

PROPOSITION D'UN CADRE THÉORIQUE POUR L'ÉTUDE DE LA COGNITION VISUELLE DES PERSONNES RETARDÉES MENTALES

Yanick Courbois

Nous utilisons le modèle de Kosslyn (1994) comme cadre théorique intégrateur des recherches qui portent sur la cognition visuelle des personnes retardées mentales. Après une présentation rapide de cette théorie, nous rapportons un certain nombre d'expériences qui étudient l'encodage, la mémorisation, et la réactivation sous forme d'images mentales d'informations visuelles. L'analyse de ces recherches suggère que le niveau de développement de la cognition visuelle des personnes retardées mentales n'est pas homogène. En particulier, les traitements imagés qui portent sur les propriétés de l'objet semblent être plus efficaces que ceux qui portent sur les propriétés spatiales.

INTRODUCTION

Les personnes retardées mentales ont un fonctionnement cognitif de type «associatif-extrinsèque» (Paour & Asselin de Beauville, 1998). Elles sont fortement sensibles aux phénomènes de contiguïtés spatiales ou temporelles, tout en étant peu orientées vers l'abstraction de systèmes stables de relations. De plus, leur attention et leur motivation sont davantage dirigées vers les caractéristiques externes et superficielles des situations (nature du matériel, attitude de l'éducateur, récompenses, etc.) que vers la nature même des problèmes posés ou des stratégies à mettre

en œuvre (voir Haywood & Switzky, 1986). Les difficultés importantes que rencontrent ces personnes au niveau de l'abstraction les conduisent probablement à privilégier des modes de traitement qui sont plus analogiques que propositionnels (Paour *et al.*, 1998); plus imagés que verbaux (Ellis & Woldridge, 1985). L'apparence des choses, telle qu'elle s'offre à elles au travers de la perception visuelle, joue donc un rôle déterminant dans leurs conduites et peut même constituer un obstacle à leur compréhension des phénomènes (cf. comportements de personnes retardées mentales aux épreuves piagétienne, Paour, 1992). Le fait que ces personnes soient dépendantes du domaine figuratif ne présage cependant rien de l'efficacité avec laquelle elles traitent l'information visuelle. Il est effectivement possible qu'elles soient amenées à utiliser par défaut une modalité de traitement de l'information qui est elle-même déficitaire (Courbois, 1996). Une connaissance précise de la capacité de ces personnes à traiter des informations visuelles est donc importante pour une bonne compréhension du retard mental. Cet article constitue une première tentative de synthèse des travaux qui portent sur la cognition visuelle chez les personnes retardées mentales.

Yanick Courbois, Unité de recherche sur l'évolution des comportements et de l'apprentissage, Université Charles de Gaulle, Lille 3, BP 149, Villeneuve d'Ascq, Cedex, France.
Courriel : Courbois@univ-lille3.fr

Ce travail a été présenté au colloque «*Construction des connaissances et développement de la personne déficiente intellectuelle*», Dijon, décembre 1998. L'auteur remercie Jacqueline Bideaud pour sa relecture attentive d'une version précédente de cet article.

La vision est une modalité sensorielle qui procure à l'homme des informations d'une grande richesse et d'une grande diversité. Elle permet à l'individu de s'adapter rapidement et efficacement à un environnement en perpétuelle modification. La perception visuelle oriente nos déplacements dans l'espace. Elle nous permet de reconnaître les objets (ou les personnes), de les identifier et de les localiser. Les informations visuelles et spatiales qui sont ainsi recueillies peuvent être mémorisées. Le cas échéant, des images mentales peuvent être générées pour récupérer des informations sur l'apparence visuelle des objets ou sur leurs déplacements dans l'espace. En dépit de leur apparente simplicité, ces activités, qui relèvent de la « cognition visuelle », mettent en jeu des mécanismes complexes dont on commence à mieux saisir le fonctionnement. En particulier, Kosslyn (1994) a formulé une théorie qui rend compte des processus engagés dans la reconnaissance et la mémorisation de propriétés visuelles ou spatiales, tout en expliquant ce phénomène particulier de « vision sans objet » qu'est l'imagerie mentale.

Le caractère intégrateur de cette théorie en fait un outil particulièrement intéressant pour l'étude de la cognition visuelle des personnes retardées mentales. Cette théorie devrait en effet permettre de rassembler en un tout cohérent les quelques recherches disparates qui ont abordé ce sujet. Elle devrait aussi — et surtout — orienter les futures recherches réalisées dans ce domaine. La première partie de cet article est consacrée à une présentation sommaire de la théorie de Kosslyn (pour plus de détails, voir Bideaud & Courbois, 1998). Sont ensuite présentées un certain nombre de recherches qui se rapportent à la cognition visuelle des personnes retardées mentales.

PRÉSENTATION DU CADRE THÉORIQUE

La théorie de Kosslyn est à la fois une théorie de la perception visuelle et de l'imagerie mentale. Elle est donc élaborée pour rendre compte des mécanismes impliqués dans la reconnaissance des objets, le traitement de leurs propriétés spatiales, ainsi que des mécanismes responsables de la réactivation de ces

informations sous forme d'images mentales. En combinant les données issues des neurosciences et celles fournies par la psychologie cognitive, Kosslyn (1994) apporte une explication précise de la façon dont s'effectuent ces opérations chez l'homme.

D'un point de vue neuroanatomique, les informations en provenance des yeux se projettent sur le cortex occipital dont on sait, par ailleurs, qu'il est organisé de façon rétinotopique. Les propriétés spatiales de l'input sensoriel sont donc conservées¹ à ce niveau qui correspond à une structure que Kosslyn appelle *buffer visuel*. Cette structure, qui est engagée dans les premiers traitements du perceptuel visuel, fonctionne comme un espace euclidien (Kosslyn, 1980). Elle servirait aussi de « support » aux images mentales en rendant accessibles, de par son organisation spatiale, certaines informations relatives aux propriétés visuelles des objets. Le *buffer visuel* comporte plus d'informations visuelles (perceptives ou imagées) qu'il n'est possible d'en traiter à un moment donné. Aussi, une « *fenêtre attentionnelle* » mobile sélectionne la région du *buffer* qui fera l'objet de traitements plus approfondis en inhibant les régions voisines.

