

École Polytechnique de Montréal
Cours IND6460 Ergonomie cognitive

Projet II

La cognition spatiale : approches pratiques et neuroscientifiques

Présenté par

Luz Maria Jiménez Narváez

M.Sc.A. Recherche en génie industriel

Département de mathématiques et de génie industriel

Remis à Jean-Marc Robert

Le 12 avril 2007

La cognition spatiale : approches pratiques et neuroscientifiques

Luz Maria Jiménez Narváez¹

Le but général de ce travail consiste à éclaircir la cognition spatiale en entrelaçant la connaissance des habiletés mentales requises pour dessiner et la description de l'interaction entre les processus mentaux et les modalités perceptives du cerveau humain.

L'article présente une révision documentaire des aspects cognitifs du dessin et son influence sur la cognition spatiale. Ensuite, à partir d'une analyse contextuelle des moyens de représentation graphique comme la perspective naturelle, la géométrie descriptive et le dessin à mains libres, on exposera la théorie de la latéralisation cérébrale et son influence sur la cognition spatiale. Finalement, on analysera les volets cognitifs principaux et leur application pratique dans la compréhension de la cognition spatiale aussi comme l'influence des modalités de traitement d'information qui proviennent de la théorie de latéralisation cérébrale.

¹ Professeure Universidad Nacional de Colombia. Courriel électronique : lmjimenezn@yahoo.ca

Table de contenu

1. Une approche cognitive à la cognition spatiale à travers le dessin.	4
2. L'évolution de la représentation de l'espace imaginaire dans l'histoire de l'Art. ...	4
2.1. La représentation de la tridimensionnalité dans la perspective et la géométrie descriptive.....	6
2.2. L'apprentissage du dessin et ses procès mentaux.....	9
2.2.1. La théorie de latéralisation cérébrale et le dessin.	10
2.2.1.1. Latéralisation : dominance cérébrale.....	11
2.2.1.2. Obstacles perceptifs.....	12
2.2.1.3. Genre, âge et problèmes physiques.	12
2.2.1.4. L'état altéré de conscience	13
3. Résumé des techniques de Dürer, Monge et de la méthode Edwards en rapport avec les éléments conceptuels de l'ergonomie cognitive et de la cognition spatiale....	14
4. Conclusions particulières de l'incidence de la latéralité cérébrale sur la cognition spatiale.	16
5. Conclusions sur l'incidence de la dominance de mode opératoire de l'hémisphère gauche sur la performance et autres activités métacognitives.....	18
6. Références.....	20

Liste de figures

Figure 1. Le procédé du portillon de Dürer.....	5
Figure 2. Programme d'études de géométrie descriptive écrit par Gaspar Monge.....	8
Figure 3. Planche XXIV. Géométrie descriptive. Gaspar Monge.....	9
Figure 4. Habiletés cognitives de chaque hémisphère cérébral.	10
Figure 5. Exercice des espaces négatifs.	12
Figure 6. Comparaison entre le dessin avant et après la méthode d'Edwards.	13
Figure 7. Processus d'emmagasinage de l'information spatiale.	17
Figure 8. Les principales activités métacognitives du hémisphère droit.	19

Liste de tables

Table 1. Applications des aspects cognitifs dans les volets principaux de la cognition spatiale.	16
---	----

1. Une approche cognitive à la cognition spatiale à travers le dessin.

La cognition spatiale est "la connaissance et la représentation interne ou cognitive de la structure des entités et des relations spatiales. La cognition se rapporte aux moyens variés de connaissance qui interviennent entre les impressions des sources extérieures dans le passé et le présent et la gamme complète des réponses du comportement humain"¹. La cognition spatiale est une caractéristique qui permet aux êtres humains de connaître l'espace qui les entoure, ainsi comme leurs positionnements d'accord aux coordonnées spatiales et un cadre référent. Les principales fonctions de la cognition spatiale sont les suivantes:

1. La reconnaissance et la description de l'espace qui entoure chaque individu.
2. L'orientation personnelle : où suis-je dans l'espace et quelle est ma position dans celui-ci.
3. L'orientation géographique : où suis-je dans l'espace général qui m'entoure.
4. Les déplacements ou la navigation nécessaire pour trouver le chemin du point A au point B.
5. Les descriptions des objets et les relations entre eux dans un espace.

La représentation de la cognition spatiale se fait par moyen des dessins, chartes, cartes, planches, afficheurs, surtout en utilisant des images visuelles abstraites sur le papier, les écrans ou les tableaux d'information. Pour plusieurs personnes la cognition spatiale est une énigme due aux difficultés dans la compréhension du langage symbolique requis pour sa représentation.

C'est ainsi que jusqu'aux années quatre-vingt du vingtième siècle, on pensait que l'habileté à dessiner était un don. On va maintenant présenter les approches neuroscientifiques qui démystifient le dessin et en conséquence, la cognition spatiale.

2. L'évolution de la représentation de l'espace imaginaire dans l'histoire de l'Art.

À travers l'histoire de l'humanité, la représentation graphique a toujours servi à interpréter l'histoire de la pensée visuelle et par conséquent, la cognition spatiale. La pensée tridimensionnelle existe grâce à un effet optique de la position des yeux tandis que, plutôt apprise, la conception mentale de l'image tridimensionnelle est un

apprentissage visuel qui évolue avec les années. On peut dire de la tridimensionnalité que c'est une illusion mentale fascinante

Cet article rapporte comment on peut réussir à comprendre l'univers tridimensionnel qui nous entoure en termes cognitifs, comment on peut l'exprimer et comment on peut arriver à l'enseigner ou à l'apprendre.

