom, J., Band, J., & Kok, A. (2001). Error-related brain potentials are differentially related to awareness of response errors : Evidence from an antisaccade task, *38*(5), 752-760.

Nolan, K. A., & Caramazza, A. (1982). Unconscious perception of meaning: A failure to replicate. *Bulletin of the Psychonomic Society*, *20*(1), 23-26.

Norman, D., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behaviour. In R. Davidson, G. Schwartz, & D. Shapiro (Éd.), *Consciousness and self-regulation* (p. 1-14). New York: Plenum Press.

Nosofsky, R. M. (1986). Attention, similarity, and the identification–categorization relationship. *Journal of Experimental Psychology: General*, *115*(1), 39-57.

Nowak, L. G., Munk, M., Girard, P., & Bullier, J. (1995). Visual latencies in areas V1 and V2 of the macaque monkey. *Visual Neuroscience*, *12*, 371-84.

Öğmen, H. (1993). A neural theory of retino-cortical dynamics. *Neural Networks*, *6*(2), 245-273.

Ogmen, H., Breitmeyer, B. G., & Melvin, R. (2003). The what and where in visual masking. *Vision Research*, *12*(43), 1337-50.

Oldfield, R. C., & Wingfield, A. (1964). The Time it Takes to Name an Object. *Nature*, *202*(4936), 1031-1032.

Oldfield, R. C., & Wingfield, A. (1965). Response latencies in naming objects. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *17*(4), 273-281.

Oliva, A. (1995). *Perception de scènes: Traitement fréquentiel du signal visuel, aspects psychophysiques et neurophysiologiques*. Institut National Polytechnique, Grenoble.

Oliva, A., & Schyns, P. G. (1997). Coarse Blobs or Fine Edges? Evidence That Information Diagnosticity Changes the Perception of Complex Visual Stimuli. *Cognitive Psychology*, *34*(1), 72-107.

Olzak, L., & Thomas, J. (1986). Seeing spatial patterns. In K. Bauff, L. Kaufman, & J. Thomas (Éd.), *Handbook of perception and human performance, Volume I: Sensory processes and perception* (p. 7.1-7.56). New York, NY: John Wiley & Sons.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Panis, S, De Winter, J., Vandekerckhove, J., & Wagemans, J. (2008). Identification of everyday objects on the basis of fragmented outline versions. *Perception*, *37*(2), 271-289.

Panis, Sven, & Wagemans, J. (2009). Time-Course Contingencies in Perceptual Organization and Identification of Fragmented Object Outlines. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *35*(3), 661-687.

Peirce, C. S., & Jastrow, J. (1884). On small differences in sensation. *Memoirs of the National Academy of Sciences*, *3*, 75-83.

Pentland, A. (1986a). Local shading analysis. In AP Pentland (Éd.), *From pixels to predicates*. Norwood, New Jersey: Albex.

Perruchet, P. (1979). Conditionnement classique chez l'homme et facteurs cognitifs : I. — Le conditionnement végétatif. *L'Année Psychologique*, *79*(2), 527-557.

Perruchet, P. (1980). Conditionnement classique chez l'homme et facteurs cognitifs : II. Le conditionnement moteur. *L'année psychologique*, *80*(1), 193-219.

Perruchet, P. (1988). *Les Automatismes cognitifs*. P. Mardaga.

Peterhans, E, & von der Heydt, R. (1991). Elements of form perception in monkey prestriate cortex. In A. Gorea, Y. Fregnac, Z. Kapoula, & J. Finlay (Éd.), *Representations of Vision: Trends and Tacit Assumptions in Vision Research* (p. 111-124). Cambridge: Cambridge University Press.

Peterhans, Esther, & von der Heydt, R. (1991). Subjective contours - bridging the gap between psychophysics and physiology. *Trends in Neurosciences*, *14*(3), 112-119.

Peyrin, C. (2003). *Reconnaissance des scènes naturelles : approche neurocognitive de la spécialisation hémisphériques du traitement des fréquences spatiales*. Université Pierre Mendès France, Grenoble II.

Pillon, J. (2008). *Neurosciences cognitives et conscience: comprendre les propositions des neuroscientifiques et des philosophes*. Chronique sociale.

Pinel, P., Dehaene, S., Rivire, D., & LeBihan, D. (2001). Modulation of Parietal Activation by Semantic Distance in a Number Comparison Task. *NeuroImage*, *14*(5), 1013-1026.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Placé, L. (2007). *Caractéristiques des processus conscients et non-conscients à travers deux paradigmes de la psychologie cognitive*. Université de Rennes 2 Haute Bretagne.

Poggio, T., & Edelman, S. (1990). A network that learns to recognize three-dimensional objects. *Nature*, *343*, 263-266.

Posner, M. I., & Klein, R. (1973). On the functions of consciousness. In S. Komblum (Éd.), *Attention and performance IV* (p. 21-35). New York: Academic Press.

Posner, M. I., & Snyder, C. R. R. (1975). Attention and cognitive control. In R. L. Solso & L. Erlbaum (Éd.), *Information Processing and Cognition: The Loyola Symposium*.

Purcell, D., Stewart, A., & Stanovich, K. (1983). Another look at semantic priming without awareness. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *34*(1), 65-71.

Reingold, E. M., & Merikle, P. M. (1988). Using direct and indirect measures to study perception without awareness. *Perception & Psychophysics*, *44*, 563-575.

Reingold, E. M., & Merikle, P. M. (1993). Theory and measurement in the study of unconscious processes. In M. Davies & G. Humphreys (Éd.), *Consciousness*. Oxford: Basil Blackwell Ltd.

Rensink, R. A., O'Reagan, J., & Clark, J. (1997). To see or not to see: The need for attention to perceive changes in scenes. *Psychological Science*, *8*, 368-373.

Resnikoff, H. L. (1989). *The illusion of reality*. Springer-Verlag.

Ricco, A. (1877). Relazione fra il minimo angolo visuale e l'intensita luminosa. *Annali di Ottalmologia*, *6*, 373-479.