Le système visuel se divise par la suite en deux grandes voies corticales qui semblent spécialisées dans le traitement de propriétés différentes. Les propriétés de forme, couleur et texture des objets sont traitées par la voie occipito-temporale (voie ventrale), alors que les propriétés spatiales de localisation, orientation et taille des objets sont traitées séparément par la voie occipito-pariétale (voie dorsale). Selon Kosslyn, ces voies correspondent à des systèmes indépendants qui reçoivent des informations en provenance du *buffer visuel* et qui ont tous deux des fonctions différentes.

La voie dorsale correspond au *système d'encodage des propriétés spatiales* dont la fonction est d'extraire un certain nombre d'attributs spatiaux de

1. Deux groupes adjacents de neurones corticaux traitent deux points adjacents de la rétine. Il y a cependant quelques distorsions spatiales. En particulier, la région fovéale (5° d'angle visuel) est surreprésentée.

l'objet tels que son orientation, sa localisation ou sa taille. La voie ventrale correspond au *système d'encodage des propriétés de l'objet*. Ce système analyse les informations sélectionnées par la fenêtre attentionnelle et a pour fonction de reconnaître l'objet quelles que soient sa distance, sa localisation et son orientation. Il comporte une mémoire modale visuelle. Les deux systèmes convergent par la suite vers une *mémoire associative* où les informations concernant l'objet sont reliées aux informations spatiales ainsi qu'à d'autres types d'informations (nom, catégorie, etc.). Il peut arriver que l'objet ne soit pas directement reconnu par le système ventral (voir Kosslyn & Koenig, 1992). Dans ce cas, le système visuel procède à un test d'hypothèse à partir des propriétés de l'objet qui semble se rapprocher le plus de ce qui est perçu. Le *système de recherche d'informations* sonde la mémoire associative pour y trouver une propriété distinctive de l'objet candidat ainsi que sa localisation. Cette localisation est transmise au *système de déplacement de l'attention* qui positionne la fenêtre attentionnelle à cet endroit sur le *buffer visuel*. La partie ainsi sélectionnée est analysée. Si la propriété est présente, l'objet est reconnu, sinon le système visuel procède à un nouveau test d'hypothèse.

Ces étapes du traitement de l'information peuvent être illustrées avec un exemple simple. Imaginons un promeneur dans un massif montagneux qui voit un objet éloigné se déplacer le long d'une paroi. Les informations recueillies par les yeux se projettent au niveau du *buffer visuel* et la fenêtre attentionnelle entoure l'image de l'objet en mouvement (l'homme focalise son attention sur la région de l'espace où se situe la cible). Le système d'encodage des propriétés spatiales (voie dorsale) localise l'objet en même temps que le système d'encodage des propriétés de l'objet (voie ventrale) tente de le reconnaître. Ce dernier reconnaît un animal de taille moyenne qui pourrait bien être un chamois ou un bouquetin. Pour arriver à une identification précise de l'animal un test d'hypothèse est pratiqué. La propriété distinctive qui permet de discriminer les deux objets candidats est la forme des cornes. La fenêtre attentionnelle se déplace donc au niveau de la tête de l'animal qui peut alors être reconnu par le système ventral (reconnaissance visuelle) puis identifié au niveau de

la mémoire associative (le nom de l'animal est alors disponible). Selon Kosslyn (1994), ce sont exactement les mêmes processus, les mêmes structures nerveuses qui fonctionnent dans le cas de l'imagerie mentale, mais, cette fois, le système fonctionne à rebours. Ainsi, l'entrée du nom d'un objet en mémoire associative (ex. : « chamois ») va activer sa trace mnésique en mémoire visuelle qui va elle-même s'instancier sous forme d'image mentale au sein du *buffer visuel*. L'information ainsi générée sera analysée comme un percept.

La théorie de Kosslyn a fait l'objet de nombreuses vérifications expérimentales (voir synthèse dans Kosslyn, 1994). En particulier, une façon de tester celle-ci est de montrer que la génération d'images mentales s'accompagne d'une activation importante du cortex occipital puisque cette région cérébrale est supposée être le siège du *buffer visuel*. C'est effectivement ce que trouvent Kosslyn *et al.* (1993) dans une expérience où ils évaluent l'activité cérébrale avec une technique d'imagerie médicale (tomographie par émission de positron ; TEP). Les auteurs demandent au sujet de fermer les yeux et de générer des images mentales qui sont soit de petite taille, soit de grande taille (en fonction de la condition expérimentale). Ils enregistrent alors une activation importante du cortex occipital qui ne correspond pas à une activité perceptive puisque le sujet a les yeux fermés. En outre, l'étendue de l'activation dépend de la taille de l'image qui est générée. Ainsi, la génération d'une image mentale constituerait une sorte de simulation de la vision de l'objet par le cortex visuel². Cette simulation permettrait au système visuel de traiter l'image générée comme s'il s'agissait d'un percept et donc d'analyser certaines propriétés visuelles comme si l'objet était physiquement présent. Un tel phénomène est probablement à l'origine de l'expérience subjective qui donne l'impression à l'individu de «voir» l'objet. Cette forme de simulation n'est pas simplement statique puisque de nombreuses recherches montrent aussi que les images mentales peuvent être dynamiques, c'est-à-

2. Voir aussi Kosslyn *et al.* (1995) pour des résultats similaires, mais aussi Mellet *et al.* (1998) pour une critique de cette conception.

dire qu'elles peuvent représenter les déplacements des objets dans l'espace (Shepard & Cooper, 1982).

Nous pensons que le modèle que nous venons de présenter est heuristique pour une étude détaillée de la cognition visuelle chez les personnes retardées mentales. Aussi, dans un premier temps, nous aborderons les problèmes liés à l'encodage et la mémorisation des propriétés visuelles des objets et des propriétés spatiales puis, dans un deuxième temps, nous traiterons de la réactivation sous forme d'image mentale de ces informations.