La question de la représentation graphique de l'univers tridimensionnel dans un plan occupait les esprits dès la Renaissance comme en témoigne la figure 1 que l'on doit à Albrecht Dürer, peintre, graveur et mathématicien allemand. Cette figure relate une expérience de projection de lignes qui donne la forme tridimensionnelle sur un tableau bidimensionnel.

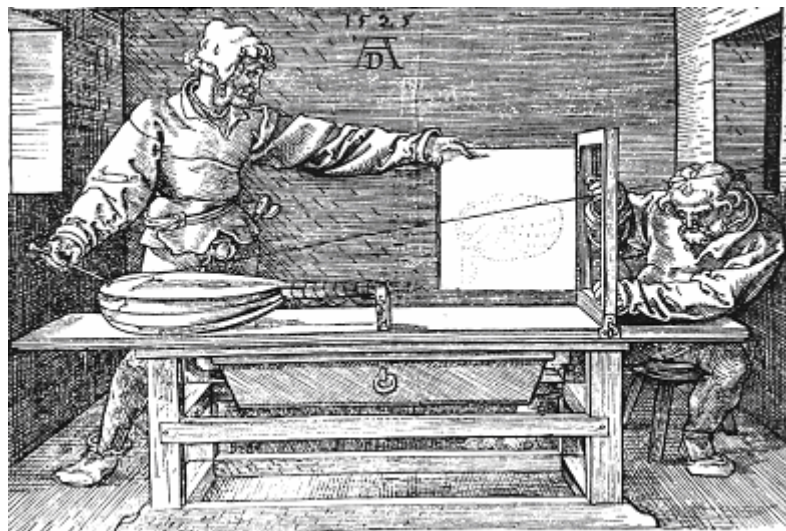


Figure 1. Le procédé du portillon de Dürer. Report précis de côtés à l'aide d'un portillon qui se rabat. Ces points constitueront une vue perspective de l'objet depuis un point de vue. Figure extraite de l'article "Perspective", dans : Encyclopaedia Universalis, Paris : 1975 & 1989.

Le procédé de Dürer consiste à faire une représentation sur un plan transparent de chacun des points d'un objet, ressemblant à des rayons lumineux, qui nous permet d'apprécier la perspective de l'objet.

Au premier coup d'œil, l'invention du portillon de Dürer est une méthode très simple pour la représentation de la perspective visuelle; cependant, la représentation de la tridimensionnalité de l'espace dans une feuille a pris plus de trois siècles avant de s'imposer dans l'histoire de l'Art. Rappelons-nous que dans les dessins de l'art primitif ou les œuvres du Moyen Âge ou sur les

fresques égyptiennes, la figure humaine, les animaux et l'espace en général n'ont pas une configuration tridimensionnelle.

Dans les arts, la représentation graphique a d'autres connotations comme la connotation iconographique de l'art religieux qui pendant le Moyen Âge définissait les représentations par la hiérarchie des personnages dans l'histoire plus que par une représentation réelle de l'espace. Ou encore, la connotation symbolique, laquelle donne une codification de couleurs pour définir le rôle du personnage. Néanmoins, le point qui nous concerne, c'est la représentation physique d'un processus mental : la perception humaine de l'espace extérieur, la constitution de l'image tridimensionnelle dans le cerveau et par suite, la représentation de cette image à partir de la coordination visuelle motrice avec le dessin. C'est à travers ces ensembles d'activités que l'on peut comprendre le processus mental général qui s'appelle la cognition spatiale.

2.1. La représentation de la tridimensionnalité dans la perspective et la géométrie descriptive

"Pour nous, la perspective, au sens prégnant du terme, est donc l'aptitude à représenter plusieurs objets avec la partie de l'espace dans laquelle ils se trouvent, de telle sorte que la notion de support matériel du tableau se trouve complètement chassée par la notion de plan transparent, qu'à ce que nous croyons, notre regard traverse pour plonger dans un espace extérieur imaginaire qui contiendrait tous ces objets en apparente enfilade et qui ne serait pas limité, mais seulement découpé par les bords du tableau."¹²

Le dessin représente cet espace imaginaire qui nous mêle. Étant donné que le dessin est une partie importante du langage visuel, pour le faire, une coordination motrice entre la pensée visuelle et la main est nécessaire. Toutefois, l'intégration de l'œil et de la main n'est certainement pas suffisante pour dessiner. On peut dire qu'un processus mental est à l'œuvre, la visualisation, et un processus moteur, l'habileté de façonner avec des lignes et de la couleur, les idées qu'on a dans l'écran intérieur de notre esprit.

Comme on l'a vu dans la technique de Dürer, les lignes se joignent comme en un casse-tête et finalement, on peut apercevoir la construction des objets sur le papier (superficie bidimensionnelle). Ainsi, l'artifice de Dürer extériorise un procès intérieur de pensée visuelle dont la véritable qualité est de dépouiller, de façon simple, la complexité mentale de voir la tridimensionnalité et finalement de créer la perspective, la modalité de dessin la plus reconnue à partir de la Renaissance.

Passons maintenant à une science qui utilise les techniques de dessin, la géométrie descriptive, inventée en 1770, par Gaspard Monge, un mathématicien français. La géométrie descriptive est née pendant la période de l'explosion scientifique qui a précédé la Révolution Française. À cette époque-là, la géométrie descriptive était considérée comme un grand secret militaire³. À tel point qu'elle faisait l'objet d'une position politique, comme le montre la figure 2 qui présente la page du programme de géométrie descriptive de l'École Polytechnique de France, en 1827.