Richards, W., & Hoffman, D. D. (1985). Codon constraints on closed 2D shapes. *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*, *31*(3), 265-281.

Riesenhuber, M., & Poggio, T. (1999). Hierarchical Models of Object Recognition in Cortex. *Nature Neuroscience*, *2*, 1019-1025.

Riesenhuber, M., & Poggio, T. (2000). Models of Object Recognition. *Nature Neuroscience*, *3*, 1199-1204.

Rock, I., & DiVita, J. (1987). A case of viewer-centered object perception. *Cognitive Psychology*, *19*(2), 280-293.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Rossi, J. P. (2005). *Psychologie de la mémoire: De la mémoire épisodique à la mémoire sémantique*. De Boeck.

Rubin, N. (2001). The role of junctions in surface completion and contour matching. *Perception*, *30*(3), 339-366.

Rumelhart, D. E., McClelland, J. L., & University of California, S. D. P. R. G. (1986). *Parallel distributed processing: Psychological and biological models*. MIT Press.

Sakitt, B. (1976a). Iconic memory. *Psychological Review*, *83*(4), 257-276.

Sakitt, B. (1976b). Psychophysical correlates of photoreceptor activity. *Vision Research*, *16*(2), 129-140.

Sanocki, T. (1993). Time course of object recognition: Evidence for a global-to-local contingency. *ournal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *19*, 878-898.

Schacter, D. L., & Buckner, R. L. (1998). Priming and the Brain. *Neuron*, *20*(2), 185-195.

Schacter, D. L., Delaney, S. M., & Merikle, E. P. (1990). Priming of Nonverbal Information and the Nature of Implicit Memory. In *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. Volume 26, p. 83-123). Academic Press.

Schmidt, T., & Vorberg, D. (2006). Criteria for unconscious cognition: Three types of dissociation. *Perception and Psychophysics*, *68*(3), 489-504.

Schneider, W., & Shiffrin, R. (1977). Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention. *Psychological Review*, *84*(1), 1-66.

Schyns, P. G., & Oliva, A. (1994). From blobs to boundary edges: Evidence for time- and spatial-scale-dependant scene recognition. *American Psychological Society*, *5*(4), 195-200.

Schyns, P. G., & Oliva, A. (1997). Flexible, diagnosticity-driven, rather than fixed, perceptually determined scale selection in scene and face recognition. *Perception*, *26*(8), 1027-1038.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Schyns, P. G., & Oliva, A. (1999). Dr. Angry and Mr. Smile: when categorization flexibly modifies the perception of faces in rapid visual presentations. *Cognition*, *69*(3), 243-265.

Shapiro, K. L., Raymond, J. E., & Arnell, K. M. (1997). The attentional blink. *Trends in Cognitive Sciences*, *1*(8), 291-296.

Sidis, B. (1898). *The psychology of suggestion: a research into the subconscious nature of man and society*. D. Appleton & Company.

Singh, M, & Hoffman, D. D. (2001). Part-based representations of visual shape and implications for visual cognition. In T. Shipley & P. Kellman (Éd.), *From fragments to objects: Grouping and segmentation in vision* (p. 401–459). Amsterdam: Elsevier.

Singh, Manish, & Fulvio, J. M. (2005). Visual extrapolation of contour geometry. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *102*(3), 939 -944.

Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs*, *74*, 1-29.

Srinivas, K. (1993). Perceptual specificity in nonverbal priming. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *19*(3), 582-602.

Tarr, M. J., & Bülthoff, H. (1995). Is human object recognition better described by geons structural description or multiple view ? Comment on Biederman and Gerhardstein (1993). *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, *21*(6), 1494-1505.

Tarr, M. J., & Pinker, S. (1989). Mental rotation and orientation dependence in shape recognition. *Cognitive Psychology*, *21*, 233-282.

Tarr, M. J., Williams, P., Hayward, W., & Gauthier, I. (1998). Three-dimensional object recognition is viewpoint dependent. *Nature Neuroscience*, *1*, 275-277.

Thomas, J. P. (1985). Detection and identification: how are they related? *Journal of the Optical Society of America A*, *2*(9), 1457-1467.

Thompson, J. H. (1966). What happens to the stimulus in backward masking? *Journal of Experimental Psychology*, *71*(4), 580-586.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Thorpe, S., Fize, D., & Marlot, C. (1996). Speed of processing in the human visual system. *Nature*, (381), 520-2.

Tulving, E., & Schacter, D. (1990). Priming and human memory systems. *Science*, *247*(4940), 301 -306.

Turvey, M. T. (1973). On peripheral and central processes in vision: Inferences from an information-processing analysis of masking with patterned stimuli. *Psychological Review*, *80*(1), 1-52.

Ullman, S. (1989). Aligning pictorial descriptions : an approach to object recognition. *Cognition*, *32*, 193-254.

Ullman, S. (1992). The visual recognition of three-dimensional objects. In D. Meyer & S. Kornblum (Éd.), *Attention and Performance XIV : synergies in experimental psychology, artificial intelligence and cognitive neuroscience*. Cambridge: MIT Press.

Ungerleider, L. G., & Mishkin, M. (1982). Two cortical visual systems. In M. Ingle, M. Goodale, & R. Masfield (Éd.), *Analysis of Visual Behavior* (p. 549–586). Cambridge, MA: MIT Press.

Van Gaal, S., Ridderinkhof, K. R., Fahrenfort, J. J., Scholte, H. S., & Lamme, V. A. F. (2008). Frontal Cortex Mediates Unconsciously Triggered Inhibitory Control. *The Journal of Neuroscience*, *28*(32), 8053 -8062.

Von der Heydt, R., & Peterhans, E. (1989). Mechanisms of contour perception in monkey visual cortex. I. Lines of pattern discontinuity. *Journal of Neuroscience*, (9), 1731-1748.

Vorberg, D., Mattler, U., Heinecke, A., Schmidt, T., & Schwarzbach, J. (2003). Different time courses for visual perception and action priming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *100*(10), 6275 -6280.