ENCODAGE ET MÉMORISATION DES PROPRIÉTÉS VISUELLES DE L'OBJET ET DES PROPRIÉTÉS SPATIALES

Les propriétés visuelles des objets ainsi que les propriétés spatiales sont-elles correctement encodées et mémorisées par les personnes retardées mentales ? La réponse à cette question n'est probablement pas univoque puisque la présentation du modèle de Kosslyn montre bien que l'encodage des propriétés peut être supervisé par des processus de type *top-down* qui déplacent la fenêtre attentionnelle en fonction de connaissances qui sont stockées en mémoire associative. Les personnes retardées mentales sont donc susceptibles de rencontrer de sérieuses difficultés dès lors que la part de ces processus est trop importante. Les problèmes de la structuration des connaissances, des mécanismes attentionnels ou des processus de contrôle sont essentiels, et ont largement été étudiés par ailleurs (voir par exemple la synthèse de Paour, 1995). Dans notre étude, nous nous focaliserons plutôt sur l'analyse de l'efficacité des processus élémentaires qui, partant d'un input sensoriel, élaborent une trace mnésique de ce qui vient d'être vu.

Encodage et mémorisation de propriétés «visuelles»

Les quelques recherches qui abordent ce sujet portent essentiellement sur la mémorisation des visages. Dans l'expérience de McCartney (1987), ce sont 105 photographies de visages inconnus qui sont montrées à des personnes retardées mentales (QI :

62 ; âge : 16 ans) et non retardées (âge : 16 ans). L'auteur procède ensuite à quatre tests successifs de reconnaissance. Le premier se déroule tout de suite après la présentation. Les deuxième, troisième et quatrième tests ont lieu respectivement un jour, trois mois et six mois plus tard. Au cours de ces tests, l'expérimentateur présente 35 paires de photographies, chaque paire étant constituée d'une photo qui a déjà été montrée ainsi que d'une photo qui est nouvelle. La tâche du participant consiste alors simplement à désigner le visage qui a déjà été vu. Les résultats montrent que le pourcentage de reconnaissances correctes est légèrement inférieur chez les personnes retardées mentales (76 % contre 86 %) mais la détérioration de la performance avec le délai de mémorisation semble être identique dans les deux groupes (l'interaction entre le groupe et le délai de mémorisation est non significative). Cette expérience ne permet donc pas de conclure qu'il existe un déficit particulier de la mémorisation des visages humains chez les personnes retardées mentales³. Le niveau de performance plus faible qui s'observe dès le premier test et qui se répercute par la suite de manière identique au cours des autres tests provient probablement d'une limitation dans les processus d'encodage.

Des résultats similaires ont été retrouvés par Dobson et Rust (1994) dans une expérience où ils commencent par entraîner leurs sujets à reconnaître 16 visages inconnus ainsi que 16 objets familiers (les objets présentent une certaine similarité visuelle entre eux). Une fois l'apprentissage réalisé, ils effectuent trois tests de reconnaissance : le premier à une semaine, le suivant à un mois et le dernier à deux mois. Les résultats obtenus à l'épreuve de mémorisation des visages révèlent que le niveau de performance des personnes retardées mentales (âge : 15 ans ; âge mental : 9 ans) est assez proche de celui d'enfants de même âge réel (groupe AR) ou de même âge mental (groupe AM). Les résultats

3. Le moyen le plus fiable pour démontrer qu'un processus ou qu'une fonction particulière est déficitaire chez les retardés mentaux est de montrer que l'augmentation de la difficulté de la tâche — ici la durée de mémorisation — s'accompagne d'une détérioration plus importante des performances chez ces personnes.

obtenus à l'épreuve de mémorisation des objets sont sensiblement différents puisque les performances diminuent plus rapidement avec la durée et que le niveau de réussite du groupe AR est supérieur à celui des deux autres groupes (qui ne différencient pas de façon significative). Pour les auteurs, la mémorisation des objets serait déficitaire chez les personnes retardées mentales alors que la mémorisation des visages ne le serait pas. On remarquera cependant que le groupe des personnes retardées mentales a un niveau de performance proche de celui des enfants de même âge mental. De plus, certains éléments nous conduisent à douter de la validité de la thèse défendue par Dobson *et al.* (1994). Premièrement, la conclusion elle-même est abusive puisque les auteurs ne mentionnent pas l'existence d'un effet significatif d'interaction entre l'épreuve (objets *versus* visages), le groupe et le moment du test. Deuxièmement, il est possible que l'infériorité des retardés mentaux soit la conséquence des objets utilisés qui présentent une certaine similarité entre eux et qui sont donc probablement moins facilement discriminables. Enfin, contrairement aux visages inconnus, les objets peuvent être étiquetés verbalement. Il est donc possible que les différences intergroupes relevées soient aussi liées à des différences dans la capacité à mémoriser ces étiquettes verbales ou, plus simplement, à utiliser un double codage.

Dans l'ensemble, les résultats de ces expériences suggèrent que la mémorisation à long terme des informations visuelles par les personnes retardées mentales s'opère de façon correcte, au moins lorsqu'il s'agit de visages. Le problème de la mémorisation d'objets devra faire l'objet d'investigations plus approfondies.

Encodage et mémorisation de propriétés spatiales

Cet aspect de la cognition visuelle a fait l'objet d'investigations plus approfondies. En particulier, c'est le problème de la mémorisation des localisations spatiales qui a été le plus étudié chez les retardés mentaux.

Nigro et Roak (1987) placent 16 objets familiers sur une matrice 6 X 6 et soumettent leurs sujets à deux

situations expérimentales. Dans une situation d'apprentissage intentionnel, ils leurs demandent de bien mémoriser l'emplacement de chaque objet. Dans une situation d'apprentissage incident, ils orientent l'attention des participants sur la taille de chacun des objets. Après avoir retiré les objets de la matrice, les auteurs procèdent à deux évaluations. Dans la première, ils demandent aux sujets de nommer l'ensemble des objets qui étaient situés sur la matrice (rappel des noms). Dans la seconde, ils leurs demandent de replacer chaque objet au bon emplacement sur la matrice (rappel des localisations). Les résultats montrent que le rappel des noms est moins bon chez les personnes retardées mentales (âge : 22 ans, QI : 62) que chez les personnes non retardées de même âge réel. Par contre, il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes dans le nombre d'objets correctement replacés sur la matrice. Le type d'apprentissage (intentionnel *versus* incident) semble ne pas influencer la mémorisation de la localisation des objets.