La géométrie descriptive est une synthèse étonnante des mathématiques, de la géométrie de l'espace, de l'analyse infinitésimale et de la géométrie analytique. Comme ce n'est pas le but de ce travail de faire une étude en profondeur des éléments complets de la conception de l'espace à partir de la géométrie descriptive, on va essayer de comprendre des volets pratiques de la géométrie telle l'élaboration des cartes bidimensionnelles, la réduction graphique des objets à deux dimensions, la dimension réelle et la dimension projetée d'un objet. Ensuite, on discutera des difficultés principales de l'enseignement de la géométrie descriptive quand les capacités de pensée visuelle manquent. En conclusion, on verra que le monde imaginaire de la pensée visuelle profite d'une structure plus complexe d'expression et que les mathématiques incorporent un point d'élégance à la pensée visuelle.

Par son côté pratique, la géométrie descriptive introduit un concept différent et nouveau dans la manipulation des objets : la découverte et la possibilité de poser le monde tridimensionnel sur une feuille de papier qui se plie et se porte d'un lieu à un autre. Jusqu'à ce moment-là, la technologie de construction

consistait à imiter artisanalement des modèles antérieurs; le dessin d'exactitude lui manquait. L'apport véritable de la géométrie descriptive a donc été de permettre l'obtention précise des dimensions d'une pièce, de bâtir l'ensemble avec exactitude et par suite, de donner la possibilité de reproduire le même objet de façon fidèle dans un autre lieu ou un autre temps.

PROGRAMME.

Pour tirer la nation française de la dépendance où elle a été jusqu'à présent de l'industrie étrangère, il faut premièrement diriger l'éducation nationale vers la connaissance des objets qui exigent de l'exactitude, ce qui a été totalement négligé jusqu'à ce jour, et accoutumer les mains de nos artistes au maniement des instrumens de tous les genres, qui servent à porter la précision dans les travaux et à mesurer ses différens degrés : alors les consommateurs, devenus sensibles à l'exactitude, pourront l'exiger dans les divers ouvrages, y mettre le prix nécessaire; et nos artistes, familiarisés avec elle dès l'âge le plus tendre, seront en état de l'atteindre.

Il faut, en second lieu, rendre populaire la connaissance d'un grand nombre de phénomènes naturels, indispensable aux progrès de l'industrie, et profiter, pour l'avancement de l'instruction générale de la nation, de cette circonstance heureuse dans laquelle elle se trouve, d'avoir à sa disposition les principales ressources qui lui sont nécessaires.

Il faut enfin répandre, parmi nos artistes, la connaissance des procédés des arts, et celle des machines qui ont pour objet, ou de diminuer la main-d'œuvre, ou de donner aux résultats des travaux plus d'uniformité et plus de précision; et à cet égard, il faut l'avouer, nous avons beaucoup à puiser chez les nations étrangères.

On ne peut remplir toutes ces vues qu'en donnant à l'éducation nationale une direction nouvelle.

Figure 2. Programme d'études de géométrie descriptive écrit par Gaspar Monge⁴.

Dans : <http://scholar.google.com>

L'enseignement de la géométrie descriptive constitue un défi pour les jeunes élèves des programmes techniques ou professionnels, lequel consiste dans la visualisation

précoce des objets qui tournent sur eux-mêmes, se conforment et se décomposent par lignes et qui, en plus, se déplacent dans l'espace. Cette géométrie est ainsi à la base de toute la pensée technique préalable à une construction physique. La figure 3 nous montre les exercices d'intersection de plans dans un cylindre.

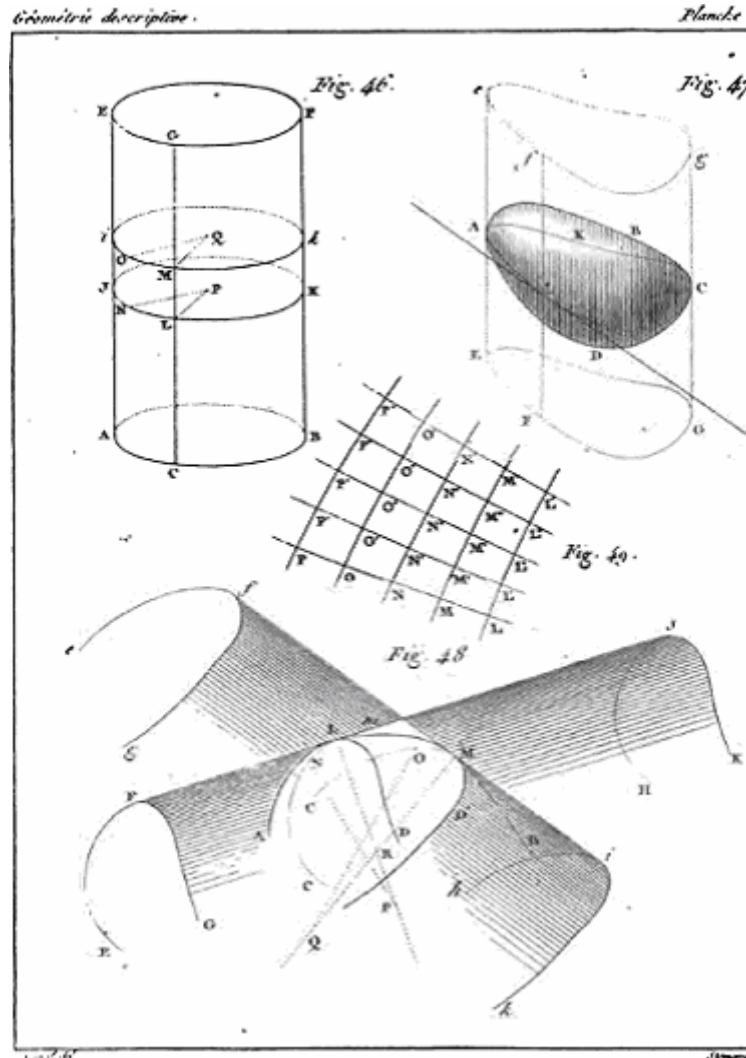


Figure 3. Planche XXIV. Géométrie descriptive. Gaspar Monge.

