

L'AMORCAGE VISUEL D'OBJETS ET LES THÉORIES DE LA RECONNAISSANCE

[VISUAL PRIMING AND THEORIES OF OBJECT RECOGNITION]

Jean-Marc GRAILET
Unité de Neuropsychologie
Université de Liège

In this paper, we approach the researches dealing with direct perceptive priming (and more particularly objects priming) by attempting to establish theoretical connections between the two fields of visual recognition and implicit memory. Our purpose is to better circumscribe the core of perceptive priming by describing the cognitive processings necessary to both the perceptive elaboration of images and their subsequent identification resulting from matching operations with mnemonic traces. The first part provides a brief account of the mechanisms and concepts utilised in visual recognition, whereas the second part reviews several recent studies dedicated to perceptive priming of objects. Theoretical assumptions from the different authors are discussed into the light of data from studies of vision. Finally, and still resting on the foregoing arguments, we propose a synthetical account of perceptive priming.

Les articles précédents ont largement souligné les dissociations qui distinguent la mémoire implicite de la mémoire explicite. Alors que la mémoire explicite se conçoit comme une faculté qui nous permet de recouvrer consciemment certaines circonstances du passé ou certaines informations anciennes, la mémoire implicite concerne le recouvrement inconscient d'informations préalablement encodées. Comme le souligne Roediger (1990), un phénomène mnésique dépend largement de la concordance entre les opérations cognitives présentes à l'encodage et celles présentes au recouvrement. Ces opérations dépendent elles-mêmes des tâches sélectionnées, et s'organisent comme un enchaînement de processus spécifiques. Ainsi, une tâche de dénomination d'image va se décomposer en phases de segmentation et de reconstruction de l'image, d'extraction de la structure et de comparaison avec un référent en mémoire à long-terme, d'accès aux attributs sémantiques et ultérieurement, d'accès au lexique. Une facilitation de dénomination due à une première présentation d'images trouvera donc son origine dans la reduplication d'une partie (ou de l'ensemble) de ces opérations. Dès lors, préciser la nature des mécanismes cognitifs impliqués lors de l'encodage d'un matériel spécifique présente un intérêt indéniable pour une théorie du recouvrement implicite.

C'est précisément cette approche que nous nous proposons de développer ici en focalisant notre attention sur les thèmes apparentés du

priming perceptif et de la reconnaissance des objets. Pour cela, nous nous efforcerons d'établir des connections entre ces deux domaines théoriques, en partant notamment de l'hypothèse que les effets d'amorçage observés sur du matériel imagé trouvent partiellement leur origine dans les mécanismes de décodage perceptif et d'identification de l'image. Cette démarche est grandement facilitée par les progrès notables enregistrés au cours des dernières années dans le domaine des mécanismes de la vision, qui bénéficie des apports convergents de nombreuses disciplines telles que la psychophysique, la psychologie cognitive, la neuropsychologie et l'intelligence artificielle.

LA RECONNAISSANCE VISUELLE DES OBJETS

Reconnaître les objets qui composent notre environnement visuel constitue pour nous une activité si naturelle qu'elle ne présuppose aucunement de l'extraordinaire complexité des mécanismes impliqués. Pour mieux aborder les compte-rendus actuels de la vision, il est nécessaire d'analyser les problèmes rencontrés par le système visuel, et d'une manière générale, le système cognitif, avant d'aboutir à la reconnaissance d'un objet. Cette démarche a été clairement formulée et illustrée par les travaux de David Marr et de ses collaborateurs (Marr, 1982), qui ont joué un rôle crucial dans la théorie des processus élémentaires de la vision.

Avant de passer à l'exposé théorique, une précision terminologique s'impose: par «objets», nous entendons toutes les entités du monde réel, définies par une structure spécifique et regroupées dans des classes fonctionnelles, où les différents exemplaires d'une classe tolèrent certaines variations structurelles dans les limites de leurs caractéristiques propres (par exemples, tous les visages ont deux yeux, un nez, une bouche, dont l'aspect varie d'un exemplaire à l'autre). Le concept d'«objet» inclut donc les êtres vivants ou les différentes parties des objets complets, et s'étend indistinctement à ses différentes représentations (objets réels, photographies, dessins linéaires, etc.)

Gabarits et représentations

Toute information visuelle nous est transmise par les rétines, qui nous restituent le monde extérieur sous la forme de patterns lumineux extrêmement complexes, codant les «scènes» dans lesquelles sont incrus-

tées les «objets». Une conception rudimentaire de la reconnaissance visuelle, tant des scènes que des objets, pourrait proposer que chaque pattern de stimulations lumineuses correspondant à une expérience visuelle soit encodé et stocké tel quel, et que chaque nouvelle confrontation avec un objet ou avec une scène déjà rencontrée auparavant puisse être identifiée en «superposant» (mapping) le pattern actuel avec ceux qui sont stockés en mémoire. Cette approche, qui moyennant quelques raffinements conceptuels est habituellement décrite comme la théorie des «templates» (c-à-d. des gabarits), est généralement rejetée par les théoriciens de la vision sous le double motif d'être extrêmement coûteuse en mémoire et de proposer une dynamique trop rigide de la reconnaissance pour rendre compte de sa versatilité et de sa souplesse d'application. Pour alléger la charge mnésique et assouplir le fonctionnement du système perceptif, ces mêmes théoriciens ont plutôt privilégié le recours à des représentations «structurelles», c'est-à-dire des descriptions abstraites codant les caractéristiques visuelles et physiques des objets. Une représentation structurelle constitue un «résumé» de l'objet, susceptible d'être exploité par le système cognitif pour son identification visuelle.

La logique de la reconnaissance

Une analyse de la reconnaissance visuelle des objets sous la forme d'un enchaînement de représentations successives a été formulée de manière très exhaustive par l'équipe de David Marr, et l'ensemble de ces travaux ont permis d'esquisser une description articulée des solutions qui pourraient être apportées aux différents problèmes que doit résoudre le système visuel pour permettre l'identification des objets, chaque problème constituant autant d'étapes distinctes du traitement visuel (Marr, 1982). Sans souscrire nécessairement aux solutions proposées par ces auteurs, on retiendra néanmoins de la masse de leurs travaux que le système visuel doit d'abord extraire l'objet du reste de la scène, c'est à dire «décider» quelles parties de l'image rétinienne tiennent avec quelles autres, dégager une structure tridimensionnelle de l'objet à partir des informations bidimensionnelles fournies par les patterns lumineux juxtaposés (les surfaces), et enfin comparer cette structure avec un équivalent en mémoire. Pour que le système jouisse d'une efficience optimale, il doit en outre être capable d'identifier une structure indépendamment de son angle de projection sur la rétine, cet angle variant bien sûr tant avec les mouvements de l'observateur

qu'avec celui des objets eux-mêmes. Un problème crucial consiste en fait à garantir une reconnaissance continue d'un objet nonobstant ses variations de projection rétinienne (voir le problème de la «constance de l'objet»; Humphreys & Quinlan, 1987) mais également d'autoriser la reconnaissance visuelle d'un objet sans qu'il soit nécessaire de passer par un angle de vision particulier (que l'on pourrait définir comme «prototypique»; voir Humphreys & Quinlan, 1987; Marr, 1980; Warrington & Taylor, 1978). Pour éviter le recours à un catalogue de «gabarits» qui risquent de surcharger la mémoire et ralentir les traitements (voir plus haut), le système visuel trouverait plus aisément une solution dans l'élaboration de représentations abstraites codant la structure tridimensionnelle de l'objet à partir des informations bidimensionnelles de chaque rétine (Biederman, 1987; Marr, 1982).

Ce qui précède concerne uniquement la perception d'un objet. Par définition, un processus de reconnaissance implique la comparaison d'une information avec son équivalent stocké en mémoire. Dès lors, les processus de reconnaissance visuelle supposent une dissociation en deux étapes principales: la perception ou élaboration du percept, et la comparaison de ce percept avec les représentations résidant en mémoire. Clairement, cela implique que tout processus d'identification va élaborer une représentation «épisode» de l'objet dans un format comparable à celui des représentations structurelles conservées en mémoire à long-terme et constituant le stock des objets ou encore la «Form Knowledge» (Humphreys & Riddoch, 1987a). Dans le contexte de la reconnaissance visuelle, on qualifie d'«épisode» la description d'un objet effectivement perçu par le système visuel, par opposition aux représentations structurelles des objets qui restent stockées en mémoire. Une représentation épisode constitue l'aboutissement du processus perceptif, la description ultime qui doit être comparée ou superposée à son équivalent en mémoire.

Percevoir un objet

Il n'entre pas dans le cadre de ce travail de fournir une description exhaustive des processus visuels précoces (c'est-à-dire, les traitements qui décodent l'image rétinienne et aboutissent aux représentations de l'objet). Nous invitons les lecteurs intéressés à se reporter aux excellents manuels de Bruce et Green (1990) et de Humphreys et Bruce (1989) qui abordent les apports des différents courants de recherches et synthétisent admirablement les données issues de chaque discipline. Nous nous

bornerons ici à fournir une image tant soit peu dynamique des processus visuels élémentaires.

La segmentation. L'information contenue dans les rétines constitue une mosaïque très riche et diversifiée de stimulations lumineuses, en perpétuel changement. Le rôle de la perception consiste largement à stabiliser et à résumer cette effroyable quantité d'informations. Pour ce faire, elle va traiter parallèlement les différents points de l'image, les «regrouper» en zones homogènes, caractérisées par une «texture» commune (c'est-à-dire, par une même densité ou une même répartition d'éléments primitifs de l'image, tels que les taches, les bords ou les terminaisons; voir Bruce & Green, 1990). Les formes de ces zones homogènes sont définies par les lignes de rupture de contraste, les endroits où les contrastes lumineux changent. Un inventaire simultané des zones de rupture de contraste et de leur localisation sur l'ensemble de l'image permet de préciser les contours des plages lumineuses, qui forment alors des «surfaces». Ce découpage de l'image en zones caractérisées par une texture et des contours constitue une première étape décisive de la vision, une première description stable qui correspond à une «ébauche primaire» (Marr, 1982). Mais une fois que l'image est segmentée en surfaces, il s'agit de décider quelles sont les parties qui tiennent ensemble. Plusieurs opérations contribuent à solutionner ce problème.