Weiskrantz, L. (1990). *Blindsight: a case study and implications*. Clarendon Press.

Weisstein, N. (1972). Metacontrast. In D. Jameson & L. Hurvich (Éd.), *Handbook of Sensory Physiology. Vol. 7/4, Visual Psychophysics* (p. 233-72). New York: Springer.

Whalen, P. J., Rauch, S. L., Etcoff, N. L., McInerney, S. C., Lee, M. B., & Jenike, M. A. (1998). Masked Presentations of Emotional Facial Expressions Modulate

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Amygdala Activity without Explicit Knowledge. *The Journal of Neuroscience*, *18*(1), 411 -418.

Xu, Y., & Singh, M. (2002). Early computation of part structure: evidence from visual search. *Perception & Psychophysics*, *64*, 1039–1054.

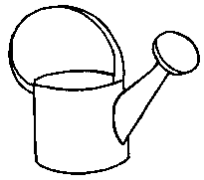
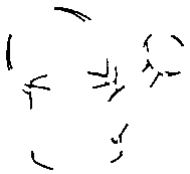
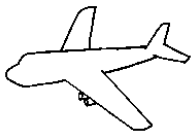
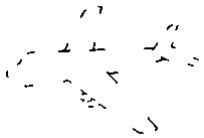
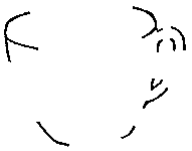
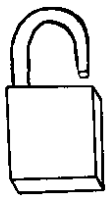
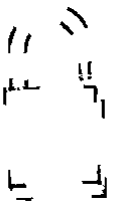
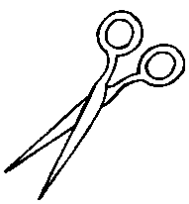
Zucker, S. W., & Davis, S. (1988). Points and endpoints: a size/spacing constraint for dot grouping. *Perception*, *17*(2), 229-247.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

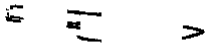
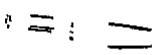
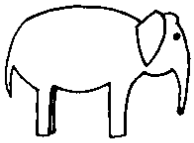
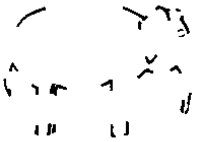
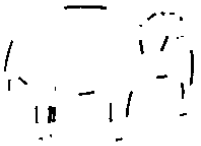
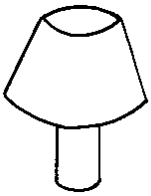
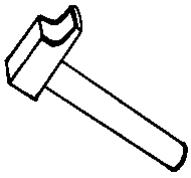
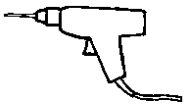
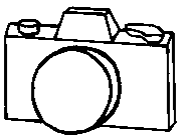
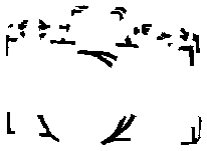
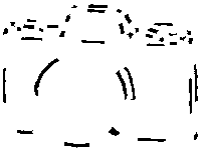
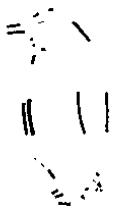
ANNEXES

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

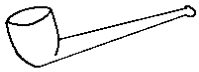
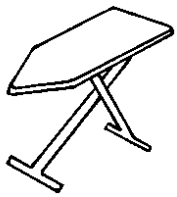
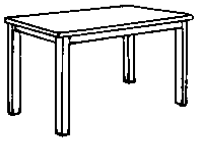
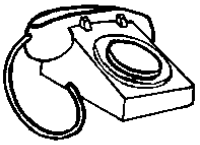
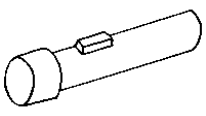
1. Objets utilisés au cours des expériences 1 et 2 sous leurs différentes formes de fragmentation

Objet intégral	Objet segmenté à mi-segment	Objet segmenté au niveau des jonctions
		
		
		
		
		

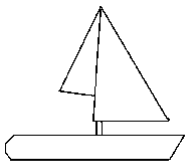
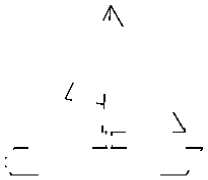
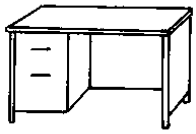
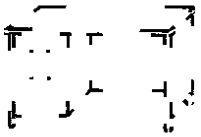
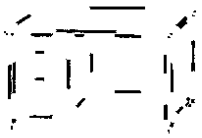
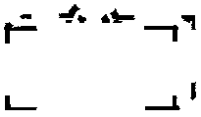
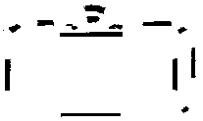
Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

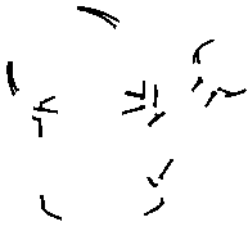
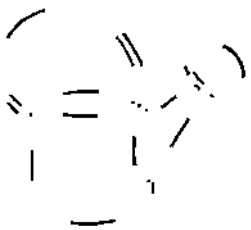
		
		
		
		
		
		
		

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

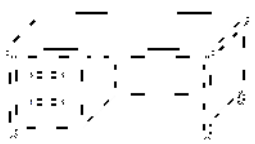
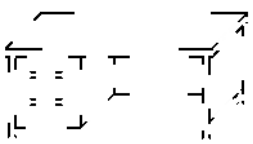
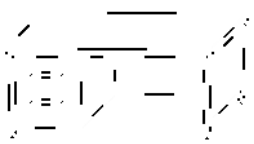
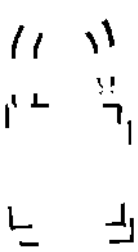
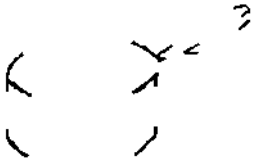
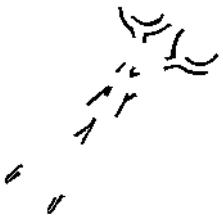
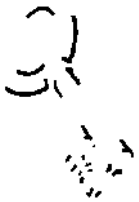
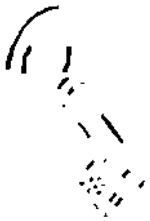
		