Dans : <http://scholar.google.com>

2.2. L'apprentissage du dessin et ses procès mentaux

Bien que les avancées impressionnantes apparues au cours du dix-huitième et du dix-neuvième siècle dans le domaine du dessin ont changé l'histoire du génie et de l'art, ce n'est que pendant les années quatre-vingts du vingtième

siècle, qu'on a commencé les études sur la didactique du dessin, de l'élaboration de croquis et les processus mentaux qui y sont liés.

La principale théorie scientifique du développement des habilités nécessaires au dessin a été développée par Betty Edwards, professeure de dessin à l'Université d'état de la Californie, qui a adaptée la théorie de l'asymétrie fonctionnelle du cerveau du docteur Roger Sperry, prix Nobel de médecine en 1981.

2.2.1. La théorie de latéralisation cérébrale et le dessin.

Le livre de Betty Edwards "Drawing on the Right Side of the Brain" est une lecture obligée pour qui cherche à comprendre les aspects cognitifs qui sont impliqués dans l'enseignement du dessin.

L'asymétrie fonctionnelle explique le fonctionnement des deux hémisphères à l'apparence physique similaire; chaque hémisphère dirige la partie du corps qui lui est opposée et gère des activités mentales différentes et particulières propres à chacun. Par exemple, l'hémisphère droit préfère les travaux d'imagination, holistiques, abstraits et relatifs à l'espace tandis que, pour sa part, l'hémisphère gauche est à l'aise avec les activités verbales, concrètes, logiques, séquentielles et symboliques.

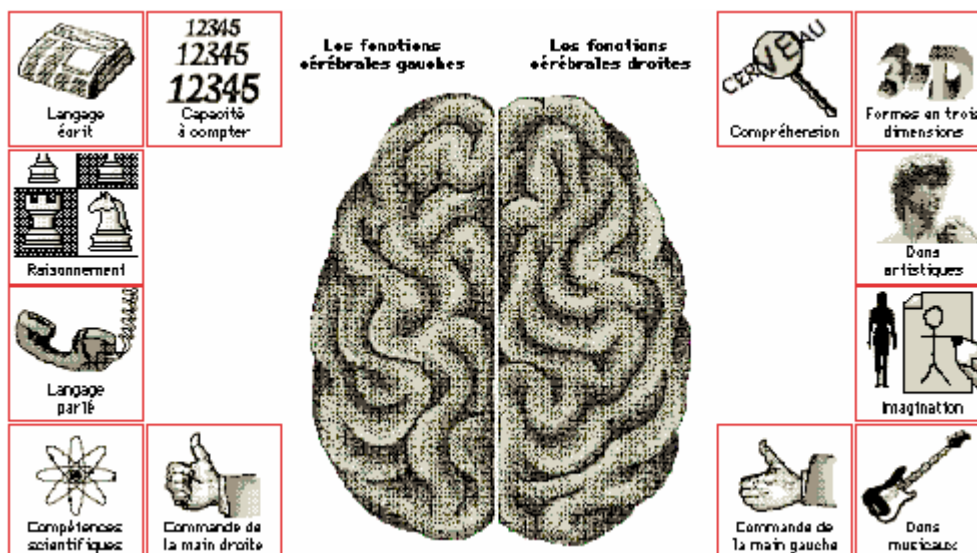


Figure 4. Habiletés cognitives de chaque hémisphère cérébral.

Dans : Microsoft Encarta, 200?

Certes, la théorie ressemble à une histoire de science-fiction, mais elle a été confirmée grâce aux travaux et aux résultats de recherche du docteur Sperry sur des patients épileptiques sur lesquels était pratiquée une opération de séparation des hémisphères en incisant le corps calleux. Les opérations ont réussi, les patients ont survécu et ont montré un semblant d'évolution normale sans épisodes d'épilepsie. Cependant, après la période de récupération, on a constaté des changements importants dans leur comportement. Les patients vivaient une espèce de bataille interne entre les deux parties du corps; par exemple, si la main gauche voulait procéder à l'habillement, la main droite s'engageait dans le déshabillage. La situation était donc vraiment préoccupante parce que les individus avaient des conflits externes entre des membres opposés; à l'évidence, ces expériences démontraient qu'il y a des préférences marquées entre les deux hémisphères surtout dans la manière de traiter l'information. La figure comparative 4 présente les différences hémisphériques.

Ayant découvert les préférences de chaque hémisphère, Betty Edwards a conçu une série de techniques qui empêchent, restreignent ou contrarient l'intervention du mode de fonctionnement du côté gauche à partir d'activités qui lui déplaisent telles que les activités artistiques détaillées et d'observation divergente. En somme, le but des exercices est de permettre aux élèves de poursuivre le même chemin qui amène un artiste à dessiner le monde extérieur. Afin de mieux comprendre ces techniques, on va maintenant présenter les plus importantes.