Le regroupement. On envisage la détection des contours comme une opération qui peut être réalisée simultanément à différentes échelles spatiales, c'est-à-dire, selon différents «grains» de résolution. Les grains de basse fréquence correspondront grosso modo à ce que nous percevons d'images «brouillées», c'est-à-dire, les structures globales de l'image. Les grains de plus haute fréquence donneront accès au décodage des structures fines, les structures locales ou éléments de texture. A cet égard, Watt et Morgan (1985) ont élaboré un algorithme de détection de bords (MIRAGE) à partir duquel ils ont envisagé un traitement des éléments de l'image selon une hiérarchie des fréquences spatiales allant des fréquences basses vers les fréquences élevées, c'est à dire, spécifiant progressivement les structures locales à partir de l'extraction des structures globales. Cette hiérarchie de traitement des bords et des surfaces a le mérite d'économiser les processus de découpage et de regroupement des éléments de l'image, qui peuvent être appliqués uniquement à des zones critiques (Watt, 1988). L'intégration des plages lumineuses entre-elles pourrait donc résulter en partie d'une analyse

parallèle des structures présentes aux différents niveaux de résolution spatiale de l'image.

Une autre source importante de regroupement réside dans la détection des mouvements et de la profondeur. Un objet en mouvement se détachera facilement de l'arrière-plan, et les parties qui le constituent seront automatiquement attribuées à la même structure. Le déplacement du regard permet de relativiser la vitesse avec laquelle les points constituant la projection d'un objet sur la rétine se meuvent par rapport à ceux constituant d'autres objets situés à des profondeurs différentes. La perception, en détectant les vitesses relatives des déplacements, peut regrouper plus facilement les points qui tiennent ensemble. Par ailleurs, le décalage qui existe entre les deux projections rétinienne d'un même objet sera exploité par la perception pour situer sa profondeur relative, et contribuera à le distinguer en tant que structure isolée sur un arrière-plan d'objets différents constituant la scène. Il existe en fait de nombreuses sources d'informations qui vont participer à la détection des structures pertinentes de l'image ainsi qu'au regroupement des points en surfaces, puis des surfaces en objets. Leur synthèse aboutit à un autre type de description, où les surfaces sont réassemblées, leur orientation et leur profondeur relative spécifiées. Il s'agit cependant toujours de descriptions bidimensionnelles, centrées sur l'observateur, générées et alimentées par un angle de vision particulier. Une description de cet ordre correspond plus ou moins à la notion d'ébauche 2 D $1/2$ de Marr, et conclut ce que l'on appelle habituellement les traitements de bas niveau (Marr, 1980; 1982; voir également Kosslyn et al. 1990 pour plus de détails en ce qui concerne les traitements de bas et de haut niveau).

Mais au-delà de l'analyse stricte des données contenues dans l'image rétinienne, il faut souligner que la perception n'est pas innocente et qu'elle ne se contente pas de reproduire fidèlement le monde environnant. Au contraire, elle interprète l'image en fonction des routines développées au cours de l'ontogénèse de l'organisme: la perception capte les invariants de notre environnement physique et nous les restitue de manière cohérente. Son activité structurante consiste essentiellement à détecter les régularités présentes dans les patterns rétinien, qui ne font que refléter des propriétés physiques du monde qui nous entoure (le monde des «solides»). Notre perception, nonobstant sa vocation de processus guidé par les données perceptives (data-driven), répond à certaines attentes et se trompe parfois dans ses interprétations en réagissant de la manière la plus «naturelle», celle qui consiste à forcer la régularité dans des patterns ambigus. Ce principe a été

largement illustré par la notion de «bonne forme» des gestaltistes, les expériences d'illusion optique ainsi que la perception de contours, de mouvements ou de profondeurs illusoirs (voir par exemple Bruce & Green, 1990). L'école gestaltiste a décrit une série de «principes» de l'organisation perceptive qui pour la plupart guident le regroupement automatique des éléments de l'image (comme le font par exemple les principes de proximité ou de destination commune). Nombre de ces principes connaissent un regain d'intérêt à la lumière des nouveaux progrès enregistrés dans le domaine de la vision (cf. Bruce & Green, 1990; Marr, 1980).

Les traitements parallèles. L'exposé qui précède a quelques implications cruciales en ce qui concerne la suite de ce travail. Les étapes précoces de la vision traitent l'information sur un mode parallèle, et ce à plusieurs niveaux: pour être interprétés, une multitude de points de l'image doivent être appréhendés simultanément et regroupés, tandis que les surfaces ainsi obtenues déclenchent elles mêmes une multitude de traitement parallèles, impliquant l'identification et la localisation des formes, ainsi que leur interaction respective au sein de structures plus importantes. Il est tout-à-fait intéressant de noter que l'information traitée est largement redondante. Ainsi, la perception des couleurs améliore l'extraction des textures et des surfaces, mais nous sommes parfaitement capables d'effectuer la majorité de ces traitements sur des images en tons de gris (Marr, 1982). Dans le même ordre d'idées, les images contenant des surfaces texturées ne semblent pas bénéficier d'une meilleure reconnaissance que dessins linéaires, où seuls les contours internes et externes de la figure sont reproduits (Biederman & Ju, 1988). Par ailleurs, le système visuel utilise des voies de traitement indépendantes: les travaux désormais célèbres de Mishkin et Ungerleider (1982) ont notamment précisé le rôle des voies occipito-pariétales qui traitent la localisation des structures visuelles, et celui des voies occipito-temporales qui participent à l'identification de ces mêmes structures (voir également Kosslyn et al., 1990, pour une discussion des dissociations fonctionnelles et neuro-anatomiques). Enfin, une intervention de processus «top-down», influençant les traitements de bas niveau à partir des traitements plus élaborés selon un principe de rétroaction cognitive n'est nullement exclu en perception visuelle: les principes d'organisation perceptive de la Gestalt démontrent que la perception tend à donner au matériel une interprétation plausible tandis que certaines expériences de perception montrent que des traitements

élémentaires sont guidés vers une perception «naturelle» (voir notamment Bruce & Green, 1990) et que la neuropsychologie fournit des exemples d'inférences cognitives dans les processus de reconnaissance résiduels de patients agnosiques (Grailet et al. 1990).

Ces considérations excluent un compte-rendu linéaire des processus visuels précoces. Au contraire, ceux-ci peuvent être conçus comme une cascade d'opérations perceptives distinctes, convergeant vers l'élaboration de descriptions stabilisées de l'image rétinienne. Il n'est nullement nécessaire de recourir à un traitement exhaustif de l'image pour obtenir une reconnaissance d'objet, et dans bien des cas celle-ci peut être obtenue à partir de l'identifications de traits spécifiques (Humphreys & Quinlan, 1987) ou d'une identification partielle (Biederman, 1987). De plus, l'identification d'une image nécessite souvent une identification de ses parties cruciales, caractéristiques du stimulus, et l'ordre dans lequel les différentes parties de l'image seront traitées dépendra d'un certain nombre de paramètres distincts, incluant une hiérarchie probable dans les fréquences spatiales de traitement de l'image, mais tenant également compte des attentes de l'observateur, qui pourra modifier le champs et le positionnement de la «fenêtre attentionnelle» qui gère la finesse du grain de résolution (voir Humphreys & Bruce, 1989).

Reconnaître les objets

Nous pouvons résumer ce qui précède en indiquant que les processus de perception s'élaborent progressivement comme une cascade d'intégrations successives de l'information rétinienne, impliquant des traitements distincts, parallèles et souvent redondants, et n'excluant pas une intervention «top-down» des niveaux de traitement plus élaborés. Ils nécessitent une prolifération de «résolutions» locales, correspondant à l'extraction de formes et à l'assemblage récurrent de ces formes entre-elles. A ce stade, l'image est stabilisée, ses éléments identifiés et recomposés en structures pertinentes. Pour que s'effectue la reconnaissance proprement dite, il faut encore que ces structures soient associées à leurs équivalents en mémoire.

L'appariement en mémoire et les représentations résidentes. Il s'agit d'une étape cruciale, où les représentations épisodiques doivent être comparées aux représentations «résidentes» en mémoire. Une des propriétés les plus étonnantes de la reconnaissance visuelle est sa souplesse

d'application: nous pouvons reconnaître les mêmes objets dans une impressionnante variété de situations, sous des angles et des éclairages les plus divers. Cette versatilité d'utilisation complique la notion d'appariement entre représentations, qui doivent obligatoirement partager un code commun pour que l'opération soit réalisable. On suppose dès lors que les représentations structurelles résidentes sont abstraites et qu'elles codent l'aspect de l'objet indépendamment de l'angle de vision. Une solution au problème de l'appariement serait que les représentations épisodiques de l'objet effectivement perçu atteignent ce degré d'abstraction, qu'elles s'affranchissent de l'angle de vision pour coder la structure essentielle de l'objet. C'est cette solution qu'ont adopté Marr et ses collaborateurs en postulant comme terme à l'élaboration perceptive la production d'une représentation tridimensionnelle de l'objet, superposable à un stock de représentations équivalentes conservées en mémoire (Marr, 1982). Dans cette perspective, les objets sont essentiellement définis par leur structure axiale, qui constitue le «squelette» de l'objet comme le feraient des figurines en «fil de fer». Les différents segments seraient grossièrement habillés de «cônes généralisés», c'est-à-dire des volumes élémentaires définis par une surface coulissant sur un axe, qui représenteraient les volumes relatifs des différentes parties (par exemple, les différents membres d'un être vivant). Le mérite de telles représentations serait d'abstraire considérablement les structures des objets tout en conservant leurs caractéristiques tridimensionnelles et en leur garantissant une différenciation optimale dans le stock des représentations résidentes. Marr a trouvé un support à cette proposition dans les travaux neuropsychologiques de Warrington et Taylor (1973) qui ont rapporté le cas de patients cérébro-lésés incapables de reconnaître des objets tout en restant capables d'en apparier des vues différentes (voir Warrington, 1982), ce qui impliquerait que nous soyons capables de dériver une structure d'objet sans précisément lui accorder de sens. Cette opération est située à un niveau pré-sémantique et désignée comme l'étape de «catégorisation perceptive». Ces données ont amorcé l'étude de dissociations entre la sémantique structurelle et la sémantique conceptuelle, où il est démontré que des patients cérébro-lésés peuvent être sélectivement affectés soit dans leur connaissance structurelle, soit dans leur connaissance fonctionnelle et associative des objets (Grailet et al., 1990; Riddoch & Humphreys, 1987; Warrington & Shallice, 1984). L'accès aux descriptions structurelles stockées en mémoire précéderait l'accès aux informations fonctionnelles et associatives (Humphreys & Riddoch, 1987a; Humphreys, Riddoch & Quinlan, 1987). Mais les

travaux qui ont dégagé le principe de catégorisation perceptive montrent également que des patients peuvent reconnaître des objets présentés sous un angle «prototypique» (celui qui optimise les traits structurels, comme les axes et les détails spécifiques à l'objet), tout en étant incapables de les identifier dans des conditions inhabituelles (sous un angle ou un éclairage peu familier; voir Warrington, 1982). La reconnaissance des objets semble donc préférer les descriptions épisodiques prototypiques, ce qui suggère que les descriptions structurelles stockées en mémoire ne sont pas totalement affranchies de l'angle d'observation (c-à-d., l'angle d'acquisition de la structure), et qu'il devrait exister des procédures de «normalisation» destinées à standardiser la description épisodique d'un objet perçu sous un angle inhabituel en un objet habituel ou «conventionnel» (Humphreys & Quinlan, 1987).