Une expérience réalisée par Ellis *et al.* (1989) donne des résultats similaires avec une procédure sensiblement différente. Les auteurs étudient la mémorisation des localisations spatiales chez des personnes retardées mentales âgées de 16 ans (QI : 62) et des personnes non retardées âgées de 7, 11 et 20 ans. L'épreuve débute par la présentation de 100 images regroupées par quatre dans un livre de 25 pages. On demande aux participants d'examiner ces images attentivement car ils devront rappeler ultérieurement le nom des objets (on ne parle pas de localisation spatiale). À la fin de la présentation, on demande effectivement aux sujets de rappeler un maximum de noms. L'expérimentateur lit ensuite à voix haute — et dans un ordre aléatoire — le nom de toutes les images présentées. Les participants doivent alors désigner sur une page blanche l'emplacement qu'occupait chacune d'elles. Les résultats montrent que le nombre d'images correctement rappelées est assez faible chez les retardés mentaux mais il n'existe pas de différence intergroupe dans le nombre d'images correctement localisées (environ 70 % de bonnes réponses).

Dans l'ensemble, les résultats de ces recherches sont en accord avec d'autres travaux qui soulignent la

difficulté rencontrée par les personnes retardées mentales lorsqu'il s'agit de mémoriser du matériel comme des mots ou des noms d'objets (Ellis *et al.*, 1985; Ellis & Woldridge, 1985). Ils montrent par ailleurs que ces mêmes personnes possèdent une mémoire correcte de la localisation des objets. Il est cependant possible que cette caractéristique ne soit pas partagée par l'ensemble de la population puisque les sujets trisomiques 21 semblent avoir des performances inférieures à celles des autres sujets dans ce type d'épreuves (Ellis *et al.*, 1989; Zucco *et al.*, 1995).

RÉACTIVATION DES INFORMATIONS SOUS FORME D'IMAGES MENTALES

Certaines informations visuelles (visages) et spatiales (localisation) sont donc correctement mémorisées par les personnes retardées mentales. Le problème qui se pose maintenant est de savoir si le système visuel est aussi efficace pour réactiver des informations sous forme d'images mentales. Pour répondre à cette question, il faut distinguer deux types d'imagerie. Le premier type est statique (Piaget & Inhelder, 1963) et consiste à réactiver une information visuelle sous forme de représentation imagée sans que le mouvement soit représenté. Le second est cinétique (ou dynamique). Dans ce cas, il s'agit d'une véritable simulation des déplacements dans l'espace qui est réalisée par le cerveau.

L'imagerie mentale statique

Les recherches conduites par Kosslyn (1994) l'ont conduit à distinguer plusieurs formes de génération d'images mentales statiques. L'une d'elles est dite «attentionnelle». L'autre est basée sur la réactivation dans le buffer visuel d'informations stockées en mémoire visuelle.

Génération d'image basée sur des mécanismes attentionnels

La première forme de génération d'image consiste en une sélection de régions du *buffer visuel* par des mécanismes attentionnels. Ce type de génération

d'image n'est pas très courant, mais il peut être mobilisé dans des exercices pédagogiques où il faut reconstituer un modèle en assemblant différents éléments dans une matrice vide («jeux des mosaïques», jeux informatiques, etc.).

Une telle activité peut faire l'objet d'une évaluation objective à partir de la technique des sondes mise au point par Podgorny et Shepard (1978) et reprise par Kosslyn *et al.* (1988). La technique consiste à présenter au participant une grille vide (souvent de 4 x 5 cellules) sous laquelle est affichée une lettre minuscule. Le sujet a pour consigne de générer l'image de la version majuscule de la lettre «sur» cette grille vide (la modalité de représentation de la lettre sur la grille a fait l'objet d'un apprentissage préalable). Peu après l'affichage de la lettre minuscule, deux points (les sondes) apparaissent dans la grille. La tâche du sujet consiste alors à évaluer si les deux points sont situés dans une cellule qui serait noircie si la lettre majuscule était effectivement représentée (si les deux points se superposent à l'image mentale de la lettre). En faisant varier la complexité des lettres (c'est-à-dire le nombre de segments) et en rapportant ces résultats à ceux obtenus dans une condition «perceptive» (la lettre majuscule figure dans la grille au moment où les sondes apparaissent) on parvient à évaluer le temps de génération de l'image ainsi que l'efficacité du processus de génération. Les résultats obtenus chez l'adulte montrent que le temps de génération des images complexes est plus long que le temps de génération des images simples et suggèrent que le processus de génération s'effectue séquentiellement, segment par segment. La fenêtre attentionnelle semble sélectionner une région de la grille qui correspond à un segment de la lettre, puis la région qui correspond au segment suivant, et ainsi de suite. On remarquera que cette forme de génération d'image possède une forte composante spatiale puisque ce sont des représentations spatiales qui orientent les déplacements de la fenêtre attentionnelle (Kosslyn *et al.*, 1995).

L'aménagement de l'épreuve pour des sujets non-lecteurs a permis d'évaluer ce type de génération d'image chez les personnes retardées mentales dont l'étiologie est «organique» ou «culturelle/

familiale »⁴ (Courbois, 1996). L'âge moyen des deux groupes de sujets est de 15 ans. L'âge mental moyen est de 8 ans. Les performances de ces deux groupes sont comparées avec celles obtenues par des enfants non retardés âgés de 5 et 8 ans. Les résultats montrent que l'effet de la complexité en condition imagée est plus important dans le groupe des retardés mentaux d'étiologie organique que dans les autres groupes. Par ailleurs, l'accroissement des erreurs entre les conditions perceptive et imagée est plus important chez les retardés mentaux (les deux groupes confondus) que chez les enfants de même âge mental (interaction significative entre le groupe et la condition). Ces résultats montrent donc que la génération d'image basée sur des mécanismes de sélection attentionnelle de certaines parties du *buffer visuel* s'effectue plus lentement lorsque l'étiologie du déficit est «organique». Ils montrent aussi que ces processus sont plutôt déficitaires chez les personnes retardées mentales et ce, quelle que soit l'étiologie.

Génération d'image basée sur la mémoire visuelle

Une forme beaucoup plus fréquente de génération d'image mentale met en jeu l'activation dans le *buffer visuel* d'informations issues de la mémoire modale visuelle. Ce type de génération peut être évalué de différentes façons. La première consiste à adapter la procédure expérimentale décrite précédemment en effectuant un affichage très bref de la grille et des sondes. La sélection attentionnelle de régions de la grille affichée à l'écran est alors rendue très difficile⁵ (Kosslyn, 1994). La seconde consiste à mettre au point des épreuves dans lesquelles le sujet doit comparer certaines propriétés visuelles des objets (leur taille ou leur forme par exemple; Denis, 1989; Richardson, 1999). Courbois et Lejeune (2000) ont évalué la génération d'image basée sur la mémoire visuelle en utilisant ces deux types d'épreuves. Les participants à l'expérience sont des adolescents retardés mentaux⁶ (âge : 16 ans ; âge

mental : 8 ans) ainsi que des enfants non retardés âgés de 8 ans et demi.