2.2.1.1. Latéralisation : dominance cérébrale

Le premier volet des exercices veut faire comprendre la dominance motrice de la main droite, et en conséquence du cerveau gauche, et oblige à constater que nous habitons dans un monde de forme de conceptualisation géré par l'hémisphère gauche où prime la logique, le verbal, le symbolisme et la rationalité. Dans la société, il y a une suprématie physique du côté droit : « 88.2% a une prédilection pour la main droite, 81.0% pour le pied droit, 71.1% pour l'œil droit, 59.1% pour l'oreille droite, 84% préfère le même côté de la main et du pied et 61.8% préfère le même côté de l'œil et de l'oreille »⁵. Après, l'exposé de la latéralisation cérébrale, les élèves comprennent qu'il y a un refus un peu acquis socialement des activités imaginatives et intuitives du cerveau droit.

2.2.1.2. Obstacles perceptifs

Si la vision du monde est dominée par le cerveau gauche, la façon d'apercevoir les objets comme ils le sont vraiment est une activité du cerveau droit. Par exemple, pendant que l'on regarde une chaise, il y a un dialogue qui s'établit entre les deux hémisphères : le gauche nous dit que la chaise a quatre pattes grâce à sa logique mathématique tandis que le droit en voit seulement trois par sa logique visuelle spatiale (la figure 5, se montre l'exercice des espaces négatifs). Ce phénomène dépend du point de vue de l'observateur. Alors, le premier conflit perceptif arrive et la dominance cérébrale du côté gauche induit chez le dessinateur la sélection d'un symbole graphique de la chaise plutôt que l'image qu'il voit vraiment.

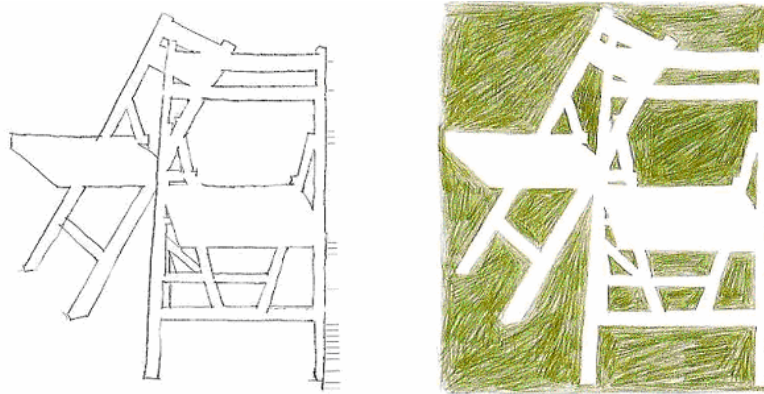


Figure 5. Exercice des espaces négatifs. Une activité que l'hémisphère droite préfère
Dans : <http://aquarellissime.typepad.com/weblog/dessin/index.html>

2.2.1.3. Genre, âge et problèmes physiques.

Les enfants jusqu'à l'âge de onze ans sont plus flexibles et n'ont pas développé la latéralisation cérébrale. Ils commencent à présenter des conflits perceptifs quand arrive l'adolescence. On peut dire qu'à cette époque commence le moment de la fixation des préjugés. Dans le champ visuel, les enfants acquièrent des symboles qui restent fixés pendant leur vie. Dans la figure 5, on peut voir comment dessinent les enfants.

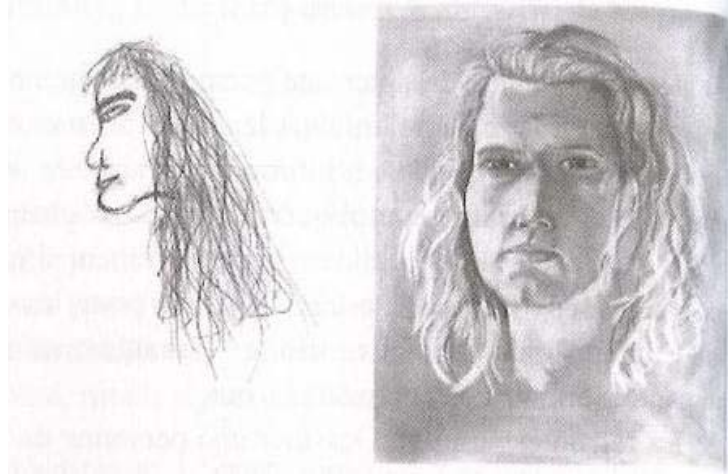


Figure 6. Comparaison entre le dessin avant et après la méthode d'Edwards.

Dans : <http://aquarellissime.typepad.com/weblog/dessin/index.html>

À propos des différences de genre, selon la théorie de la latéralité cérébrale, les études indiquent que les filles ont une pensée plus proche du cerveau droit dans la pensée intuitive mais la prédominance du langage empêche l'évolution de la pensée visuelle. Tandis que chez les garçons, les habiletés visuelles et motrices sont plus proches du cerveau droit ce qui équilibre la prédominance de la rationalité.

Les problèmes physiques, tels que les maladies visuelles, le manque de motricité manuelle, les alexies ou les lésions du système nerveux qui contraignent l'intégration motrice entre la main et le cerveau ont une influence dans la façon d'apercevoir et ont des conséquences sur la façon de dessiner.

2.2.1.4. L'état altéré de conscience

La méthode d'Edwards induit à ressentir les mêmes sensations qu'un artiste quand il travaille à une œuvre et à acquérir le même état de conscience. Selon l'auteur, c'est le même état que lorsqu'on conduit une bicyclette ou qu'on est absorbé par un travail. L'hémisphère droit est à l'aise avec ce type de travail, où il perd la conscience du temps; on pourrait dire que l'artiste s'introduit dans le tableau et il y a un état de rêverie comme quand on est en état de rêve. Les exercices que Betty Edwards propose sont de détailler et de regarder attentivement toutes les lignes de la main, de dessiner sans voir le papier, de

voir les espaces négatifs autour d'une figure et de suivre les lignes d'une photographie ou d'un croquis qui est placé à l'envers. Ces exercices fatiguent rapidement l'hémisphère gauche qui laisse l'activité au cerveau droit.