La nature des représentations structurelles résidentes constitue un thème trop vaste pour être abordé ici, et nous invitons de nouveau les lecteurs intéressés à se reporter aux ouvrages de Bruce et Green (1990) et Humphreys et Bruce (1987) pour un exposé détaillé. En ce qui nous concerne, nous avons choisi de privilégier ici la théorie de la reconnaissance par éléments d'Irving Biederman (1987).

La théorie de la reconnaissance par éléments. La théorie de Biederman est extrêmement articulée, et décrit l'élaboration des représentations structurelles depuis l'extraction des contours de l'image jusqu'à la construction des représentations d'objets. Elle autorise également la reconnaissance d'objets sur la base d'une information structurelle incomplète, ce qui offre le double avantage d'accélérer les procédures d'identification et de répondre à davantage de contraintes de la reconnaissance quotidienne; ces propriétés la rendent plus concurrentielle sur le plan des arguments écologiques. Par ailleurs, elle résout avec élégance le problème de l'appariement entre les représentations épisodiques et résidentes, et la théorie s'est progressivement enrichie de nouveaux apports théoriques, incluant des simulations en réseaux de neurones et des travaux d'amorçage, ce dernier point étant détaillé dans la suite du texte. Enfin, la théorie de reconnaissance par éléments «colle» mieux à certaines données empiriques et théoriques qui nécessiteraient une approche plus «modulaire» des représentations structurelles (voir Graillet et al., 1990).

Pour exposer sa théorie, Biederman (1987) utilise la métaphore du langage: nous sommes capables d'identifier une quantité énormes de mots à partir d'un nombre restreint de phonèmes. Se pourrait-il que de

la même manière, nous soyons capables d'identifier les objets qui nous environnent à partir d'un nombre limité de volumes élémentaires? Dans cette perspective, Biederman crée le concept de «geons» (pour «geometrical ions»), qui sont l'équivalent de cônes généralisés, caractérisés par une surface coulissant sur un axe. En définissant quelques paramètres de variation des surfaces (forme et constance de taille) et de leur axe (courbure), on parvient rapidement à constituer un pool de volumes élémentaires qui suffiront à coder grossièrement n'importe quelle partie de n'importe quel objet. L'objet sera donc défini par un sous-ensemble de geons assemblés d'une manière spécifique (par exemple, un verre à vin est composé d'un cône aplati, d'une tige cylindrique et d'une sphère tronquée, dans une disposition co-axiale).

Les geons sont naturellement extraits à partir des contours des surfaces présentes dans l'image. Les endroits où les bords des surfaces se rejoignent constituent les «vertex», et l'analyse simultanée de plusieurs vertex permet non seulement d'identifier les surfaces mais également de décider de leur appartenance à une même structure (voir aussi Bruce & Green, 1990). Dans la mesure où les propriétés non-accidentelles d'une image bidimensionnelle restent valides dans le monde tridimensionnel, notre système cognitif est capable d'inférer une structure tridimensionnelle à partir d'une information bi-dimensionnelle. Ainsi par exemple, nous savons que les lignes parallèles présentes dans l'image d'un cube codent des arêtes parallèles sur un cube réel. De cette manière, notre système cognitif est capable de reconstruire une information tridimensionnelle à partir d'une information strictement bi-dimensionnelle. Il s'agit d'un point crucial de la théorie, car cela signifie que la structure tridimensionnelle de n'importe quel volume élémentaire peut être extraite de son image bidimensionnelle, *indépendamment de son angle de vision*. Cette approche résout donc l'épineux problème de la standardisation des représentations épisodiques. Par contre, tout objet sera défini par la présence de certains geons *et* par leur code d'assemblage au sein d'une même structure. Ce code d'assemblage des geons constitue l'enjeu des recherches récentes menées par Biederman et ses collaborateurs.

L'AMORCAGE D'OBJETS

Avant de passer aux travaux de mémoire implicite, il convient de préciser que les expériences traitant de l'amorçage d'objets utilisent des

dessins linéaires à la place des objets réels, ce qui en ferait plutôt un amorçage « pictorial ». Néanmoins, cela ne gêne pas une analyse des mécanismes d'encodage de l'image dans les termes définis aux paragraphes précédents, car les deux situations ne semblent pas devoir être dissociées au niveau de l'analyse perceptive (Biederman & Ju, 1988). Notons également que les situations d'identification utilisées aux tâches de priming pictorial font référence à des objets stables et isolés, plutôt qu'à des objets en mouvement et incrustés dans des scènes. A vrai dire, c'est à cette situation que se rapportent le plus souvent les travaux de reconnaissance visuelle: cette simplification arbitraire permet de concentrer les recherches sur les mécanismes dévolus au traitement des formes intrinsèques à l'objet plutôt qu'aux processus consacrés à l'extraction de la figure dans le pattern rétinien. La présentation théorique qui précède reste donc pertinente en ce qui concerne le traitement perceptif de l'image, étant entendu que les situations auxquelles nous faisons référence ne reproduisent pas explicitement la reconnaissance « naturelle » des objets dans la vie quotidienne. En revanche, cette simplification artificielle du *contexte* de perception ne doit pas obligatoirement être assimilée à une simplification du *problème* de la perception, car la vision des objets naturels incrustés dans des scènes naturelles fournit d'autres indices perceptifs susceptibles d'améliorer à la fois les traitements précoces de la vision (par adjonction du mouvement, d'informations relatives à la profondeur, aux ombrages, etc.) et le processus de reconnaissance (par adéquation au contexte).

Conformément à nos hypothèses de départ, nous allons considérer que le phénomène d'amorçage va résulter de la reconduction, lors du recouvrement, de certaines opérations cognitives sollicitées à l'encodage. Comme nous allons le voir par la suite, les traitements impliqués dans l'appréhension et la restitution des stimuli varient d'une recherche à l'autre, et incluent forcément des traitements cognitifs différents. Souvent, une manipulation des conditions de recouvrement par rapport aux conditions d'encodage fondera la logique même de l'expérience, la variable dépendante étant alors le taux d'amorçage obtenu en fonction des dissociations opérées entre les deux situations.

Classiquement, le priming perceptif est caractérisé par une grande sensibilité aux « traits de surface », c'est-à-dire au format perceptif du stimulus originel. Cette assertion a été largement documentée par des travaux indiquant que l'identification d'un mot (complet ou fragmenté) est non seulement améliorée par une identification préalable, mais que l'ampleur de la facilitation dépendra de la concordance perceptive entre

les items employés à l'encodage et ceux utilisés au recouvrement. En l'occurrence, cela signifie que le priming sera amélioré si les stimuli employés au test respectent les mêmes «traits de surface» que ceux de l'encodage, comme le type de caractère ou le degré de brouillage des mots (voir par exemple Jacoby & Hayman, 1987; Roediger & Blaxton, 1987).

Propriétés invariantes de l'image et généralisation de l'amorçage

On a vu au cours de ces dernières années plusieurs chercheurs du domaine de la perception avoir recours aux effets d'amorçage pour explorer les propriétés des mécanismes de perception de l'image. C'est plus particulièrement le cas de Biederman et Cooper (1992), qui ont réalisé une étude de priming de répétition sur une tâche de dénomination d'images. Ils ont présenté à des sujets 48 images à dénommer, en mesurant les latences de dénomination par le biais d'une clé vocale. Environ 7 minutes plus tard, ils ont proposé à leur sujets les mêmes images, mais en déplaçant la moitié des dessins dans la partie contralatérale de l'écran, modifiant ainsi la disposition initiale de ces objets. En outre, ils ont croisé le changement de localisation avec une réflexion en miroir des dessins originaux, si bien que la moitié des items dans chaque condition apparaissait dans la perspective inverse de celle de l'encodage. Leurs résultats démontrent que la dénomination des images originelles est globalement accélérée, et ce indépendamment d'une modification de la localisation dans le champs visuel ou d'une réflexion en miroir par rapport à l'image amorcée à l'encodage. Ensuite, ils ont ajouté à leur schéma expérimental un contrôle de la nature visuelle de l'effet de priming. Pour ce faire, ils ont reconduit leur expérience de départ, mais en remplaçant à la phase test certains dessins originaux par des objets qui portaient le même nom mais qui étaient structurellement différents des images qui avaient été encodées (ainsi par exemple, un sujet dénommait «piano» pour un piano à queue et se voyait ensuite proposer l'image d'un piano droit qui était dénommé de la même manière). Cette fois, les résultats indiquent que l'effet de priming est transféré aux exemplaires structurellement différents partageant le même nom, mais dans des proportions plus modestes que pour les exemplaires originaux (ce qui atteste la nature visuelle des mécanismes qui sous-tendent la facilitation de traitement). Enfin, estimant que l'absence de priming de position pouvait tout simplement refléter un non-encodage de la position de l'image dans le champs visuel, ils ont

contrôlé cette hypothèse par une procédure de rappel explicite qui montre curieusement un rappel libre des positions assez efficace (ce qui confirme que la position est bien encodée mais que cette information n'est pas restituée en recouvrement implicite). Les auteurs interprètent ces résultats comme une manifestation de l'indépendance des mécanismes visuels spécifiquement dévolus à l'identification et à la localisation des stimuli présents dans le champs visuel, cette observation étant clairement établie dans les travaux d'expérimentation animale (voir par exemple Ungerleider & Mishkin, 1982) et plus récemment chez le sujet humain (Grady et al., 1992; on trouvera une discussion analogue en neuropsychologie humaine chez Kosslyn et al., 1990, ainsi que chez Levine et al., 1985).