La première épreuve reprend le principe expérimental utilisé par Courbois (1996) mais, cette fois, l'ensemble grille-sonde est affiché pendant 200 ms (dans la condition perceptive c'est l'ensemble grille-pattern-sonde qui est affiché pendant 200 ms). L'analyse des résultats fait apparaître un profil différent de celui obtenu avec l'épreuve attentionnelle. Le temps de génération d'image des deux groupes est assez proche. Les personnes retardées mentales ont par contre un niveau global de performance inférieur à celui des enfants non retardés. Cette infériorité se manifeste toutefois dans des proportions similaires pour les conditions perceptive et imagée (absence d'interaction significative entre le groupe et la condition). Ces résultats suggèrent donc que les personnes retardées mentales ont quelques difficultés à encoder les informations perceptives lorsque le délai de présentation est très court. Elles semblent cependant ne pas avoir de déficit particulier dans la génération d'image basée sur la mémoire visuelle. Par contre, une analyse complémentaire, dans laquelle la complexité n'est plus définie à partir du nombre d'éléments qui constituent le pattern mais à partir de la complexité de son organisation spatiale, fait apparaître des différences entre retardés mentaux et non retardés. L'augmentation des pourcentages d'erreurs est effectivement plus importante pour les patterns de complexité spatiale élevée chez les adolescents retardés mentaux. Il semblerait donc que la caractéristique spatiale des images à générer soit un facteur important de réussite ou d'échec chez les personnes retardées mentales.

Dans la seconde épreuve, les participants doivent comparer la forme des visages de personnages de dessins animés. Les travaux de recherche qui ont été présentés plus haut montrent bien que les visages sont correctement mémorisés par les personnes retardées mentales. Aussi, ce type de matériel est

4. Voir Burack (1990) pour la distinction étiologique.

5. Kosslyn montre que ce type d'épreuve met en jeu le système ventral (mémoire modale visuelle) en utilisant la méthode d'imagerie médicale TEP.

6. Cette recherche ne prend pas en considération l'étiologie.

7. Ce qui est compatible avec d'autres recherches qui mettent en évidence les difficultés rencontrées par les retardés mentaux lorsque l'input perceptif est dégradé (Fox & Oross, 1992).

idéal pour étudier la génération d'image basée sur la mémoire visuelle. L'épreuve débute par une présentation d'illustrations qui représentent les personnages de dessins animés. L'expérimentateur demande alors au sujet de dénommer chaque personnage et corrige les erreurs éventuelles. Par la suite, le sujet entend des couples de noms (ex. : «Mickey, Dingo») et doit désigner le personnage qui a le visage le plus rond. L'analyse des résultats obtenus à cette épreuve révèle que les retardés mentaux ont un niveau de performance proche de celui des enfants non retardés. La génération d'image basée sur la mémoire visuelle ne semble donc pas être déficitaire chez les personnes retardées mentales. On peut se demander alors si des résultats similaires ne peuvent pas être observés avec du matériel autre que les visages.

Dans une autre expérience, Courbois et Pette (2000) reprennent le principe expérimental des comparaisons mentales en introduisant trois modifications importantes :

- les comparaisons portent sur des objets familiers et non plus sur des visages;
- certaines comparaisons portent sur la forme des objets, d'autres sur la taille;
- certaines comparaisons mettent en jeu des différences importantes entre les objets (ex. : *De ces deux objets, lequel est le plus grand : la cerise ou la pomme de terre?*), d'autres mettent en jeu des différences plus subtiles (ex. : *De ces deux objets, lequel est le plus grand : le citron ou la clémentine?*).

Les épreuves de comparaison de formes et de tailles sont toutes deux supposées mettre en jeu un mécanisme de génération d'images mentales basé sur la mémoire visuelle. Ces deux épreuves se différencient cependant par les processus impliqués dans l'analyse de l'image, une fois celle-ci générée. La forme est effectivement traitée par le système d'encodage des propriétés de l'objet (système ventral) alors que la taille est traitée par le système d'encodage des propriétés spatiales (système dorsal). L'expérience a porté sur des adolescents retardés mentaux âgés de 16 ans (âge mental 8 ans 3 mois) et des en-

fants non retardés âgés de 8 ans 5 mois. Les résultats obtenus à l'épreuve de comparaison de formes montrent que les temps de réponse sont plus élevés pour les comparaisons qui portent sur des petites différences comparativement aux grandes différences (ce résultat est classique pour ce genre d'épreuve, voir Richardson, 1999). Ils montrent aussi que les temps de réponse sont plus élevés chez les retardés mentaux qui ont, par ailleurs, tendance (au sens statistique du terme) à commettre plus d'erreurs. On n'enregistre cependant pas d'interaction significative entre la difficulté de la tâche (c'est-à-dire l'amplitude des différences) et le groupe, ce qui suggère que les personnes retardées mentales ne sont pas moins efficaces que les enfants de même âge mental dans ce type de tâche. L'épreuve de comparaison de tailles donne des résultats sensiblement différents. Les pourcentages d'erreurs des deux groupes ne sont pas significativement différents, mais l'augmentation des temps de réponse entre grande et petite différence est plus importante chez les adolescents retardés mentaux (interaction entre le groupe et la différence). L'analyse de la propriété spatiale «taille» semble donc être plus coûteuse en ressources cognitives pour les personnes retardées mentales.

La question de la composante spatiale...