		
		
		

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

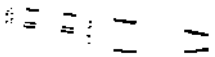
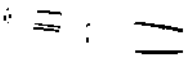
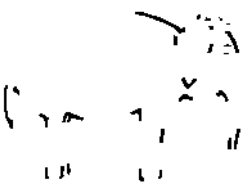
2. Objets utilisés dans les expériences 3 et 4 sous leurs différentes formes de fragmentation

Objet type C (cible)	Objet type J (avec jonctions)	Objet type SJ (sans jonctions)	Réponses acceptées
			arrosoir « arroseur »
			avion
			bateau (à voile)
			bol tasse

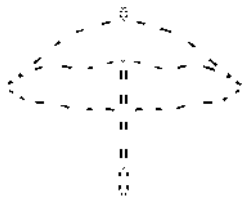
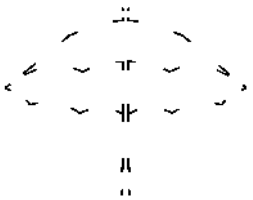
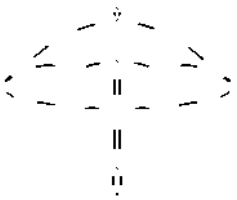
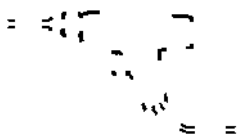
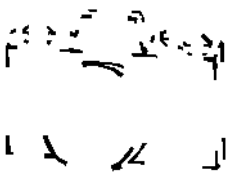
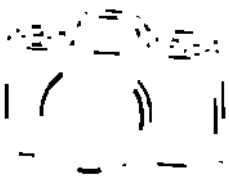
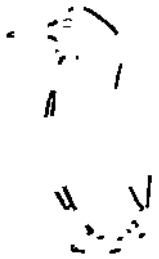
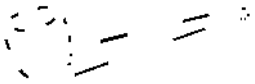
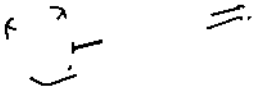
Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

			bureau
			cadenas
			casserole
			(paire de) ciseaux
			clefs

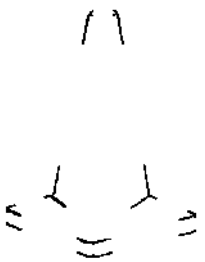
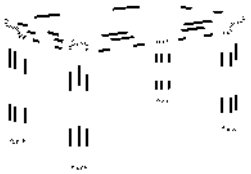
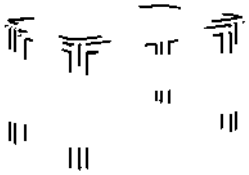
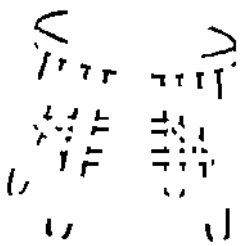
Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

			couteau
			éléphant
			fourchette
			lampe (de chevet)
			marteau

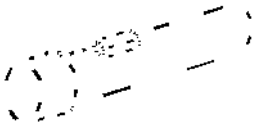
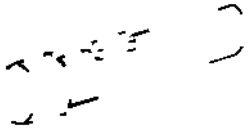
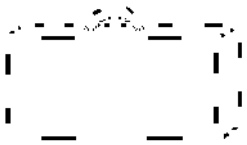
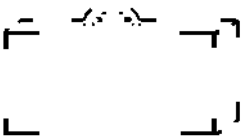
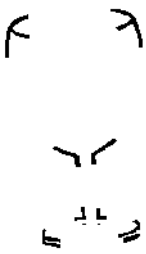
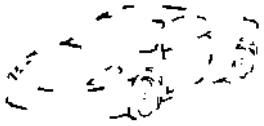
Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

			parapluie parasol ombrelle
			perceuse
			appareil photo
			pingouin manchot
			pipe

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

			planche à (/pour/de fer à) repasser
			plot (de signalisation)
			sèche-cheveux
			table
			tabouret

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

			téléphone (fixe)
			(lampe) torche lampe de poche
			valise cartable
			verre coupe
			voiture (de course)

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

3. Energie des images sur les bandes fréquentielles basses et moyennes/hautes des objets utilisés dans l'expérience 2

	Images avec angles et indices 3D			Images mi-segments		
	Energie totale	**SF<1,5cpd**	**1,5 cpd<SF<9 cpd**	**Energie totale**	**SF<1,5cpd**	**1,5 cpd<SF<9 cpd**
Appareil photo	17,47	12,92	3,27	17,47	12,59	3,56
Arrosoir	17,12	12,29	3,47	17,07	12,18	3,57
Avion	16,57	11,82	3,24	16,53	11,73	3,28
Bol	16,79	12,09	3,42	16,70	12,14	3,26
Cadenas	16,91	12,37	3,29	16,92	12,23	3,37
Ciseaux	16,78	12,14	3,36	16,79	12,00	3,45
Couteau	16,13	12,21	2,65	16,07	11,94	2,79
Eléphant	16,99	12,37	3,39	16,86	12,17	3,38
Lampe	16,72	12,36	3,14	16,58	12,16	3,21
Marteau	16,57	12,14	3,18	16,80	12,19	3,31
Perceuse	16,74	12,24	3,17	16,81	12,29	3,25
Pingouin	16,94	12,46	3,23	16,87	12,31	3,27
Pipe	16,02	11,74	2,72	15,89	11,60	2,74
Planche à repasser	17,14	12,49	3,36	17,23	12,36	3,58
Sèche-cheveux	17,03	12,54	3,23	16,96	12,39	3,23
Table	17,26	12,78	3,13	17,22	12,59	3,25
Tabouret	17,76	12,57	3,89	17,57	12,35	3,88
Téléphone	17,64	12,88	3,41	17,54	12,72	3,46
Torche	16,26	11,70	2,89	16,12	11,60	2,88
Verre	16,94	12,44	3,29	16,62	12,20	3,21
MOYENNE	**16,89**	**12,33**	**3,24**	**16,83**	**12,19**	**3,30**