Amorçage d'une représentation structurelle

Dans une autre série d'expériences, Biederman et Cooper (1991) envisagent trois paramètres visuels susceptibles de jouer un rôle dans le priming d'images: la facilitation d'identification pourrait survenir par traitement récurrent 1) des traits de l'image (c'est à dire, des informations brutes caractéristiques de l'image bidimensionnelle, telles que les contours et les vertex), 2) des éléments de l'image (les parties distinctes de l'objet, en l'occurrence les geons de la théorie de la reconnaissance par éléments), ou bien encore 3) de l'exemplaire particulier de l'objet (la même version structurelle). Ils vont donc soumettre deux groupes de sujets à une tâche de priming de répétition, le premier groupe devant identifier (dénommer) des images dont 50% des traits (des contours) sont effacés, l'autre groupe réalisant une tâche équivalente sur les mêmes objets dont on a cette fois supprimé la moitié des éléments (c'est à dire des parties convexes ou simplement concaves de la figure, correspondant aux geons de Biederman). Environ 7 minutes plus tard, les sujets devaient de nouveau dénommer les mêmes objets, néanmoins répartis en trois catégories distinctes: soit il s'agissait des mêmes dessins que ceux qui avaient été étudiés auparavant, soit il s'agissait des mêmes images dont on présentait l'information complémentaire (l'autre moitié du dessin, c'est à dire 50% des contours ou 50% des éléments en fonction du groupe expérimental), soit encore il s'agissait d'un autre exemplaire de l'objet initial, portant néanmoins le même nom. Les résultats montrent que les sujets du groupe «traits» reconnaissent plus rapidement les objets identiques que les autres exemplaires, mais ne montrent aucun avantage pour les images initiales

par rapport à leurs compléments qui bénéficient d'une amélioration équivalente en termes de délai de réponse. Par contre, le groupe «éléments» montre un avantage des images initiales sur leur complément, qui sont néanmoins identifiés avec la même rapidité que les autres exemplaires. Les auteurs en concluent que l'information critique pour obtenir un priming d'image réside dans l'identification initiale des éléments correctement agencés au sein de l'objet, car c'est cette dernière information qui distingue essentiellement les deux groupes expérimentaux (le groupe «éléments» ne dispose que de la moitié de ces informations et ne saurait reconstruire exactement l'objet entier, tandis que le groupe «traits» peut accéder à l'ensemble de l'information par «fermeture perceptive» de la figure fragmentée; voir également Snodgrass & Feenan, 1990). Une manipulation des informations de contours n'affecte pas le priming, qui par contre perd de son ampleur lorsque l'on passe à un exemplaire portant le même nom mais différant par sa structure. On notera cependant que les autres exemplaires bénéficient quand même d'un effet d'amorçage modéré (voir également Jacoby et al., 1989), et que les auteurs attribuent ce transfert d'amorçage à un traitement conceptuel, non-spécifiquement visuel.

Biederman et Cooper considèrent donc que la représentation cruciale sous-tendant le priming de répétition d'images doit décrire la disposition des éléments au sein de l'objet. Conformément à la théorie de Biederman (1987), ces éléments seraient automatiquement détectés par le système perceptif qui spécifie ensuite leur agencement relatif au sein de la structure globale. Pour qu'un objet soit reconnu, ou qu'il puisse bénéficier d'un recouvrement implicite, il faut d'abord que cet arrangement soit précisé. Les auteurs ont une idée très précise de la nature de ces mécanismes puisqu'ils se réfèrent explicitement à la théorie de la Reconnaissance par Eléments décrite plus haut et plus particulièrement au fonctionnement d'un réseau de neurones élaboré dans leur laboratoire (JIM; cf. Hummel & Biederman, 1990).

Complétion et organisation perceptive

Les deux séries d'expérience que nous venons de présenter brièvement fournissent quelques indications intéressantes quant aux propriétés du priming pictorial. Premièrement elles confirment que le priming pictorial peut être transféré à des variantes visuelles, voire structurelles. La qualité du priming n'est pas affectée par des modifications de position dans le champs visuel ou d'inversion en miroir, voire par des manipula-

tions de traits de contours, ce qui suggère que la facilitation ne réside pas dans la restitution stricte d'une description rétinotopique. Au contraire, il faut envisager l'intervention d'un certain niveau d'abstraction perceptive, conduisant à une représentation structurelle minimale de l'objet, susceptible d'en décrire les différents éléments ainsi que leur arrangement respectif dans la structure globale (voir également Schacter et al., 1991). Selon Biederman et Cooper (1992), les étapes précoces qui précèdent l'assemblage des parties (geons) dans l'objet ne devraient normalement pas conserver de traces durables des identifications précédentes, car leur rôle est de capter chaque nouvelle combinaison de formes et de surfaces proposées à la rétine et la rémanence des signaux précédents ne feraient que gêner les perceptions nouvelles.

Un travail qui pourrait dans une certaine mesure conforter cette position a été réalisé par Snodgrass et Feenan (1990). Ces auteurs ont cherché à préciser la nature des opérations nécessaires à l'obtention du priming d'image. Pour ce faire, ils ont soumis leurs sujets à des tâches d'identification d'images fragmentées, subdivisées en trois niveaux de difficultés: 1) les images très fragmentées fournissant peu d'informations de contours et n'étant que peu identifiables, 2) les images peu fragmentées, pratiquement complètes et toujours identifiées, et 3) les images moyennement fragmentées qui sont reconnues dans 64 % des cas et nécessitent une «fermeture» perceptive («perceptual closure») des fragments (la fermeture perceptive est ce phénomène par lequel notre perception est capable de remplir les espaces qui séparent des traits colinéaires interrompus, de manière à percevoir la forme la plus significative qui en résulte; voir notamment Bruce & Green, 1990). Après un délai de deux minutes, les sujets se voyaient proposer une tâche de reconnaissance graduelle (la méthode des limites ascendantes) dans laquelle l'image apparaît par niveaux de fragmentation régressifs. Leur tâche consistait alors à identifier chaque image le plus rapidement possible, c'est-à-dire avec le minimum d'information visuelle. A cette étape, la moitié des objets avaient été étudiés précédemment et l'autre moitié était constituée d'objets nouveaux. La mesure de priming était établie comme un gain (saving) des seuils d'identification des anciennes images par rapport aux nouvelles.

Les résultats globaux montrent que l'amorçage le plus important est fourni par la série intermédiaire, soit celle où les images sont a priori identifiées dans 64% des cas (par contraste avec les deux autres séries, trop facile ou trop difficile avec 99% et 12% d'identification correcte). Ce niveau médian de fragmentation a été choisi car il fournissait

généralement suffisamment d'information pour que l'image soit identifiée par le sujet, tout en forçant une reconstruction active de la figure par fermeture perceptive (seule cette condition s'est avérée améliorée par une seconde présentation du stimulus à l'encodage ou par une augmentation des délais d'observation, ce qui suggère qu'elle impliquait une élaboration effective des procédures d'identification). Le priming perceptif s'avère donc sensible à la qualité de l'élaboration perceptive initiale, en l'occurrence le mécanisme de fermeture, qui «reconstruit» correctement la figure. Cette interprétation est compatible avec celles des auteurs précédents dans la mesure où elle conforte l'idée que les traitements précoces de l'image ne déclenchent pas une facilitation ultérieure du recouvrement s'ils ne s'accompagnent pas d'une stabilisation perceptive. En effet, la représentation n'étant pas consolidée, elle ne sera pas exploitable lors d'un traitement ultérieur. Au contraire, ce travail met l'accent sur la nécessité de recourir à une description exhaustive de l'objet, quitte à l'élaborer par fermeture perceptive.

Représentations d'objets non-familiers

A cet égard, une étude de Schacter et al. (1990) offre à la fois des conclusions convergentes et une extension intéressante du phénomène, dans la mesure où ces auteurs parviennent à montrer qu'il est possible d'amorcer des structures tridimensionnelles nouvelles, pourvu que ces structures n'enfreignent par les lois de la perception et permettent l'élaboration d'une description stable. Ainsi, ils ont demandé à deux groupes de sujets d'étudier des dessins de structures possibles et impossibles, correspondant grosso modo à des volumes complexes, composés de plusieurs parties régulières («géométriques»). Un des groupes procédait à un encodage «local» (les sujets devaient dénombrer les lignes verticales et horizontales de chaque structure), tandis que l'autre procédait à un encodage «global» (les sujets devaient décider si chaque figure pointait vers la droite ou vers la gauche). Ensuite, les sujets se voyaient proposer ces mêmes structures non-familières mélangées à de nouvelles qu'ils n'avaient pas étudiées, et devaient décider s'il s'agissait de dessins possibles ou impossibles dans le monde des objets tridimensionnels (si certaines structures de l'image enfreignaient ou non la règle de la perspective). Ces auteurs ont obtenu une facilitation de la décision possible/impossible uniquement dans le cas des objets possibles, et seulement lorsqu'ils avaient été encodés de manière globale. Au contraire, ils n'ont observé d'amorçage ni pour les sujets ayant réalisé

une analyse locale des stimuli, ni pour les objets impossibles (en dépit d'un taux de reconnaissance explicite relativement élevé). Dans une étude ultérieure, Schacter et ses collaborateurs ont observé un effet de priming équivalent (object decision priming) chez des patients cérébro-lésés caractérisés par un déficit sévère de la mémoire explicite (Schacter et al., 1991), ce qui bien sûr, consolide l'indépendances des deux recouvrements mnésiques, mais permet aussi d'exclure une explication de l'amorçage en termes d'activation automatique de structures mnésiques pré-existantes (puisque les nouveaux objets n'en possèdent pas; voir Schacter et al., 1990; Van der Linden, ce numéro). Au contraire, la dissociation entre les groupes «local» et «global» indique que le priming semble reposer sur une description structurelle exhaustive de la figure. Cooper et al. (1992) précisent la nature de cette représentation en réalisant deux expériences analogues aux précédentes: ils définissent une tâche de priming de décision d'objet sur un matériel équivalent de dessins linéaires possibles et impossibles, mais en variant cette fois la taille et l'orientation gauche-droite des stimuli au recouvrement. Cette manipulation ne modifie pas la qualité de l'amorçage, ce qui suggère que les représentations structurelles relayant le priming ne codent ni la taille ni l'orientation gauche-droite, mais spécifie les relations des parties dans l'objet. A noter que l'invariance de priming pour des images en miroir réplique l'observation de Biederman et Cooper (1991), et que ces manipulations affectent par contre la reconnaissance explicite des items qui est moins bonne lorsqu'il s'agit d'images transformées au recouvrement (ce qui évoque le phénomène déjà décrit dans le cas de l'invariance de l'amorçage de position; Biederman & Cooper, 1990). Enfin, Schacter et Merikle (1990) ont réalisé une expérience où ils proposent à deux groupes de sujets d'étudier un ensemble d'objets familiers, soit en réalisant un traitement sémantique (générer la fonction de l'objet), soit en réalisant un traitement structurel (compter les vertex). Ces deux types d'encodage étaient croisés avec deux types de recouvrement: un recouvrement implicite, où les sous-groupes de sujets devaient procéder à une tâche de complétion de fragments sur des images anciennes et nouvelles, ou un recouvrement explicite où les sujets devaient décider si les images avaient effectivement été présentées auparavant. Les auteurs découvrent un priming à la complétion équivalent pour les deux groupes d'encodage. Par contre, le recouvrement explicite s'avère supérieur dans la condition d'encodage sémantique. Ils en concluent a) qu'une tâche perceptive, non-sémantique (le comptage de vertex), suffit à instaurer un phénomène de priming consistant, et b)

que le recouvrement explicite doit par contre se fonder au moins en partie sur des informations sémantiques. Pour expliquer la nature des représentations qui supportent le priming, Schacter et ses collaborateurs ont recours au concept de description structurelle globale de l'objet, telle qu'elle est décrite par Humphreys et Quinlan (1987; voir la première partie), ainsi qu'à la notion d'un stock de représentations structurelles non-sémantiques, précédant l'accès aux représentations sémantiques dans le décours de l'identification visuelle (Humphreys & Riddoch, 1987a). Ces représentations constituent le système de description structurelle, que Schacter et son équipe envisagent comme un sous-système d'une entité plus vaste, le système de représentation perceptive (PRS). La vocation du PRS est de coder les informations perceptives, et ses sous-systèmes sont dévolus à des traitements spécialisés (comme le Word-Form System qui code l'aspect des mots). Par contre, la mémoire explicite implique largement un système extérieur au PRS, le système de mémoire «épisode», qui traite les informations relatives aux conditions d'encodage d'un événement.