3. Un résumé des techniques de Dürer, Monge et de la méthode Edwards en rapport avec les éléments conceptuels de l'ergonomie cognitive et de la cognition spatiale.

On a analysé le dessin de la réalité en profondeur attendu que le dessin est la représentation physique de la cognition spatiale; cette étude en détail nous permet d'abstraire les principales caractéristiques des processus mentaux de la cognition spatiales qui sont :

1. L'intégration de l'information physique qui provient des sens mais qui est régie par la perception spatiale.
2. La construction mentale d'un espace imaginaire correspondant à l'espace visuel mental qui est la capacité de visualiser ou visualisation.
3. L'intégration visuelle motrice pour pouvoir s'exprimer au moyen de croquis, cartes, graphiques, dessins à main libre, planches, plans.

Pourtant, on peut parler de deux sortes de représentation spatiale : la représentation du réel et la représentation de l'imagination. Le papier et le crayon, l'ordinateur et les logiciels spécialisés, ne sont plus que les outils de représentation de cette dimension cognitive.

Aspects cognitifs	Théorie	Application dans la cognition spatiale et sur les méthodes de représentation.
Modèles globaux ou métacognitifs (Perkins, Gardner, Alexander)		
Expertise	Rouse, 1983 Rasmussen, 1994	Les élèves doivent apprendre à changer d'état de conscience, en imitant les mêmes sensations que le formateur. La géométrie descriptive et le portillon de Dürer sont des outils simples qui motivent l'imitation basée sur les habiletés plus que sur les règles ou les connaissances.
Perception	Gestalt	La prédominance logique de l'hémisphère gauche se fatigue facilement avec les espaces négatifs d'une figure.

Aspects cognitifs	Théorie	Application dans la cognition spatiale et sur les méthodes de représentation.
Modèle mental	Sperry et Edwards. Simon, 1962 ⁶	Le façon de penser des artistes c'est un modèle mental en lui-même. Il y a une structure mentale sous l'habileté à dessiner, c'est la capacité de planifier et de jouer dans un monde artificiel.
Mémoire et image visuelle.	Paivio, 1974 ⁷ Arnheim, 1983 ⁸	La codification des connaissances dans l'esprit est-elle visuelle ou verbale? Dans la mémoire à long terme, elle est verbale et relève d'un concept complexe, mais à court terme, la mémoire est visuelle. Voir : Allan Paivio, Language and Knowledge of the World Educational Researcher, Vol. 3, No. 9. (Oct., 1974), pp. 5-12.
Traitement humain de l'information	Sperry, 1982 ⁹ , Wickens, 2002 ¹⁰	Selon Sperry, il y a deux manières de traiter l'information qui dépendent de chaque hémisphère. Pour Wickens, la représentation spatiale est visuelle.
Modes d'apprentissage	Simulation	La cognition spatiale est susceptible d'être enseignée, à partir des exercices de stimulation de l'hémisphère droit.
Spécialisés		
Fixation mentale et erreurs induites par la perception	Gibson, 1966 ¹¹	Blocages perceptifs Dominance du cerveau gauche sur le droit. Flexibilité cérébrale jusqu'à vers les onze ans.
État propre de conscience	Conscience de la situation. Endsley, 1995 ¹²	La cognition spatiale exige plus de concentration, parce que les états de rêverie sont plus fréquents et ils font partie de la façon de traiter l'information de l'hémisphère droit.
Lecture des cartes	Symbolique ¹³	Il y a un langage symbolique dans la géométrie descriptive qui induit la pensée visuelle. Dans la lecture tridimensionnelle des cartes, les niveaux de compréhension sont meilleurs si on a une approche littérale ou réelle. L'opérateur connaît mieux une carte s'il a l'opportunité d'en avoir une approche physique.
Styles cognitifs	Style de préférence visuelle. Cognition partagée ou sociale.	La préférence visuelle dans la présentation de l'information a un rapport avec les aspects physiques comme la latéralité cérébrale et aussi avec les symboles de la cognition partagée.

Aspects cognitifs	Théorie	Application dans la cognition spatiale et sur les méthodes de représentation.
Visualisation	Darren et autres, 2001 ¹⁴	Capacité d'imaginer les objets, les situations et le prévisualiser les conséquences de les changer.

Table 1. Applications des aspects cognitifs dans les volets principaux de la cognition spatiale.

4. Conclusions particulières de l'incidence de la latéralité cérébrale sur la cognition spatiale.

La cognition spatiale est composée par le traitement perceptif de l'espace géographique réel et la représentation interne de l'espace imaginaire virtuel.

La conformation des images spatiales dans le cerveau est due à la fusion des images visuelles et des sensations kinesthésiques complexes.

L'emmagasinement de l'information qui provient de la cognition spatiale, est plutôt visuel et sensoriel parce que, pour décrire un chemin, on peut utiliser une carte de la route, mais aussi, le parcourir mentalement.

Les stimuli sensoriels sont très importants dans la cognition spatiale; si l'espace est riche de stimuli de toutes les modalités, visuelles, olfactives, auditives, kinesthésiques, son emmagasinage sera d'autant plus facile. Cependant, la cognition spatiale demande des processus de codage et de décodage visuels; les outils cognitifs comme les cartes postales ou les plans permettent l'intégration de l'information puis elle vient de manière holiste du environ, mais l'individu le connaît simplement de manière linéale par la navigation.