Tableau 27: Energie moyenne (exprimée en ln) des images sur les bandes fréquentielles basses (<1.5cpd) et moyennes/hautes (entre 1.5cpd et 9cpd) des objets de l'expérience 2

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

	Images avec angles et indices 3D		Images mi-segments	
	SF <1.5cpd	**1.5cpd<SF<9cpd**	**SF <1.5cpd**	**1.5cpd<SF<9cpd**
Appareil photo	73,96	18,75	72,07	20,40
Arrosoir	71,81	20,29	71,35	20,91
Avion	71,36	19,58	71,01	19,87
Bol	72,00	20,38	72,69	19,53
Cadenas	73,14	19,44	72,29	19,93
Ciseaux	72,39	20,03	71,43	20,55
Couteau	75,69	16,42	74,29	17,34
Eléphant	72,77	19,97	72,17	20,08
Lampe	73,90	18,79	73,32	19,37
Marteau	73,28	19,22	72,55	19,70
Perceuse	73,13	18,96	73,10	19,32
Pingouin	73,55	19,09	72,99	19,36
Pipe	73,28	17,00	72,96	17,26
Planche à repasser	72,88	19,61	71,72	20,78
Sèche-cheveux	73,64	18,94	73,08	19,04
Table	74,00	18,16	73,10	18,86
Tabouret	70,78	21,92	70,29	22,10
Téléphone	73,04	19,33	72,52	19,73
Torche	71,94	17,80	71,92	17,88
Verre	73,42	19,40	73,41	19,33
MOYENNE	**73,00**	**19,15**	**72,41**	**19,57**

Tableau 28 : Pourcentage d'énergie des images sur les bandes fréquentielles basses (<1.5cpd) et moyennes/ hautes (entre 1.5cpd et 9cpd) des objets utilisés dans l'expérience 2

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

4. Tableaux récapitulatifs des d’

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Sujet	Détections Correctes	Fausses Alarmes	Omissions	Rejets Corrects	*d'*	χ^2	Valeur de *p*
1	66	4	12	74	2,652624199	99,61196013	.00000
2	40	23	38	55	0,571349433	7,694828469	.00554
3	53	61	25	17	-0,312874422	2,085213033	.14873
4	54	18	24	60	1,238718141	33,42857143	.00000
5	34	23	44	55	0,377828597	3,34502924	.06741
6	37	31	41	47	0,195672766	0,938502674	.33266
7	55	19	23	59	1,234009492	33,31839156	.00000
8	78	19	0	59	4,413818338	94,88659794	.00000
9	72	6	6	72	2,852153745	111,6923077	.00000
10	52	45	26	33	0,236699157	1,335663114	.24780
11	74	1	4	77	3,864153801	136,8434568	.00000
12	63	11	15	67	1,945146496	69,5161503	.00000
13	33	32	45	46	0,032857302	0,026373626	.87099
14	31	49	47	29	-0,587092918	8,313157895	.00394
15	51	49	27	29	0,068621979	0,111428571	.73852
16	71	24	7	54	1,844737903	59,46574633	.00000
17	71	13	7	65	2,309757246	86,76984127	.00000
18	33	25	45	53	0,272237119	1,7565095	.18506
19	66	33	12	45	1,214104375	30,10526316	.00000
20	51	49	27	29	0,068621979	0,111428571	.73852

Tableau 29 : Expérience 3B - Tableau récapitulatif des d' des sujets

En gris apparaissent les sujets dont les capacités de détection des amorces sont faibles ou proches de 0.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Sujet	Temps de présentation de la cible (millisecondes)	Détections Correctes	Fausses Alarmes	Omissions	Rejets Corrects	d'	χ^2	Valeur de *p*
1	100	35	34	43	44	0,032477932	0,025987006	0,871932054
2	100	39	43	39	35	-0,128901111	0,411338167	0,521291085
3	100	48	44	30	34	0,132002189	0,423913043	0,514990942
4	100	31	39	47	39	-0,259989601	1,658471761	0,197809872
5	100	53	51	25	27	0,070539966	0,115384615	0,734095183
6	100	59	56	19	22	0,118043288	0,297773065	0,585281891
7	100	41	37	37	41	0,12863367	0,41025641	0,521839391
8	100	52	55	26	23	-0,10848034	0,267785619	0,604821082
9	100	66	65	12	13	0,052654667	0,047633588	0,827233392
10	100	53	49	25	29	0,139161945	0,453159041	0,500838582
11	100	51	50	27	28	0,034523658	0,028082808	0,866914289
12	100	44	40	34	38	0,129237249	0,412698413	0,520603066
13	100	12	9	66	69	0,17830347	0,495238095	0,48159997
14	100	39	39	39	39	0	0	1
15	100	46	51	32	27	-0,168839851	0,681460772	0,409084167
16	100	33	42	45	36	-0,290586758	2,08	0,149240242
17	100	51	40	27	38	0,363583502	3,191208791	0,074035261
18	100	78	77	0	1	1,48741065	1,006451613	0,315754716
19	100	38	47	40	31	-0,292131395	2,093786247	0,147899188
20	100	37	29	41	49	0,262786481	1,680808081	0,19481722