A cet égard, il convient d'ouvrir ici une parenthèse pour lever une ambiguïté sur le terme «épisode»: en théorie de la mémoire, un souvenir épisodique renvoie à des événements effectivement vécus par le sujet, qui constituent une catégorie spécifique de l'information stockée en mémoire; en théorie de la reconnaissance, le terme épisodique désigne cette fois une description transitoire élaborée à partir de la perception d'un objet particulier. En conséquence, les deux termes ne peuvent être assimilés l'un à l'autre et il convient de rester attentif au contexte qui entoure leur utilisation.

Représentations abstraites et représentations épisodiques

Les travaux décrits dans la section précédente expliquent le phénomène de priming par l'élaboration d'une représentation abstraite de l'objet à partir de l'image. C'est le caractère abstrait de cette représentation qui permet la facilitation à partir d'autres images (ou descriptions) d'un même objet. Il s'agit d'un sujet largement débattu dans la littérature concernant la mémoire implicite, car elle fait directement référence à la questions de systèmes mnésiques séparés traitant préférentiellement certains types d'information mnésique et relayant spécifiquement certaines opérations de recouvrement (voir notamment Mitchell & Brown, 1988; Roediger, 1990; Tulving & Schacter, 1990; voir également Van der Linden dans ce même numéro). Comme nous

venons de le voir, la théorie des sous-systèmes mnésiques propose que le recouvrement explicite soit relayé par la mémoire épisodique qui donne accès aux informations autobiographiques et au contexte d'encodage du stimulus, tandis que le recouvrement implicite reposerait davantage sur le Système de Représentations Perceptives (PRS), lui-même subdivisé en sous-systèmes spécialisés (Schacter et al. 1990; Tulving & Schacter, 1991). Dans l'expérience de Snodgrass et Feenan (1990), les auteurs optent pour une position intermédiaire puisqu'ils suggèrent que le traitement perceptif élabore une représentation unique dont les propriétés varient en fonction des conditions de recouvrement. En outre, ils reconnaissent à cette représentation des caractéristiques épisodiques, puisqu'une meilleure concordance entre les contextes d'encodage et de recouvrement améliorera le priming. Jacoby et al. (1989) se sont fait les défenseurs de cette conception, et préfèrent expliquer les différences d'amorçage observées après manipulation des items en termes de congruence entre les conditions d'encodage et les conditions de recouvrement. Ainsi, ils ont soumis deux groupes de sujets à une tâche de reconnaissance d'images, où les conditions de présentation étaient dissociées. Le premier groupe devait seulement dénommer une série de 20 dessins, tandis que le second groupe devaient préalablement découvrir chaque image par une technique de clarification progressive (les images apparaissent sur un écran et sont superposées à un «bruit» visuel que le sujet nettoie graduellement en appuyant sur un bouton-réponse). Ce second groupe effectue donc sur chaque dessin des opérations plus perceptives que le premier. Chaque sujet était ensuite soumis à un rappel libre des items qui venaient de lui être présentés. Puis les deux groupes se voyaient alors proposer une tâche de clarification progressive comparable à celle du second groupe lors de la phase d'encodage. Cette fois cependant, les sujets devaient identifier 30 images dont 10 avaient déjà été présentées à l'encodage, 10 étaient des images différentes d'objets portant le même nom et 10 étaient nouvelles. Le recouvrement implicite était mesuré par le seuil de clarification nécessaire à la reconnaissance des images. Enfin, chaque image, une fois identifiée, était totalement clarifiée et soumise à un jugement de reconnaissance explicite («déjà vue», «jamais vue mais partageant le nom d'un objet déjà vu», «nouvelle»).

Le groupe ayant seulement dénommé les dessins à l'encodage était meilleur en rappel libre. Le rappel libre n'était néanmoins pas significativement corrélé à la facilité avec laquelle une image était identifiée ultérieurement (ce qui atteste de l'indépendance stochastique des mesu-

res). La reconnaissance explicite était globalement excellente, quoique meilleure pour les objets vus précédemment (les images identiques), que pour les autres dessins (autres exemplaires ou nouvelles images). En ce qui concerne le recouvrement implicite, les dessins présentés à la phase d'encodage étaient reconnus plus rapidement que les nouveaux. Cet effet de priming était cependant transféré aux exemplaires différents portant le même nom, dont le seuil d'identification occupait une position intermédiaire entre ceux des images anciennes et des images nouvelles, ce qui revient à hiérarchiser l'effet de priming en fonction du degré de similarité visuelle existant entre le dessin présenté à l'encodage et son équivalent présenté au recouvrement. A cet égard, les deux groupes se sont comportés différemment. Le second groupe ayant effectué une tâche de clarification à l'encodage, et par conséquent un travail perceptif plus élaboré sur le matériel, montrait un amorçage plus efficace pour les images identiques et des seuils de réponse aux autres exemplaires plus élevés que ceux des sujets qui avaient simplement dû dénommer les images à l'encodage. Ces résultats suggèrent clairement un effet de la nature de l'encodage sur la performance au recouvrement, et plus particulièrement le rôle des indices perceptifs sur la qualité du recouvrement implicite.

On retrouve donc dans cette expérience la hiérarchie déjà mentionnée dans les travaux de Biederman et Cooper (1990; 1991) entre les exemplaires structurellement identiques et les exemplaires différents (mais partageant le même nom). Jacoby et ses collaborateurs interprètent ces dissociations comme l'effet, sur des mesures différentes de la mémoire, de la compatibilité entre les traitements effectués à l'encodage et ceux réalisés au recouvrement. Selon eux, la hiérarchie dans les effets de priming et l'impact du traitement initial sur les seuils d'identification ne peuvent s'expliquer uniquement par l'amorçage de structures abstraites contenues dans un stock mnésique spécifique (tel par exemple le PRS). Au contraire, ils portent l'accent sur le caractère «*littéral*» des représentations et soulignent le rôle des traits épisodiques dans le recouvrement des tâches d'identification perceptive. En conséquence, ils s'orientent vers une analyse des processus mnésiques en termes d'apprentissage et d'utilisation des concepts, selon laquelle les champs mnésiques pourraient se constituer à partir des confrontations avec des exemplaires particuliers (soit des informations épisodiques), le concept de l'objet s'élaborant au fur et à mesure que d'autres exemplaires viennent s'ajouter aux stimuli initiaux et leur confèrent une nouvelle marge de variation conceptuelle. Comme en témoignent les résultats de l'expé-

rience, les possibilités de généralisation à de nouvelles images pourraient elle-même être influencées par la nature des traitements requis à l'encodage. Mais Biederman et Cooper (1991) rejettent à leur tour cette interprétation en axant leur discussion sur la nature des traits effectivement spécifiques à une image. Selon eux, les informations cruciales ne résident pas dans les contours mais bien dans leur assemblage en structures géoniques. L'assemblage des geons entre eux définit une structure abstraite, qui à son tour, autorise une généralisation à partir d'autres exemplaires.

Traitements et représentations

Les données et les discussions se heurtent donc à un paradoxe: l'amorçage est sensible aux «traits de surface», dans la mesure où tous les travaux concordent à montrer qu'un priming est optimisé lorsque les mêmes stimuli sont employés à l'encodage et au recouvrement. À l'inverse, la généralisation à d'autres exemplaires ne peut s'expliquer que par le recours à des structures abstraites, qui négligent les traits de surface au profit des structures essentielles de l'objet. Une manière de tourner la difficulté serait d'interpréter le phénomène d'amorçage en termes de traitements plutôt qu'en termes de représentations. Une position de ce type a été clairement formalisée par Roediger et ses collaborateurs (Roediger, 1990; Roediger & Blaxton, 1987; Weldon & Roediger, 1987; Weldon et al., 1989), et peut être résumée comme l'approche des «transfer-appropriate procedures», qui repose sur quelques hypothèses de base. Premièrement, la performance à un test de mémoire dépendra de la reduplication d'opérations cognitives effectuées à l'encodage. Deuxièmement, mémoire implicite et mémoire explicite requièrent des opérations de recouvrement différentes (ou accèdent à des informations de nature différente), et par conséquent, ne seront pas sensibles aux mêmes opérations d'encodage. Troisièmement, les tests explicites font habituellement appel aux aspects sémantiques, conceptuels, lors du recouvrement du matériel, et s'avèrent peu sensibles aux traits de surface. Quatrièmement, le recouvrement implicite repose essentiellement sur l'adéquation avec les opérations perceptives effectuées à l'encodage, et se montre peu sensible à l'élaboration sémantique du matériel. Alternativement, on dira que le recouvrement explicite repose sur des processus guidés par les concepts (conceptually-driven) et que le recouvrement implicite repose sur des processus guidés par les données (data-driven). Cette fois encore, l'accent est porté sur l'adé-

quation entre traitements d'encodage et de recouvrement, et la distinction entre traitements perceptifs et conceptuels permet de rendre compte, avec quelques aménagements, d'une majorité de dissociations implicites et explicites. Ainsi, la mémoire implicite serait peu sensible aux manipulations de profondeur d'encodage, parce que celles-ci reposent davantage sur des traitements sémantiques et non perceptifs. De la même manière, la spécificité des traitements perceptifs rend la mémoire implicite très vulnérable aux changements de format entre les stimuli présentés à l'encodage et ceux présentés au recouvrement. Enfin, le caractère très superficiel des traitements perceptifs, qui les maintiennent à la «périphérie» des traitements conceptuels, plus élaborés, expliquerait le fait que le priming ne soit pas transféré à d'autres modalités de traitement (une position qui, comme nous allons le voir, est contestée par des données récentes).