Dans une expérience sur l'emmagasinement et l'utilisation de l'information spatiale, menée avec les étudiants de l'Université de Columbia, les étudiants, quand ils avaient fait au préalable l'expérience du parcours lui-même, répondaient mieux à une série de tâches de localisation spécifique, que quand ils y avaient seulement eu accès par une carte de localisation. Cependant, la localisation générale entre les points de localisation est plus difficile si

l'expérience est basée seulement sur la navigation physique et les étudiants ont besoin de connaître la totalité de la carte de localisation et tous les points de placement pour atteindre les buts de la tâche exigée de façon précise¹⁵.

Par conséquent, on peut maîtriser la cognition spatiale quand on peut intégrer l'information visuelle et conceptuelle, et pour cela, il faut avoir la connaissance du langage symbolique de la description de plans ou de planches de dessin et, en plus, la connaissance des concepts abstraits de la localisation comme le nord, le sud, l'ouest et l'est dans le cas de l'orientation géographique, ou de la vue supérieure ou inférieure, dans le cas de la géométrie descriptive. La figure 6 nous montre comme les modalités perceptives influent dans la mémoire et comment le codage de l'information affecte directement la visualisation de la représentation cognitive.

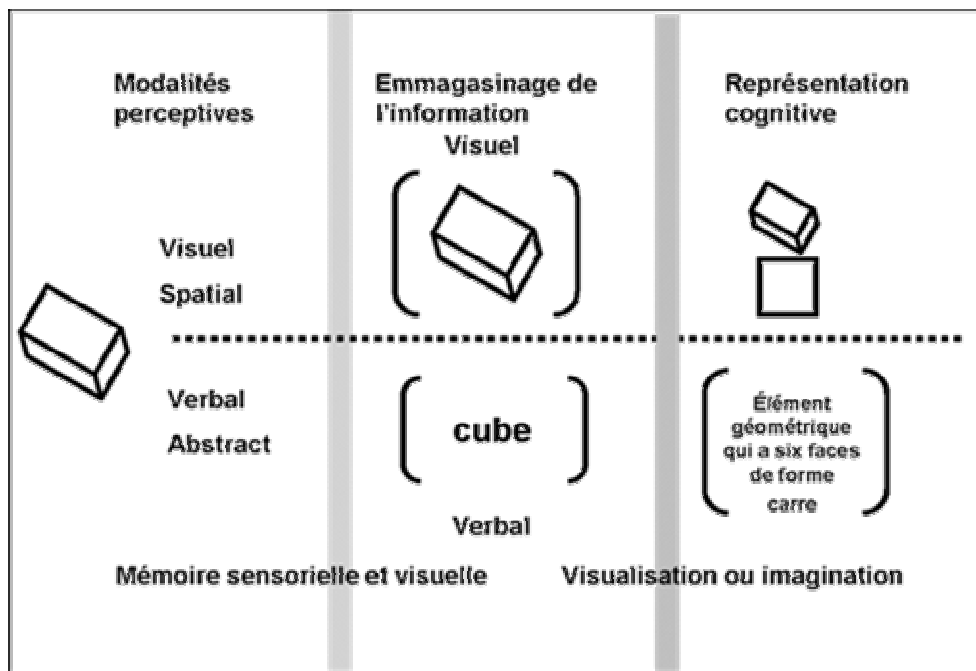


Figure 7. Processus d'emmagasinage de l'information spatiale.

La figure 7 nous montre que dans le cerveau l'emmagasinage de l'information se fait sous les deux modalités cérébrales : MG modalité gauche et MD modalité droite. Mais la dominance cérébrale de l'hémisphère gauche évite la récupération de la représentation cognitive qui a génère l'hémisphère droit. Alors, ce processus interfère

et se répète en toutes les actions de la pensée, dans la mémoire, dans l'apprentissage, le traitement sensoriel, la codification perceptive, l'imagerie visuelle, la reconnaissance des images et des patrons, la conscience de la situation. Donc, celles sortes d'interférences peuvent influencer dans les modèles généraux de la performance humaine, sont-ils explicatifs, prédictifs ou experts. Au cas où ils seraient conçus sur la modalité gauche : verbal, rational, linéal et séquentiel.

5. Conclusions sur l'incidence de la dominance de mode opératoire de l'hémisphère gauche sur la performance et autres activités métacognitives.

Aussi l'interférence de la dominance du hémisphère gauche sur le comportement humain a une incidence directe sur la performance. Au point que les explications qui nous ont donné les modèles analytiques, prédictifs ou experts vont être limités au mode de traitement gauche. Les habiletés humaines de l'hémisphère droit restent silencieuses déjà que l'univers de la conscience a un dialogue verbal qui relègue le traitement de l'information de l'hémisphère droit à un état d'indifférence perceptive et conceptuelle.

Les études scientifiques de la psychologie expérimentale classique expliquent la théorie du canal unique de traitement d'information, basée sur les études de la période réfractaire¹⁶, où les stimuli ont une séquence linéal de traiter l'information qui provienne de l'environ. Si bien que celle-ci ne résulte pas altérée par les traitements particuliers des modes G et D, parce que les stimuli vont entrer de une manière ordonnée (rangée), l'aspect qui va changer est la simultanéité avec laquelle l'information est traitée par les deux modalités de traitement complètement différentes la une de la autre.

Les premières hypothèses qui vient à l'esprit sont : la possibilité qu'on soit l'état de conscience qui se trouve au milieu de la sélection de la modalité cérébrale –comme si la conscience était représenté par le corps calleux, semblablement dans le cas des exercices de dessin de Betty Edwards qui sont établies avec l'intention de décourager à l'hémisphère gauche, en arrivant à un état de conscience plus élevée. Ou bien, qu'il soit les activités spécifiques du mode D qui décourage l'action du mode G.