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Sujet	Temps de présentation de la cible (millisecondes)	Détections Correctes	Fausses Alarmes	Omissions	Rejets Corrects	d'	χ^2	Valeur de *p*
21	200	41	39	37	39	0,064316835	0,102631579	0,748694203
22	200	33	28	45	50	0,167173495	0,67299396	0,41200972
23	200	49	51	29	27	-0,068621979	0,111428571	0,738523553
24	200	50	44	28	34	0,199822595	0,963623885	0,326275539
25	200	23	23	55	55	0	0	1
26	200	37	27	41	51	0,331408461	2,649456522	0,103585327
27	200	49	48	29	30	0,033722084	0,027258431	0,86886427
28	200	42	37	36	41	0,16087545	0,641131021	0,423301535
29	200	48	36	30	42	0,389939847	3,714285714	0,053948709
30	200	40	45	38	33	-0,161886349	0,646230323	0,421463671
31	200	33	27	45	51	0,201697153	0,975	0,323436363
32	200	42	44	36	34	-0,064820427	0,103654485	0,747487418
33	200	36	41	42	37	-0,16087545	0,641131021	0,423301535
34	200	13	9	65	69	0,230958136	0,846675712	0,357494471
35	200	39	37	39	41	0,064316835	0,102631579	0,748694203
36	200	44	50	34	28	-0,199822595	0,963623885	0,326275539
37	200	41	40	37	38	0,032175042	0,025679012	0,872686725
38	200	49	36	29	42	0,423661932	4,368516984	0,036608846
39	200	45	41	33	37	0,129711307	0,41461794	0,519634879
40	200	43	45	35	33	-0,065127031	0,104278075	0,746754952

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Sujet	Temps de présentation de la cible (millisecondes)	Détections Correctes	Fausses Alarmes	Omissions	Rejets Corrects	d'	χ^2	Valeur de *p*
41	750	38	36	40	42	0,064416822	0,102834542	0,74845423
42	750	22	34	56	44	-0,415379522	4,011428571	0,04519285
43	750	41	37	37	41	0,12863367	0,41025641	0,521839391
44	750	31	29	47	49	0,067113715	0,108333333	0,742049649
45	750	8	11	70	67	-0,191353029	0,539377641	0,46269077
46	750	14	15	64	63	-0,047897412	0,042356774	0,836941193
47	750	42	39	36	39	0,096558615	0,231111111	0,630701178
48	750	28	26	50	52	0,069525662	0,11328976	0,736429432
49	750	8	7	70	71	0,075259929	0,073758865	0,785940493
50	750	78	78	0	0	0	0	1
51	750	33	28	45	50	0,167173495	0,67299396	0,41200972
52	750	8	4	70	74	0,365472215	1,444444444	0,22942161
53	750	43	41	35	37	0,064584276	0,103174603	0,748052742
54	750	41	48	37	30	-0,229064397	1,281905081	0,25754529
55	750	58	49	20	29	0,327348884	2,41007057	0,120556961
56	750	44	37	34	41	0,225695878	0	1
57	750	41	47	37	31	-0,195672766	0,938502674	0,332663222
58	750	12	12	66	66	0	0	1
59	750	24	24	54	54	0	0	1
60	750	15	13	63	65	0,097997793	0,174107143	0,67648716

Tableau 30 : Expérience 3B - Tableau récapitulatif des d' des sujets

En gris apparaissent les sujets dont les capacités de détection des amorces sont supérieures au hasard.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

5. Enregistrement du temps de réponse verbale

Ne disposant pas d'une clé vocale, un dispositif alternatif dut être utilisé pour enregistrer les temps de réponse du sujet. Lors de chaque séquence, un son bref (200ms) était émis par *E-Prime* juste avant l'apparition de la croix de fixation à l'écran. Ce son, directement relié à un enregistreur numérique ZOOM H2 (également utilisé pour enregistrer la réponse verbale du sujet), servait alors de point de repère pour déterminer le temps de réaction. Le participant ne pouvait percevoir le son en question.

Par la suite, les fichiers audio ainsi obtenus étaient analysés via le logiciel *Audacity*, qui offre une résolution temporelle à la milliseconde. L'intervalle temporel entre le début de l'émission du son et le début de la réponse vocale du sujet constituait alors la mesure brute de la réaction verbale 50).

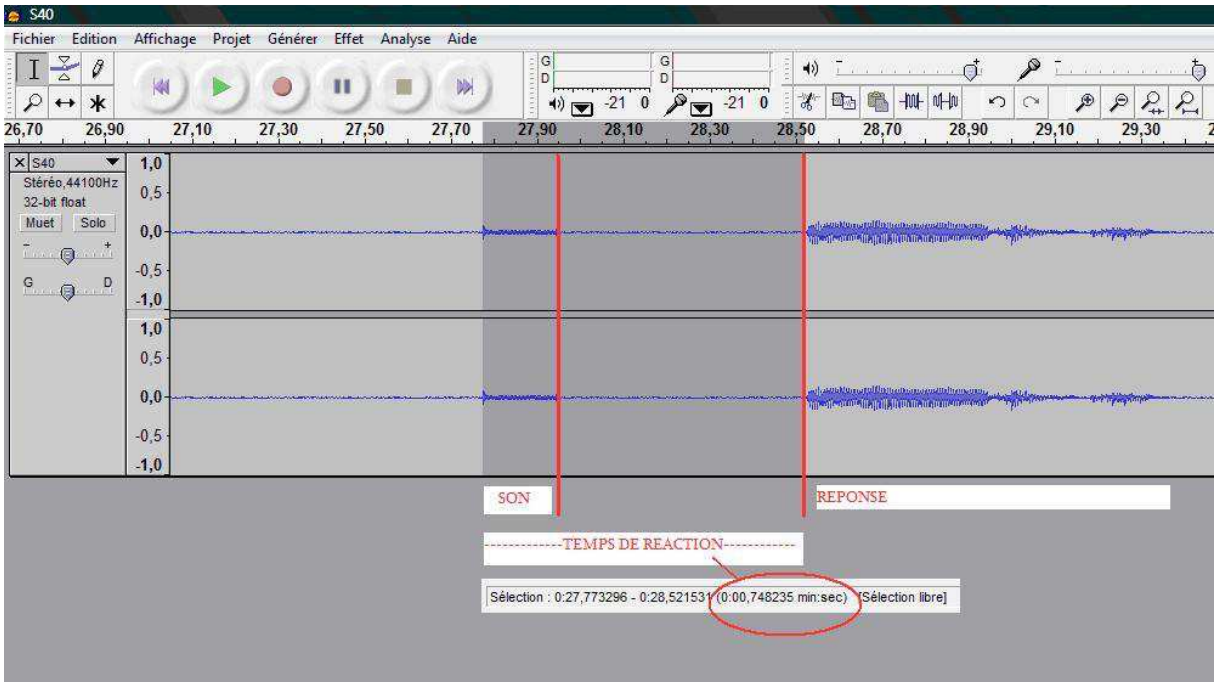


Figure 29 : Mesure du temps de réaction verbal avec le logiciel *Audacity*

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Aux durées ainsi obtenues étaient soustraient le durées de présentation de certains éléments selon l'expérience : à partir de la fin de la diffusion du stimulus cible (expérience 2), dès l'apparition de l'amorce (expériences 3 et 4).