L'approche de Roediger et de ses collaborateurs a le mérite d'établir un principe général de recouvrement tout étant plus parcimonieuse qu'une explication en termes de systèmes mnésiques fonctionnellement distincts. Par contre, elle rend difficilement compte des phénomènes de préservation sélective observés chez les patients amnésiques (voir Roediger, 1991; Schacter et al. 1991). Sans entrer dans ce débat, nous nous bornerons à constater que des explications de l'amorçage en termes de traitements plutôt qu'en termes de représentations offrent quelques attraits pour une théorie de l'amorçage d'objets. En effet, les modèles de la vision tels que nous les avons esquissés impliquent une prolifération de traitements fonctionnellement distincts. Ces traitements dépendent largement des caractéristiques de l'image, et s'il est vrai que la perception nous «résume» les objets, elle n'en réalise pas moins une série considérable d'opérations spécifiques à chaque nouvelle stimulation rétinienne. Dans cette perspective, on pourrait imaginer qu'il serait intéressant d'étudier la «mémoire» d'une image comme la «mémoire» d'une configuration particulière d'opérations cognitives. Plus précisément, cela signifierait ici que l'amorçage de deux images identiques serait plus efficace que l'amorçage de deux images différentes (d'un même objet), non pas parce que le système réutiliserait une représentation structurelle exhaustive de l'objet déjà présenté, mais plutôt parcequ'il passerait par la même séquence de mécanismes de décodage perceptif. Cette explication contribuerait à résoudre le paradoxe du transfert de priming à d'autres exemplaires, tout en expliquant la fidélité du priming à l'exemplaire original (ce que font difficilement les explications en termes de représentations, qui devrait à la fois abstraire

la structure et conserver les détails). Par contre, il faudrait alors admettre que la facilitation porte sur les traitements plutôt que sur la réactivation d'une représentation spécifique.

Priming perceptif et priming conceptuel

Une théorie de l'amorçage fondée sur l'hypothèse d'un recours sélectif à des traitements perceptifs et conceptuels pourrait donc rendre compte d'une majorité de phénomènes mnésiques. Plus particulièrement, on pourrait concevoir le recouvrement implicite comme la conséquence de l'élaboration par le système perceptif d'une description structurelle pré-sémantique (c-à-d. préconceptuelle). Cette description, ou du moins les mécanismes cognitifs qui l'ont engendrée, constitueraient le siège effectif de l'amorçage. Toute facilitation au recouvrement dépendrait en fait d'un recours à la représentation initiale, c'est-à-dire de la reduplication des opérations effectuées à l'encodage.

Une étude récente de Hirshman et de ses collaborateurs apporte cependant une perspective nouvelle au problème, en réorientant le débat sur les notions de priming «inter-modalités» et de profondeur d'encodage en mémoire implicite (Hirshman et al., 1990). Ainsi, ces auteurs réalisent une série d'expériences où l'encodage du matériel est de nature verbale et le recouvrement implicite de nature pictorielle. A l'encodage, leurs sujets doivent générer une série de mots incrustés dans des phrases, le sens de la phrase contraignant fortement le choix de l'item à générer. Ensuite, les sujets sont soumis à une tâche d'identification d'images selon la procédure des limites ascendantes déjà décrite dans le travail de Snodgrass et Feenan (1990). Les images utilisées au test représentent les mots étudiés, des associés sémantiques ainsi que de nouveaux items. Les résultats montrent alors un priming pour les mots étudiés mais pas pour les associés sémantiques qui sont identifiés avec une rapidité comparable à celle des nouveaux items, non-étudiés à l'encodage. Un traitement conceptuel semble donc relayer l'amorçage, mais ne se transfère pas à des concepts voisins, les associés sémantiques. Dans une seconde expérience, les auteurs définissent deux conditions d'encodage, avec un traitement «superficiel» (soit la simple lecture de mots incrustés dans une phrase) et un traitement «profond» (les mots doivent être générés selon la procédure décrite précédemment). Cette fois, on observe un amorçage pour les mots générés, mais pas pour les mots simplement lus. Par contre, une troisième expérience montre que mots lus et générés produisent tous deux un priming à une tâche de

complétion de fragments de mots. Les auteurs en concluent que l'amorçage des mots lus en situation de complétion de fragments confirme le rôle des processus guidés par les données (l'adéquation des tâches de lecture et de complétion repose essentiellement sur les traitements perceptifs). Par contre, l'amorçage de mots générés sur la complétion de mots plaide pour l'intervention de traitements conceptuels dans la facilitation. Ces résultats soulignent donc l'existence d'une médiation conceptuelle dans un test implicite de nature perceptive, et excluent dès lors un confinement pur et simple des traitements de la mémoire implicite aux informations perceptives, guidées par les données, comme le suggérait l'approche des «transfer-appropriate procedures» de Roediger et de ses collaborateurs.

L'autre conclusion importante issue de cette série d'expériences réside dans le fait que le transfert du priming au matériel pictorial ne s'opère que si la condition initiale d'encodage est suffisamment élaborée: en effet, les items dont le nom n'a fait l'objet que d'une simple lecture ne montrent aucune facilitation en complétion de fragments d'images, tandis que les items dont le nom a dû être inséré dans une phrase élaborée par le sujet bénéficient quant à eux d'un abaissement des seuils de reconnaissance. Ces résultats sont d'autant plus surprenants que si la condition de génération a effectivement favorisé le rappel libre des items (un résultat attendu étant donné le rôle supposé des représentations conceptuelles dans le recouvrement explicite), celui-ci n'est pas corrélé au rappel implicite, pourtant associé à la condition de génération. Par conséquent, les auteurs formulent l'hypothèse de l'élaboration de deux représentations distinctes en situation de génération: une représentation de sémantique perceptive (relayant la complétion de fragments) et une représentation de sémantique «élaborative» (relayant le rappel libre).

Ces données restent néanmoins déroutantes dans la mesure où, si elles suggèrent a priori un continuum entre les représentations perceptives et les représentations conceptuelles, et en conséquence, l'existence d'un lien fonctionnel entre la mémoire implicite et la mémoire explicite, les résultats s'y opposent sur deux points précis. Premièrement, cette continuité perceptivo-conceptuelle aurait pu trouver son point d'articulation dans un phénomène d'imagerie mentale associé à la génération conceptuelle. Les auteurs réfutent néanmoins l'hypothèse d'une médiation imagée dans la condition «génération» car ils estiment qu'elle ne saurait expliquer la facilitation observée en complétion de mots. En conséquence, il est peu plausible que l'imagerie visuelle ait joué un rôle déterminant dans le priming inter-modalité. Le deuxième argument à

l'encontre d'une relation fonctionnelle entre mémoire implicite et explicite réside dans le fait que complétion et rappel libre n'ont jamais été corrélés sur l'ensemble des mesures effectuées, ce qui revient à dire que les deux recouvrements ne peuvent être relayés par une représentation commune.

Mais contrairement aux réserves qui viennent d'être formulées, les modèles de la reconnaissance auraient somme toute pu s'accommoder d'une explication conceptuelle pour expliquer le priming inter-modalités. En effet, la phase terminale de la reconnaissance est conçue comme un appariement entre une représentation structurelle stockée en mémoire avec ses attributs sémantiques (en l'occurrence, ses attributs fonctionnels et ses associés sémantiques; voir Humphreys & Riddoch, 1987a). Cette interaction est bilatérale et autoriserait notamment l'imagerie mentale à partir de stimulations auditives. En conséquence, il ne serait pas étonnant qu'une activation de traces sémantiques pré-existantes (activation effectuée en situation de génération) puisse faciliter l'accès aux représentations structurelles correspondantes. Cette proposition suppose néanmoins un rôle potentiel de l'imagerie mentale dans le priming d'objet, ce que réfutent dans leur discussion Hirshman et ses collaborateurs (1991).

Représentations nouvelles et représentations pré-existantes

Les sections précédentes fournissent un corpus de propositions hétérogènes et souvent difficiles à concilier. Ainsi, l'amorçage requiert l'élaboration d'une représentation abstraite, mais il reste sensible aux propriétés «épisodiques» de l'image originelle et se dégrade lorsque l'on s'écarte du stimulus de départ. L'amorçage trans-modalités et la généralisation de la facilitation à des variantes structurelles suggèrent qu'une telle représentation puisse être conceptuelle, et par conséquent, résidente dans le système mnésique. Mais le phénomène d'amorçage ne peut être uniquement expliqué en terme d'activation de représentations pré-existantes puisqu'il est possible d'amorcer des structures nouvelles (voir Schacter et al., 1991; Van der Linden, ce même numéro). Une manière de tourner la difficulté serait de décider que toute confrontation avec une nouvelle structure donne lieu à une nouvelle représentation résidente, mais il serait alors nécessaire de postuler à cette représentation une durée de vie limitée pour éviter le piège d'un encombrement rapide de la mémoire (comme c'est le cas dans le contexte de la théorie des gabarits, mentionnée dans la première

section). Pourtant, les phénomènes d'amorçage peuvent persister pendant des périodes très longues, excédant plusieurs mois voire plusieurs années (voir Mitchell & Brown, 1988). Pour résoudre ce dilemme, il est utile de revenir aux théories de la vision proprement dite.

La vocation des modèles de la reconnaissance visuelle étant d'identifier les objets captés par le système perceptif, et cette opération ne pouvant se réaliser que par l'intermédiaire d'un appariement avec une description stockée en mémoire, il est clair que le processus va obligatoirement impliquer l'activation de représentations résidentes dans le système mnésique. Pourtant, notre système de reconnaissance visuelle est souvent appelé à identifier de nouveaux exemplaires dans le monde des objets qui nous entourent, et nous pouvons probablement y arriver de diverses manières.