On remarquera à partir de ce qui vient d'être présenté que la récupération d'informations visuelles sous forme d'images mentales statiques peut à la fois être un domaine de relative efficacité et un secteur de difficulté chez les personnes retardées mentales. Une première interprétation possible serait que la limite entre efficacité et déficience se situe précisément entre la génération d'image basée sur la mémoire visuelle et la génération d'image basée sur des mécanismes attentionnels⁸. Cette interprétation n'explique

8. Une autre hypothèse plausible aurait pu être que la génération d'image s'effectue de façon satisfaisante lorsqu'elle est strictement endogène (comparaisons mentales) mais qu'elle est déficitaire lorsqu'elle doit être coordonnée avec une prise d'informations perceptives (épreuve des sondes). On remarquera cependant que cette hypothèse ne semble pas être vraie car l'épreuve des sondes de Courbois et Lejeune (2000) ne met pas en évidence de déficit particulier chez les personnes retardées mentales.

cependant pas pourquoi les résultats obtenus aux épreuves de générations d'images basées sur la mémoire visuelle varient eux-mêmes en fonction de la tâche. Une autre interprétation possible serait que l'origine des différences est à rechercher dans la plus ou moins grande importance de la composante spatiale mise en jeu dans chaque épreuve. Cette composante est effectivement très forte dans l'épreuve attentionnelle puisque ce sont les représentations spatiales qui dirigent le déplacement séquentiel de la fenêtre attentionnelle. L'analyse en terme de complexité spatiale des résultats obtenus à l'épreuve des sondes avec présentation très brève du stimulus montre aussi que les adolescents retardés mentaux commettent plus d'erreurs lorsque les patterns sont complexes d'un point de vue spatial (Courbois & Lejeune, 2000). Enfin, la seule différence notable entre retardés mentaux et enfants non retardés aux épreuves de comparaisons mentales se situe dans le traitement de la propriété spatiale « taille » qui s'effectue bien plus lentement chez les retardés mentaux. Nous pensons donc que la génération d'images mentales statiques peut être un secteur d'efficacité chez les retardés mentaux, à condition que celle-ci n'ait pas une trop forte composante spatiale.

L'imagerie mentale cinétique

L'étude expérimentale de l'imagerie mentale cinétique, que ce soit chez l'adulte ou chez l'enfant, porte essentiellement sur la capacité qu'ont les individus à se représenter les rotations d'objet (voir par exemple Shepard *et al.*, 1982). La méthodologie utilisée dérive souvent du paradigme mis au point par Shepard et Metzler (1971) dans lequel deux figures orientées différemment sont présentées à des sujets qui doivent décider si elles sont identiques (les deux figures sont les mêmes, seule l'orientation varie) ou pas (la figure inclinée est l'image en miroir de l'autre figure). Le temps mis par les personnes pour émettre le jugement est alors proportionnel à l'écart angulaire qui sépare les figures, ce qui suggère que le jugement est subordonné à l'exécution d'une rotation mentale de l'objet incliné. Le temps consacré à la rotation mentale est alors d'autant plus long que l'écart angulaire qui sépare les deux figures est important.

Cette méthodologie a été employée avec succès auprès de jeunes enfants avec figures simples comme stimulus (des ours par exemple, Lautrey & Chartier, 1987; Marmor, 1977). Sa première adaptation pour des personnes retardées mentales est l'œuvre de Borys (1980) qui démontre que les retardés mentaux sont capables d'effectuer des rotations mentales (âge : 18 ans ; âge mental : 9 ans). La recherche, qui n'intègre pas de groupe témoin, ne permet cependant pas d'évaluer le niveau de développement de ce processus. Courbois (1996) adopte une démarche comparative et administre deux épreuves de rotation mentale à des enfants et des adolescents retardés mentaux (cf. *supra* pour description des groupes). La première épreuve utilise des stimulus familiers (ours), la seconde des stimulus non familiers (figures issues des PMA ; Kail *et al.*, 1980). Les résultats obtenus corroborent ceux de Borys et montrent la présence d'une augmentation linéaire des temps de réponse en fonction de l'orientation chez les retardés mentaux, bien que la vitesse de rotation soit plus lente dans le groupe des adolescents dont le retard mental est d'origine « culturelle/familiale ». La performance ne varie pas de façon significative en fonction du groupe dans l'épreuve des ours. Par contre, les deux groupes de retardés mentaux ainsi que les enfants de 5 ans ont des pourcentages d'erreurs assez élevés⁹ dans l'épreuve des PMA. Ces résultats suggèrent donc que le processus de rotation mentale opère avec efficacité lorsque les figures sont familières mais que des difficultés émergent lorsque les figures sont non familières et complexes. Il est probable que ces difficultés sont la conséquence d'une certaine faiblesse des processus d'encodage de ces figures dont l'organisation spatiale doit effectivement être correctement analysée pour que la réponse correcte soit donnée.

La rotation mentale peut aussi être étudiée au travers de la représentation du déplacement des objets dans l'espace tridimensionnel (Pinker, 1980). Il semblerait que cette forme de rotation mentale soit d'un

9. Le pourcentage d'erreurs n'est pas significativement différent de 50 % (taux attendu en cas de réponse au hasard) pour les écarts angulaires les plus importants.

développement plus tardif chez l'enfant (Courbois, 1998). Qu'en est-il chez les personnes retardées mentales ? Dans une expérience réalisée par Courbois (1994) des enfants de 5 et 8 ans ainsi que des adolescents retardés mentaux (âge : 16 ans ; âge mental 8 ans et demi) doivent évaluer la position d'un objet après que celui-ci a effectué un déplacement horizontal en rotation. Au début de chaque essai, l'objet réel est placé sur un petit plateau face au participant. L'expérimentateur rabat un cache sur le plateau puis demande au sujet de tourner celui-ci selon une amplitude déterminée. Une fois la rotation effectuée, l'individu doit pointer du doigt la position supposée de l'objet sur une représentation du plateau dessinée sur un écran tactile. Un ordinateur enregistre alors les coordonnées du point désigné. Une situation de contrôle perceptif est ajoutée pour s'assurer que le sujet est bien capable d'effectuer la tâche. Au cours de cette situation, l'objet, qui est placé à différents endroits du plateau, reste visible lorsque le sujet pointe du doigt sa position sur l'écran tactile. Les résultats obtenus montrent tout d'abord que les participants peuvent effectivement réaliser la tâche. Les erreurs de pointage relevées en condition perceptive sont faibles dans les trois groupes. Il y a cependant une augmentation importante de l'erreur en condition imagée chez les enfants de 5 ans et les retardés mentaux. Cette augmentation est nettement plus faible chez les enfants de 8 ans. Les personnes retardées mentales semblent donc avoir des difficultés importantes lorsqu'il s'agit d'imaginer les déplacements en rotation des objets dans l'espace tridimensionnel.