Ce dispositif, bien que plus coûteux en temps qu'un dispositif classique avec une clé vocale directement reliée au logiciel et à l'ordinateur, offre néanmoins l'avantage d'éviter tout déclenchement automatique de la clé vocale avant l'émission de la réponse proprement dite. Il est en effet fréquent que des sujets émettent quelques bruits ou mots parasites avant de nommer l'objet à identifier.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

6. Configuration du matériel

Ordinateur

Intel(R) Core (TM) 2 Duo CPU

P8400@2.26GHz

2.26GHz, 1.95 Go de RAM

Système

Microsoft Windows XP

Professionnel

Version 2002

Service Pack 3

Ecran

Ecran Plug-And-Play

Fréquence de rafraîchissement : 60hz

Carte video

Mobile Intel® 4 Series Express Chipset Family

Type de processeur : Mobile Intel® 4 Series Express Chipset Family

Type du CNA : Internal

Taille de la mémoire : 1024 MB

Carte : Mobile Intel® GMA 4500MHD

Information du BIOS : Intel Video BIOS

Résolution : 1280 par 800 pixels

Qualité couleur : Optimale (32 bits)

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Index des illustrations

Figure 1 : Propriétés non accidentelles de la brique et du cylindre 18

Figure 2 : Modèle de la reconnaissance des objets en sept étapes de Hummel et Biederman . 19

Figure 3 : Exemple de segmentation effectuée pour un même objet avec 25%, 45% et 65% de contour effacé à mi segment (*at midsegment*) ou au niveau des jonctions (*at vertex*) 24

Figure 4 : Pourcentage d'erreur de dénomination en fonction, du lieu et du pourcentage de suppression du contour, et du temps d'exposition 25

Figure 5 : Description schématique du modèle de l'espace de travail neuronal global 36

Figure 6 : Distinction entre processus subliminal, préconscient et conscient 41

Figure 7 : Principe de l'amorçage « classique » (supraliminaire) 44

Figure 8 : Principe de l'amorçage masqué (infraliminaire) 45

Figure 9 : Modèle de l'accumulateur : décours temporel de la prise de décision en fonction du seuil de réponse (c) avec amorçage congruent et non congruent 61

Figure 10 : Relations temporelles entre la cible et le masque. 64

Figure 11 : Exemples de stimuli utilisés en masquage par (a) paracontraste et métacontraste, (b) masquage par bruit, et (c) masquage par structure. 65

Figure 12 : Représentation schématique des fonctions de masquage de type A (a) et de type B (b) en fonction du SOA 66

Figure 13 : Sommation temporelle et spatiale d'énergie 68

Figure 14 : Les mécanismes d'intégration et d'inhibition d'après le modèle de Breitmeyer et Ganz 73

Figure 15 : Masques utilisés par Delord (1998) 75

Figure 16 : Exemple de cible utilisée par Delord (1998) 75

Figure 17 : Exemple d'objet fragmenté contenant les jonctions (à gauche) et contenant l'information à mi-segment (à droite) 92

Figure 18 : Expérience 1 - Masque 93

Figure 19 : Expérience 1 - Exemple de séquence des évènements pour un essai 94

Figure 20 : Représentation schématique du spectre d'amplitude (Oliva, 1995) 113

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Figure 21: Masques utilisés au cours de l'expérience. Masque constitué de fragments d'images J (à gauche) et d'images MSG (à droite). 118

Figure 22 : Expérience 2 - Exemple de séquence des évènements pour un essai 120

Figure 23: Expérience 3 - Exemple de fragmentation d'une image originale en trois représentations distinctes contenant la même quantité de contour 131

Figure 24 : Expérience 3 - Masque 132

Figure 25 : Expérience 3A - Exemple de séquence des évènements pour un essai 135

Figure 26 : Expérience 4 - Exemple de séquence des évènements pour un essai 152

Figure 27: Exemple de décalage angulaire insérer entre amorce (fragmentée) et la cible (en traits plein) par Boucart et al (1995) 170

Figure 28 : Application du décalage de 0.5° d'angle visuel suggéré par Boucart et al, 1995) pour un de nos stimuli 170

Figure 29 : Mesure du temps de réaction verbal avec le logiciel *Audacity* 224

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Index des tables

Tableau 1: Modifications des processus de groupement et d'appariement en fonctions des conditions de présentation du stimulus 29

Tableau 2 : Attributs géométriques définissant la saillance perceptive des parties 30

Tableau 3 : Résumé des caractéristiques attribuées aux processus non conscients et conscients selon les différents types de modèles du fonctionnement cognitif (d'après Kihlstrom, 1987) 38

Tableau 4: Sensibilité et fonction des canaux phasique et toniques d'après le modèle de Breitmeyer et Ganz (1976) 71

Tableau 5 : Mécanismes d'interaction entre cible et masque d'après le modèle de Breitmeyer et Ganz (1976) 72

Tableau 6 : Calcul de l'indice de compacité pour chaque objet utilisé des expériences 1, 2, 3 et 4 83

Tableau 7 : Expérience 1 - Taux d'identifications correctes en fonction du type d'amorce et du type de cible 97