Si nous ne pouvons pas toujours identifier un objet avec certitude, nous sommes néanmoins pratiquement toujours capables de le ranger dans une catégorie structurelle donnée. A vrai dire, si un objet peut nous paraître nouveau, il est toujours possible de le décomposer en éléments familiers ou en configurations d'éléments qui ressemblent à quelque chose de connu (Biederman, 1987). Sur le plan théorique, cela renvoie à l'idée que nos représentations structurelles des objets (et par conséquent les concepts des objets eux-mêmes) pourraient être classées en fonction de caractéristiques communes, si bien que les membres d'une classe ne se distingueraient que par des détails alors que les structures communes seraient attribuées à l'ensemble de la catégorie (cf. par exemple les représentations 3D de D. Marr, 1982; ou encore les structures géoniques de I. Biederman, 1987). Notons qu'une telle conception convient parfaitement aux modèles de mémoire distribuée où des exemplaires différents se distinguent par des variations parfois ténues dans les patterns d'activation des unités constituant la couche de neurones dévolue à un site de représentations spécifique, alors que le reste du pattern code ce qui est commun entre les exemplaires et les «soudes» au sein d'une même catégorie structurelle (Rumelhart et al., 1986). Un pattern de stimulation nouveau, mais partageant de nombreux traits avec des patterns déjà recensés, tendra à être automatiquement associé aux structures les plus proches.

Par ailleurs, si nous étions confrontés à un objet totalement inconnu, par exemple un outil bizarre, nous serions encore capable de lui attribuer des propriétés fonctionnelles sur la base de certaines caractéristiques structurelles (par exemple, nous pourrions d'emblée savoir qu'un objet rigide et pointu doit piquer, ou qu'un objet creux pourrait

être un récipient; d'après le concept d'«affordance» de J. Gibson, 1979). Des cas récents de déficits sévères de la reconnaissance visuelle chez des sujets avec lésion cérébrale attestent que des patients incapables d'utiliser ou d'accéder à leur stock de représentations structurelles peuvent néanmoins continuer à associer des traits fonctionnels à différentes parties de l'objet pour tenter d'identifier les items auxquels ils sont confrontés (Grailet et al., 1990; Humphreys et Riddoch, 1987b). Cette observation suggère par ailleurs que les sujets normaux pourraient très bien n'utiliser qu'une partie de l'information structurelle à leur disposition, et accélérer leur reconnaissance d'objets sur la base d'informations perceptives partielles. L'hypothèse d'une identification partielle s'accommoderait d'ailleurs assez bien d'une description des mécanismes de la perception en termes de modèles «en cascade», c'est-à-dire de modèles où les opérations effectuées à un niveau représentationnel donné pourraient enclencher les traitements aux niveaux suivants avant même d'avoir complété leurs propres opérations (voir Humphreys et al., 1988).

Enfin, rappelons que même au niveau précoce, les traitements perceptifs n'opèrent pas de manière anarchique mais «cherchent» les régularités de l'image rétinienne et qu'ils les interprètent en fonction des règles physiques qui contraignent le monde visuel (et qui de toute évidence, ont «façonné» les traitements perceptifs à travers l'ontogénèse et la phylogénèse). En conséquence, une image n'est jamais à proprement parler nouvelle, dans la mesure où ses constituants ne le sont jamais lorsqu'ils doivent être traités par le système perceptif. Dès lors, et si l'on admet qu'une représentation correspond à une étape de stabilisation dans le décours du processus perceptif, la stimulation rétinienne associée à une nouvelle expérience visuelle risque de trouver un écho au niveau de représentations perceptives élémentaires, telles que des formes ou des assemblages récurrents de formes, des entités volumétriques, etc. Toute nouvelle stimulation serait donc susceptible de se frayer un long chemin dans notre système cognitif, dépassant de loin le simple niveau des traitements visuels précoces pour émerger directement parmi les traitements de plus haut niveau, comme par exemple les informations de nature fonctionnelle (voir Biederman, 1987). En conséquence, la notion de nouvelle représentation visuelle doit être considérée avec prudence, car si l'on considère un stimulus comme étant a priori non-familier parce que n'existant pas en tant que tel dans notre environnement habituel, sa «faisabilité» en tant qu'objet réel lui confère néanmoins un accès à plusieurs niveaux représentationnels (comme le sug-

gèrent d'ailleurs les travaux de D. Schacter et de ses collaborateurs; 1990; 1991).

Par conséquent, la représentation structurelle qui sous-tend l'amorçage d'un objet pourrait être conçue comme un assemblage nouveau et «épisodique» (au sens mnésique et perceptif du terme) de structures résidentes et pré-existantes. Ces structures pourraient être des formes élémentaires, mais plus vraisemblablement des entités volumétriques comme les geons, ce qui rapproche cette position de celle formulée par Biederman et Cooper (1991). A noter qu'une approche «composentielle» de la représentation structurelle offre l'avantage de rapprocher les explications de l'amorçage formulées en termes de descriptions avec celles formulées en termes de traitements, puisqu'il est nécessaire de postuler plusieurs opérations perceptives pour élaborer une représentation exhaustive de l'objet à partir de plusieurs représentations «élémentaires». Dans ce contexte, on pourrait imaginer que la qualité de l'amorçage est proportionnelle à la quantité d'information structurelle commune aux stimuli d'encodage et de recouvrement, ce qui expliquerait à la fois les possibilités et les limitations de la généralisation du priming à d'autres variantes structurelles.

CONCLUSION: MÉMORISER EN RECONNAISSANT

Si, en guise de conclusion, nous opérons une synthèse des propriétés du priming pictorial, nous aboutissons aux propositions suivantes. Le priming d'objet est habituellement conçu comme une facilitation de traitement résultant de la constitution préalable d'une représentation de l'objet par le système perceptif. Cette représentation est abstraite dans la mesure où elle tolère un certain nombre de manipulations de l'image originale (Biederman & Cooper, 1990; 1991), mais elle est littérale dans la mesure où elle conserve un certain nombre de propriétés épisodiques (aux sens mnésique et perceptif) puisque l'amorçage ne se transfère pas complètement aux variantes structurelles d'un même objet (idem; Jacoby et al, 1989). A l'appui de ces observations, il faut citer les travaux de Snodgrass et Feenan (1990) ainsi que ceux de Schacter et de ses collaborateurs (1990; 1991) qui tendent à montrer qu'un priming optimal sera obtenu dans des conditions d'encodage appropriées, «forçant» une description exhaustive de l'objet (d'où le recours à une représentation dite de «sémantique visuelle», ce que d'autres appellent le «système de descriptions structurelles»; voir Schacter et al., 1991).

En théorie de la reconnaissance visuelle, une représentation de ce type se situe au niveau des représentations structurelles épisodiques, qui décrivent l'objet perçu et sont transitoires, ou bien au niveau de la «Form Knowledge» qui comprend le catalogue des représentations structurelles résidentes en mémoire à long-terme (voir Humphreys et Riddoch, 1987a,b). Pour que les représentations structurelles puissent être utilisées lors du recouvrement implicite, il faut qu'elle aient acquis un caractère résident, autrement dit qu'elles soient stockées dans la «Form Knowledge» (ce qui est l'option retenue par Schacter et al., 1991). Du point de vue de la reconnaissance, un modèle où tout nouvel exemplaire serait stocké sous un format littéral, spécifiant les nuances de sa structure, risquerait de conduire à un encombrement rapide de la mémoire, et alourdirait les procédures d'appariement (ce qui constitue les arguments à l'encontre de la théorie des «gabarits»). Pour que les deux domaines puissent effectivement se rejoindre, il faut concilier les impératifs contradictoires d'un stockage durable d'informations perceptives détaillées, littérales, et de représentations structurelles abstraites, simplifiées.

Une solution élégante au problème serait d'envisager ces représentations comme la combinaison transitoire d'éléments stockés à long-terme. Ces éléments pourraient être des entités volumétriques simples, comme ceux proposés par la théorie de reconnaissance des éléments de Biederman (1987). Les propriétés abstraites de la représentation découleraient de la nature même des éléments ainsi que de leur arrangement spécifique qui caractérise la catégorie structurelle de l'objet (il s'agit d'ailleurs de l'hypothèse formulée par Biederman et Cooper, 1991). Les propriétés épisodiques découleraient quant-à-elles de la détection d'éléments spécifiques, ou de configurations particulières de certains éléments.

Cette conception serait encore plus attrayante si on la replaçait dans le cadre d'un système de mémoire parallèle distribuée. Dans ce contexte, objet perçu et concept de l'objet occupent le même site de représentation et activent les mêmes unités sub-symboliques. Deux objets équivalents partageront de nombreuses structures communes, qui tendront à activer les mêmes unités. Au niveau des réseaux d'unités interconnectées, cela signifie que des objets composés d'éléments identiques tendront à déclencher des patterns d'activation largement superposables. Cette superposition directe (mapping) suffira à assurer un mécanisme de reconnaissance général (c'est-à-dire, l'attribution de l'objet à une catégorie particulière). L'identification spécifique de l'exem-

plaire pourrait quant-à-elle être assurée par les variations au sein des patterns d'activation, eux-mêmes engendrés par la détection volontaire de structures secondaires incluses dans la structure générale de l'objet. A vrai dire, les auteurs travaillant sur les problèmes de la vision se tournent de plus en plus fréquemment vers des solutions de ce type, que ce soit pour esquisser des modèles de la reconnaissance par accession à des niveaux représentationnels distincts ou pour résoudre des problèmes visuels spécifiques (Hinton, 1981; Hummel & Biederman, 1990; Humphreys et al., 1988; MacClelland & Rumelhart, 1981). Pour revenir au domaine de la mémoire, on notera que Humphreys et al. (1989) ont récemment proposé un modèle unitaire de la mémoire humaine utilisant un modèle des stockage distribué où les items (les stimuli, les concepts, etc.) sont représentés par des vecteurs de « poids », et les souvenirs par des associations entre items définies par le produit matriciel des vecteurs concernés. Le caractère unique d'un souvenir épisodique est quant-à-lui obtenu par association avec un vecteur codant le contexte d'acquisition. Mémoires implicite et explicite sont donc dissociées par le type d'informations nécessaires à la récupération, et par le type d'opérations requises par la tâche. Néanmoins, toutes deux utilisent le même substrat et cette position se rapproche donc des théories unitaires portant l'accent sur les opérations impliquées dans les deux recouvrements (voir Roediger, 1990).

Envisager les mécanismes de la perception visuelle comme le traitement parallèle des informations rétiniennes relayé par une succession de couches de neurones abritant les sites de représentation hiérarchisés offrirait l'avantage de mieux rendre compte de la souplesse des processus visuels et de traitements profonds amorcés par des informations précoces (Humphreys et al., 1987). Cette approche faciliterait considérablement l'appariement entre vues épisodiques et vues structurelles résidentes (voir Hinton, 1981; Hummel & Biederman, 1987). Elle présenterait également l'intérêt considérable de fondre les concepts cognitifs de traitements et de représentations, qui seraient associés dans la gestion des influx dans les architectures neuronales, les représentations étant alors conçues comme des états stables, mais transitoires, de patterns d'activation spécifiques. En mémoire implicite, cette dernière propriété permettrait sans doute de réconcilier plus facilement les approches en termes de représentations et les approches en termes de traitements, et d'une manière générale, faciliterait sans doute la convergence des théories unitaires de la mémoire avec les explications par systèmes mnésiques fonctionnellement distincts.