Lorsqu'il est assujéti à un jugement qui porte sur l'identité de l'objet (même objet ou objet différent?), le processus de rotation mentale semble donc être relativement efficace à condition qu'il opère sur une forme connue. La lenteur du processus de rotation qui caractérise cependant certaines personnes retardées mentales constitue probablement un handicap dans des tâches plus complexes où plusieurs rotations doivent être effectuées successivement (comme dans les cubes de Kohs, par exemple). Lorsque les formes sont non familières le processus de rotation mentale échoue. Nous pensons que c'est probablement le résultat d'une mauvaise analyse

spatiale des figures. Enfin, dans des épreuves de rotations mentales de nature purement spatiale, où l'identité de l'objet importe peu et dans lesquelles la question est de savoir « OÙ » se situe l'objet après un déplacement, des difficultés importantes apparaissent.

CONCLUSION

L'ensemble des recherches présentées dans cet article permet de faire une première approximation du niveau de développement de la cognition visuelle chez les personnes retardées mentales. Des points forts apparaissent clairement au niveau de la mémorisation de stimulus visuels comme les visages, ou de propriétés spatiales comme les localisations. La réactivation des informations visuelles sous forme d'images mentales statiques ou cinétiques fait par contre entrevoir un niveau de développement très hétérogène qu'il faudra pouvoir expliquer précisément.

En tout état de cause, le profil de résultats obtenu ne peut pas être attribué à un déficit spécifique du *buffer visuel* comme nous l'envisagions au début de nos investigations sur l'imagerie mentale (Courbois, 1996). Un tel déficit aurait effectivement des répercussions sur toutes les activités d'imagerie visuelle or, les résultats à certaines épreuves, comme comparaison de visages ou comparaison de formes, ne font pas apparaître de difficultés particulières chez les personnes retardées mentales. Le profil de résultats obtenu ne peut pas non plus être attribué à un déficit particulier portant sur l'imagerie mentale cinétique, comme on aurait pu le prédire à partir de la théorie piagétienne, car les secteurs de l'imagerie statique et cinétique possèdent tous deux des points forts et des points faibles.

Dans l'état actuel des recherches, l'hypothèse d'une difficulté qui porterait principalement sur la dimension spatiale des tâches d'imagerie semble être la plus plausible. On s'aperçoit effectivement que des différences claires apparaissent dans des épreuves à forte composante spatiale, comme l'épreuve des sondes dans sa version attentionnelle, l'épreuve de localisation des objets après une

rotation, ou l'épreuve de rotation mentale de figures non familières. Au contraire, des épreuves qui mettent en jeu le système de traitement des propriétés de l'objet, comme les épreuves de comparaison de visages ou de formes d'objets, ne font pas apparaître de difficultés particulières chez les retardés mentaux. Enfin, des épreuves «hybrides», qui mettent en jeu l'analyse d'une propriété spatiale suite à la génération de l'image de l'objet (comparaison de tailles) ou une opération de transformation spatiale de l'image d'un objet familier (rotation mentale de figures familières), donnent des résultats intermédiaires. Dans ces épreuves, le niveau de réussite des retardés mentaux ne se différencie pas de façon significative de celui des enfants de même âge mental, mais les opérations spatiales de comparaison de tailles ou de rotation mentale semblent être effectuées plus lentement (au moins pour une partie de retardés mentaux). L'efficacité de ces processus est donc bonne, mais le coût cognitif pour parvenir à la réponse correcte est plus élevé. Une telle lenteur entraîne probablement une augmentation du risque d'erreur dans des activités de résolution de problèmes au cours desquelles ces processus élémentaires doivent être coordonnés à d'autres processus.

Confrontées à d'importantes difficultés d'abstraction, les personnes retardées mentales utilisent donc probablement plus un mode de codage imagé. Ce mode de codage semble cependant être plus ou moins développé en fonction des propriétés qu'il traite. La récupération d'informations relatives aux propriétés visuelles des objets semble être relativement efficace. Ceci constitue probablement une aide importante pour ces personnes puisque toute propriété de l'objet qui n'aurait pas été encodée sous forme abstraite peut potentiellement être récupérée à partir d'un processus imagé (ex. : *un chat a-t-il des moustaches ?*). Par contre, le traitement imagé des informations de nature spatiale semble être beaucoup plus difficile pour ces personnes. Le recours à l'imagerie mentale risque donc de leur être peu utile lorsqu'elles sont confrontées à des problèmes spatiaux pour lesquels elles ne maîtrisent pas forcément les procédures abstraites de résolution (ex. : description d'itinéraires). En ce sens, on peut se demander s'il ne s'agit pas là d'un facteur qui contribue à aggraver le retard de développement.

PROPOSITION FOR A THEORITICAL FRAMEWORK FOR THE STUDY OF VISUAL COGNITION IN MENTAL RETARDATION

The Kosslyn's model (1994) is used as a theoretical framework in order to synthesise research about visual cognition in persons with mental retardation. Several experiments about encoding, memorisation and visual mental imagery are reported. It is suggested that the level of development of visual cognition in mentally retarded is not homogeneous, and that imagery processing is more efficient for visual-object-properties than for spatial properties.

BIBLIOGRAPHIE

BIDEAUD, J. & COURBOIS, Y. (Eds.) (1998) *Image mentale et développement : de la théorie piagétienne aux neurosciences cognitives*. Paris : PUF.

BORYS, S. V. (1980) Kinetic-imagery ability of mentally retarded young adults. *American Journal of Mental Deficiency*, 84, 582-588.