Tableau 8 : Expérience 1 - Résumé des modèles testés (identifications correctes) 98

Tableau 9 : Energie moyenne (exprimée en ln) des images sur les bandes fréquentielles basses (<1.5cpd) et moyennes/hautes (entre 1.5cpd et 9cpd) des objets utilisés dans l'expérience 1 116

Tableau 10 : Pourcentage d'énergie des images sur les bandes fréquentielles basses (<1.5cpd) et moyennes/ hautes (entre 1.5cpd et 9cpd) des objets utilisés dans l'expérience 1 116

Tableau 11 : Expérience 2 - Taux d'identifications correctes selon le type d'objet et le type de masque 122

Tableau 12 : Expérience 2 - Résumé des modèles testés (identifications correctes) 122

Tableau 13 : Expérience 2 - Temps de réaction moyen pour les identifications correctes selon le type d'objet et le type de masque 123

Tableau 14 : Expérience 2 - Résumé des modèles testés (temps de réaction pour les identifications correctes) 124

Tableau 15: Expérience 3B - Capacité de discrimination des sujets selon la TDS 139

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Tableau 16 : Expérience 3A - Taux d'identifications correctes selon le type d'amorce et les capacités de discrimination des sujets 140

Tableau 17 : Expérience 3A - Résumé des modèles testés (identifications correctes) 142

Tableau 18 : Expérience 3A - Temps de réaction moyen pour les identifications correctes selon le type d'amorce selon les capacités de discrimination des sujets 143

Tableau 19 : Expérience 3A - Résumé des modèles testés (temps de réaction pour les identifications correctes) 144

Tableau 20: Expérience 4B - Capacité de discrimination des sujets selon la TDS pour une durée de présentation de la cible de 100 ms 155

Tableau 21 : Expérience 4B - Capacité de discrimination des sujets selon la TDS pour une durée de présentation de la cible de 200 ms 155

Tableau 22 : Expérience 4B - Capacité de discrimination des sujets selon la TDS pour une durée de présentation de la cible de 750 ms 156

Tableau 23 : Expérience 4A - Taux d'identifications correctes selon le type d'amorce et la durée de présentation de la cible 157

Tableau 24 : Expérience 4A - Résumé des modèles testés (identifications correctes) 158

Tableau 25 : Expérience 4A - Temps de réaction moyen pour les identifications correctes selon le type d'amorce et la durée de présentation de la cible 159

Tableau 26 : Expérience 4A - Résumé des modèles testés (temps de réaction pour les identifications correctes) 161

Tableau 27: Energie moyenne (exprimée en ln) des images sur les bandes fréquentielles basses (<1.5cpd) et moyennes/hautes (entre 1.5cpd et 9cpd) des objets de l'expérience 2 ... 217

Tableau 28 : Pourcentage d'énergie des images sur les bandes fréquentielles basses (<1.5cpd) et moyennes/ hautes (entre 1.5cpd et 9cpd) des objets utilisés dans l'expérience 2 218

Tableau 29 : Expérience 3B - Tableau récapitulatif des d' des sujets 220

Tableau 30 : Expérience 3B - Tableau récapitulatif des d' des sujets 223

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014

Résumé :

Trois hypothèses principales existent quant aux indices locaux du contour étant les plus informatifs pour le processus de structuration de la forme, et permettant l'identification visuelle des objets : les angles et les indices de tridimensionnalité (Biederman, 1987 ; Boucart et al, 1995), les éléments mi-segments (Kennedy & Domander, 1985, Singh & Fulvio, 2005), et l'interaction entre le type de fragmentation et le degré de spécificité de la forme globale (Panis & Wagemans, 2009). L'objectif de ce travail consiste donc à confronter ces trois hypothèses, en tentant de déterminer par ailleurs le niveau (conscient ou non conscient) auquel s'opèrent la détection et le traitement de ces indices. Les paradigmes d'amorçage supra et infraliminaire sont employés. Des dessins d'objets fragmentés selon deux modes (angles et indices de tridimensionnalité versus éléments mi-segments) sont insérés en tant qu'amorce, précédant une image cible du même objet, elle-même fragmentée et présentant des zones de contours strictement identiques ou complémentaires à l'amorce. Aucune des quatre expériences proposées ne met en évidence un effet « qualitatif » du type de fragmentation. En revanche, certaines conditions temporelles permettent un effet d'amorçage de type lié à la quantité de contour présenté. Nos résultats confirment l'ambiguïté émergeant de la littérature relative aux zones de contours les plus informatives, et semblent conforter la nécessité d'un haut degré d'automaticité des processus impliqués dans la perspective de mettre en évidence des effets d'amorçage perceptif.

MOTS-CLES : *Reconnaissance des objets, Perception Inconsciente, Images fragmentés, Indices 3D, Amorçage.*

Abstract :

Three main hypotheses exist concerning the most informative local features of contour for binding processes, allowing visual object identification: vertices and 3D features (Biederman, 1987 ; Boucart et al, 1995), midsegments elements (Kennedy & Domander, 1985, Singh & Fulvio, 2005), and the interaction between fragmentation type and complexity of the global form (Panis & Wagemans, 2009). The aim of this work is to confront these hypotheses, while trying to determine the level (conscious or unconscious) at which the detection and the processing of these features occur. Conscious and unconscious priming paradigms are employed. Drawings of fragmented objects contain either vertices and 3D features or midsegment elements. They are used as primes, preceding a fragmented target image of the same object containing identical or complementary contour features. None of these four experiments highlight a qualitative effect of fragmentation types. However, a quantitative priming effect can be observed under certain timing conditions. Our results confirm the ambiguity emerging from literature concerning the most informative contour features and the necessity of a high degree of automatism of the processes involved in order to highlight perceptual priming effects.

KEYWORDS: *Object Recognition, Unconscious Perception, Fragmented Pictures, 3D Features, Priming*.

Buchot, Romain. Etude du traitement visuel précoce des objets par la méthode de l'amorçage infraliminaire - 2014