En tout état de cause, et quels que soient les choix théoriques de l'avenir, les travaux de la reconnaissance et les travaux de la mémoire implicite sont aujourd'hui condamnés à s'enrichir mutuellement, tant sur le plan méthodologique que conceptuel: les théories de la vision apportent tout le poids de leur bagage conceptuel, auquel contribuent des disciplines aussi diverses que la neurophysiologie, la psychophysique ou l'intelligence artificielle, et la mémoire implicite fournit quant-à-elle toute une nouvelle catégorie de données et d'arguments qui permettent d'explorer plus avant les propriétés de l'image exploitées par notre système perceptif.

REFERENCES

- Biederman, I. (1987). Recognition-by-Components: A theory of image understanding. *Psychological Review*, 94, 115-145.
- Biederman, I., & Cooper, E.E. (1990). *Evidence for complete translational and reflectional invariance in visual object priming*. Unpublished manuscript, University of Minnesota.
- Biederman, I., & Cooper, E.E. (1991). Priming contour-deleted images: Evidence for intermediate representations in visual object recognition. *Cognitive Psychology*, 23, 393-419.
- Biederman, I., & Ju, G. (1988). Surface versus edge-based determinants of visual recognition. *Cognitive Psychology*, 20, 38-64.
- Bruce, V., & Green, P.R. (1990). *Visual perception*. London: Erlbaum.
- Cooper, L.A., Schacter, D.L., Ballesteros S., & Moore C. (1992). Priming and recognition of transformed three-dimensional objects: Effects of size and reflection. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 18, 43-57.
- Gibson, J.J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- Grady, C.L., Haxby, J.V., Horwitz B., Schapiro, M.B., Rapoport, S.I., Ungr-leider, L. G., Mishkin, M., Carson, R.E., & Herscovitch P. (1992). Dissociation of object and spatial vision in human extrastriate cortex: Age-related changes in activation of regional cerebral blood flow measured with [15 O] Water and Positron Emission Tomography. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4, 23-34.
- Grailet, J.M., Seron, X., Bruyer, R., Coyette, F., & Frédérix, M. (1990). Case report of visual integrative agnosia. *Cognitive Neuropsychology*, 7, 275-309.
- Hinton, G.E. (1981). *A parallel computation that assigns canonical object-based frames of reference*. Proceedings of the International Joint conference on Artificial Intelligence, Vancouver, Canada.
- Hirshman, E., Snodgrass, J.G., Mindes, J., & Feenan, K. (1990). Conceptual priming in fragment completion. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 634-647.

- Hummel J.E., & Biederman, I. (sous presse). Dynamic binding in a neural network for shape recognition. *Psychological Review*.
- Humphreys, G.W., & Bruce, V. (1989). *Visual cognition*. London: Erlbaum.
- Humphreys, G.W., & Quinlan, P.T. (1987). Normal and pathological processes in visual object constancy. In G.W. Humphreys & M.J. Riddoch (Eds.), *Visual object processing: A cognitive neurological approach*. London: Erlbaum.
- Humphreys, G.W., & Riddoch M.J. (1987a). The fractionation of visual agnosia. In G.W. Humphreys & M.J. Riddoch (Eds.), *Visual object processing: A cognitive neurological approach*. London: Erlbaum.
- Humphreys, G.W., & Riddoch M.J. (1987b). *To see but not to see: A case study of visual agnosia*. London: Erlbaum.
- Humphreys, G.W., Riddoch M.J., & Quinlan, P.T. (1988). Cascade processes in picture identification. *Cognitive Neuropsychology*, 5, 67-103.
- Humphreys, M.S., Bain, J.D., & Pike, R. (1989). Different ways to cue a coherent memory system: A theory of episodic, semantic and procedural tasks. *Psychological Review*, 96, 208-233.
- Jacoby, L.L., & Hayman, C.A.G. (1987). Specific visual transfer in word identification. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 13, 456-463.
- Jacoby, L.J., Baker, J.G., & Brooks, L.R. (1989). Episodic effects on picture identification: Implication for theories of concept learning and theories of memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 15, 275-281.
- Kosslyn, S.M., Flynn, R.A., Amsterdam, J.B., & Wang, G. (1990). Components of high-level vision: A cognitive neuroscience analysis and accounts of neurological syndromes. *Cognition*, 34, 203-277.
- Levine, D.N., Warach, J., & Farah M., (1985). Two visual systems in mental imagery: Dissociation of «what» and «where» in imagery disorders due to bilateral posterior cerebral lesions. *Neurology*, 35, 1010-1018.
- MacClelland, J.L., & Rumelhart, D.E. (1981). An interactive activation model of context effects in letter perception. 1. An account of basic findings. *Psychological Review*, 88, 375-407.
- Marr D. (1980). Visual information processing: The structure and creation of visual representations. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, B290, 199-218.
- Marr, D. (1982). *Vision*. San Francisco: Freeman.
- Mitchell, D.B., & Brown, A.S. (1988). Persistent repetition priming in picture naming and its dissociation from recognition theory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 14, 213-222.
- Musen, G., & Treisman, A. (1990). Implicit and explicit memory for visual patterns. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 127-137.
- Riddoch, M.J., & Humphreys, G.W. (1987). Visual object processing in optic aphasia: A case of semantic access agnosia. *Cognitive Neuropsychology*, 4, 131-185.
- Roediger, H.L. (1990). Implicit memory: Retention without remembering. *American Psychologist*, 9, 1043-1046.

- Roediger, H.L., & Blaxton, T.A. (1987). Effect of varying modality, surface features, and retention interval on priming in word-fragment completion. *Memory & Cognition*, 15, 379-388.
- Rumelhart, D.E., McClelland, J.L., & the P.D.P. Research Group (1986). *Parallel distributed processing: Vol. 1. Foundations*. Cambridge, MA: M.I.T. Press.
- Schacter, D.L., & Merikle, E.P. (1990). *Priming of familiar visual objects*. Unpublished data.
- Schacter, D.L., Cooper, L.A., & Delaney, S.M. (1990). Implicit memory for the visual objects and the structural description system. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 28, 367-372.
- Schacter, D.L., Tharan, M., Cooper, L.A., & Rubens, A.B., (1991). Preserved priming of novel objects in patients with memory disorders. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3, 117-130.
- Snodgrass, J. G., & Feenan, K. (1990). Priming effects in picture fragment completion: Support for the perceptual closure hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 119, 276-296.
- Tulving, E. (1985). How many memory systems are there? *American Psychologist*, 40, 385-398.
- Tulving, E., & Schacter, D.L. (1990). Priming and human memory systems. *Science*, 247, 301-306.
- Ungerleider, L.G., & Mishkin, M. (1982). Two cortical visual systems. In D.J. Ingle, M.A. Goodale, & R.J.W. Mansfield (Eds), *Analysis of visual behavior*. Cambridge, MA: M.I.T. Press.
- Warrington, E.K. (1982). Neuropsychological studies of object recognition. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, B298, 15-33.
- Warrington, E.K., & Taylor, A. M. (1973). The contribution of the right parietal lobe to object recognition. *Cortex*, 9, 152-164.
- Warrington, E.K., & Shallice, T. (1984). Category specific semantic impairments. *Brain*, 107, 829-854.
- Watt, R.J. (1988). Visual Processing. *Computational, psychophysical and cognitive research*. London: Erlbaum.
- Watt, R.J., & Morgan, M.J. (1985). A theory of the primitive spatial code in human vision. *Vision Research*, 25, 1661-1674.
- Weldon, M., & Roediger, H. (1987). Altering retrieval demands reverses the picture superiority effect. *Memory & Cognition*, 15, 269-280.
- Weldon, M., Roediger, H., & Challis, B. (1989). The properties of retrieval cues constrain the picture-superiority effect. *Memory & Cognition*, 17, 95-105.

C.H.U du Sart-Tilman
4000 Liège

NOTES FOR AUTHORS

Psychologica Belgica publishes scientific contributions to various fields in psychology. Manuscripts are in English, Dutch or French; they should be submitted in triplicate, one copy to be *typewritten original*, in double spacing with wide margins. Generally, they should follow the format of the APA Publication Manual (3d edition). The authors are invited to consult a recent issue of the journal.

Conditions: A manuscript is received with the explicit understanding that it is not under simultaneous consideration by any other publication and that its submission has been approved by all of the authors and by the institution where the work was carried out.

Title: The title should appear as a separate sheet. On the second page: title, together with the name(s) of the author(s) and the full postal address of his (her) institution. If necessary, the title has to be translated in English.

Abstract: An abstract of 50-200 words should follow the title page as a separate sheet. The abstract should be written in English.

Footnotes should be avoided unless absolutely necessary. Essential footnotes should be indicated by superscript figures in the text and collected as a single page at the end of the manuscript.

Tables should be kept to the minimum. Each table should be typed double spaced as a separate sheet, giving the heading, e.g. Table 3, in Arabic numerals, followed by the legend, followed by the table. The legend has to be written in the language of the manuscript. Tables should be lined with light pencil lines so that they may be changed if necessary for printing requirements. Indicate the position of each table in the text by a clear break in the text, with instructions set off by lines above and below.

Figures should only be used when essential. They should be drawn in Indian ink and it is recommended that the linear dimensions of figures be approximately twice those intended for the final printed version. Avoid heavy lines and black surfaces. The legend should be typed on a separate sheet of paper headed, e.g. Figure 2, in Arabic numerals. The legend has to be written in the language of the manuscript. Instructions for placing the figure should be given in the text in the same way as for tables.

Formulas or equations: In order to avoid misunderstandings, mathematical copy has to be carefully prepared. Display all complex equations on a widely spaced line with the number of the equation in parentheses near the right margin of the page.

References in the text should be indicated with the year of publication in parentheses after author's name. References to unpublished work should be avoided. A list of references quoted in the text should be given at the end of the paper in alphabetical order of author's names, commencing as a new sheet. Titles of journals and books should be given in full (consult the APA Publication Manual or a recent issue).

Blind review: All manuscripts submitted for publication will be subjected to blind review.

Charges: Printing is free of charge but with the following restrictions: Corrections other than printer's errors may be charged to the author.

Reprints: Authors receive 25 reprints free of charge. Extra copies should be ordered before returning the galley proofs.