- BURACK, J. A. (1990) Differentiating mental retardation : the two group approach and beyond. *In: Hodapp, R. M., Burack, J. A., Zigler, E. (Eds.), Issues in the developmental approach to mental retardation.* Cambridge : Cambridge University Press.
- COURBOIS, Y. (1994) *Image mentale et représentation de l'espace : Étude comparative d'adolescents retardés mentaux et d'enfants non retardés.* Unpublished Thèse de doctorat, Université de Charles de Gaulle - Lille 3.
- COURBOIS, Y. (1996) Evidence for visual imagery deficits in persons with mental retardation. *American Journal on Mental Retardation, 101*, 130-148.
- COURBOIS, Y. (1998) Étude de la rotation mentale dans un espace tridimensionnel chez des enfants de cinq et huit ans. *In: Bideaud, J., Courbois, Y. (Eds.), Image mentale et développement : de la théorie piagétienne aux neurosciences cognitives.* Paris : PUF.
- COURBOIS, Y. & LEJEUNE, L. (2000) Étude expérimentale de la génération d'images mentales chez des adolescents retardés mentaux. *Revue francophone de la déficience intellectuelle, 11(1)*, 73-84.
- COURBOIS, Y. & PETTE, A. (2000, 31 août - 2 septembre) *Recalling information about the appearance of objects in teenagers with mental retardation and nonretarded children.* Paper presented at the Third European Conference on Psychological Theory and Research on Mental Retardation, Genève.
- DENIS, M. (1989) *Image et cognition.* Paris : Presses Universitaires de France.
- DOBSON, E. & RUST, J. O. (1994) Memory for objects and faces by the mentally retarded and nonretarded. *The Journal of Psychology, 128(3)*, 315-322.
- ELLIS, N., WOODLEY-ZANTHOS, P. & DULANEY, C. L. (1989) Memory for spatial location in children, adults, and mentally retarded persons. *American Journal on Mental Retardation, 93(5)*, 521-527.
- ELLIS, N. R., DEACON, J. R. & WOLLDRIDGE, P. W. (1985) Structural memory deficits of mentally retarded persons. *American Journal of Mental Deficiency, 89*, 393-402.
- ELLIS, N. R. & WOLLDRIDGE, P. W. (1985) Short-term memory for pictures and words by mentally retarded and nonretarded persons. *American Journal of Mental Deficiency, 89(6)*, 622-626.
- FOX, R. & OROSS, S., III (1992) Perceptual deficits in mildly mentally retarded adults. *In: Bray, N. W. (Ed.), International Review of Research in Mental Retardation (vol. 18).* New York : Academic Press.
- HAYWOOD, H. C. & SWITZKY, H. N. (1986) Intrinsic motivation and behavior effectiveness in retarded persons. *International Review of Research in Mental Retardation, 14*, 1-46.
- KAIL, R., PELLEGRINO, J. & CARTER, P. (1980) Developmental changes in mental rotation. *Journal of Experimental Child Psychology, 29*, 102-116.
- KOSSLYN, S. M. (1980) *Image and mind.* Cambridge: Harvard University Press.
- KOSSLYN, S. M. (1994) *Image and brain: The resolution of the imagery debate.* Cambridge, MA: MIT Press.
- KOSSLYN, S. M., ALPERT, N. M., THOMPSON, W. L., MALJKOVIC, V., WEISE, S. B., CHABRIS, C. F., HAMILTON, S. E., RAUCH, S. L. & BUONANNO, F. S. (1993) Visual mental imagery activates topographically organized visual cortex : PET investigations. *Journal of Cognitive Neuroscience, 5*, 263-287.
- KOSSLYN, S. M., CAVE, B. S., PROVOST, D. A. & VON GIERKE, S. M. (1988) Sequential processes in image generation. *Cognitive Psychology, 20*, 319-343.
- KOSSLYN, S. M. & KOENIG, O. (1992) *Wet mind: The new cognitive neuroscience.* New York : The Free Press.
- KOSSLYN, S. M., MALJKOVIC, V., HAMILTON, S. E., HORWITZ, G. & THOMPSON, W. L. (1995) Two types of image generation : Evidence for left and right hemisphere processes. *Neuropsychologia, 33(11)*, 1485-1510.
- KOSSLYN, S. M., THOMPSON, W. L., KIM, I. J. & ALPERT, N. M. (1995) Topographical representations of mental images in primary visual cortex. *Nature, 378*, 496-498.
- LAUTREY, J. & CHARTIER, D. (1987) Images mentales de transformation et opérations cognitives : Une revue critique des études développementales. *L'Année Psychologique, 87*, 581-602.
- MARMOR, G. S. (1977) Mental rotation and number conservation : Are they related? *Developmental Psychology, 13*, 320-325.

- MCCARTNEY, J. R. (1987) Mentally retarded and nonretarded subjects' long-term recognition memory. *American Journal on Mental Retardation*, 92(3), 312-317.
- MELLET, E., PETIT, L., MAZOYER, B., DENIS, M. & TZOURIO, N. (1998) Reopening the mental imagery debate : Lessons from functional anatomy. *Neuroimage*, 8, 129-139.
- NIGRO, G. N. & ROAK, R. (1987) Mentally retarded and nonretarded adult's memory for spatial location. *American Journal of Mental Deficiency*, 91, 392-397.
- PAOUR, J.-L., ASSELIN DE BEAUVILLE, E. (1998) Une étude de la flexibilité du fonctionnement cognitif chez des adolescents présentant un retard mental léger. In: Büchel, F., Paour, J. L., Courbois, Y., Schamhorst, U. (Eds), *Attention, mémoire, apprentissage. Etudes sur le retard mental*. Lucerne: Edition SZH/SPC.
- PAOUR, J. L. (1992) Induction of logical structures in the mentally retarded : An assessment and intervention instrument. In: Haywood, H. C., Tzuriel, D. (Eds.), *Interactive assessment*. New York : Springer-Verlag.
- PAOUR, J. L. (1995) Une conception cognitive et développementale de la déficience intellectuelle. In: Lebovici, S., Diatkine, R., Soulé, M. (Eds), *Nouveau traité de psychiatrie de l'enfant et de l'adolescent*. Paris: Presses Universitaires de France.
- PIAGET, J. & INHELDER, B. (1963) Les images mentales. In: Fraisse, P., Piaget, J. (Eds), *Traité de psychologie expérimentale : L'intelligence*. Paris : Presses Universitaires de France.
- PINKER, S. (1980) Mental imagery and the third dimension. *Journal of Experimental Psychology : General*, 109, 354-371.
- PODGORNY, P. & SHEPARD, R. N. (1978) Functional representations common to visual perception and imagination. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 4, 21-35.
- RICHARDSON, J. T. E. (1999) *Imagery*. Hove : Psychology Press.
- SHEPARD, R. N. & COOPER, L. A. (1982) *Mental images and their transformations*. Cambridge : The MIT Press.
- SHEPARD, R. N. & METZLER, J. (1971) Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171, 701-703.
- ZUCCO, G. M., TESSARI, A. & SORESI, S. (1995) Remembering spatial location : Effects of material and intelligence. *Perceptual and Motor Skills*, 80, 499-503.