Si bien la sélection de la modalité de traitement serait induite grâce au état de conscience ou les activités décourageants pour une modalité ou par l'autre, on trouve que dans les activités métacognitives comme la prise de décision en systèmes complexes, la résolution de problèmes mal définies –wicked problems ou les problèmes espace-temps, la définition des scénarios dans la conscience de la situation, la cognition spatiale, où la pensée Droit exécuter la majorité des actions, comme on voit dans la figure 8.

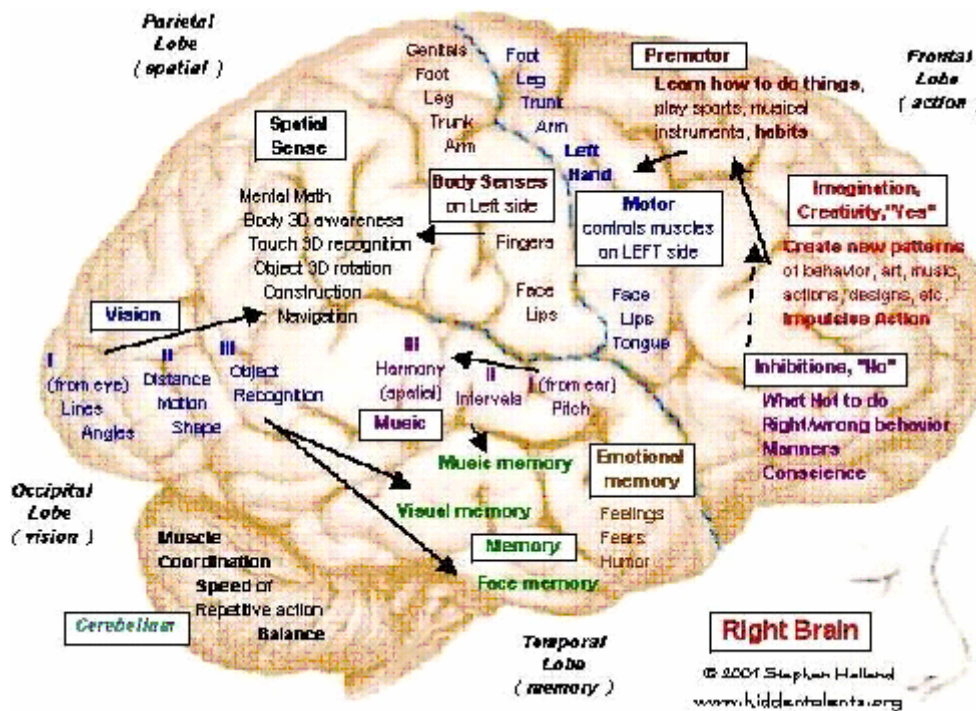


Figure 8. Les principales activités métacognitives du hémisphère droit.
Dans : www.hiddentalents.org

Donc, le défi qui se présente est fascinant, « avoir travaillé avec un cerveau était bien pendant les années passées, mais travailler avec deux cerveaux va être mieux »¹⁷.

6. Références

¹ CAUVIN, COLETTE (1999). Propositions pour une approche de la cognition spatiale intra-urbaine, *Cybergeo European Journal of Geography*, No. 72, 17 <http://www.cybergeo.presse.fr/geocult/texte/cognima.htm#retour6>. Consultation: 26 janvier 2007.

² PANOFKY, Erwin. La perspective comme forme symbolique. - Berlin, 1927 ; trad. fr. Paris: Editions de Minuit, 1975.

³ Early, James. Diseño Gráfico en Ingeniería - James H. Earle - Fondo Educativo Interamericano S.A.

⁴ Gaspard Monge, Barnabé Brisson publicado 1827 V. Courcier, imprimeur 188 páginas. Dans: Google Académique, <http://books.google.com>

⁵ C. Porac and S. Coren. Lateral preferences and human behavior. New York: Springer - Verlag, 1981. Dans : www.wikipedia.com

⁶ Herbert A. Simon; Allen Newell. Computer Simulation of Human Thinking and Problem Solving. Dans : Monographs of the Society for Research in Child Development, Vol. 27, No. 2, Thought in the Young Child: Report of a Conference on Intellectual Development with Particular Attention to the Work of Jean Piaget. (1962), pp. 137-150.

⁷ Paivio, Allan. Language and Knowledge of the World. Dans : Educational Researcher, Vol. 3, No. 9. (Oct., 1974), pp. 5-12.

⁸ Rudolf Arnheim. Perceiving, Thinking, Forming. Dans : *Art Education*, Vol. 36, No. 2, Art and the Mind. (Mar., 1983), pp. 9-11.

⁹ Sperry, Roger. Some Effects of Disconnecting the Cerebral Hemispheres. *Science*, New Series, Vol. 217, No. 4566. (Sep. 24, 1982), pp. 1223-1226.

¹⁰ Wickens, Christopher D. Multiple resources and performance prediction. Dans : Theoretical issues in ergonomics, *SCIENCE*, 2002, VOL. 3, NO. 2, 159-177

¹¹ Extracts from: Gibson, J. J. (1966). Chapter XIV: The Causes of Deficient Perception (pp. 287-318). In *The Senses Considered as Perceptual Systems*. Boston: HoughtonMifflin.

¹² Endsley, Mica. Toward a theory of situations awareness in dynamic systems. Dans : *Human Factors*, 1995, 37(1), 32 -64.

¹³ Keith K. Millis; Robert Cohen. Spatial Representations and Updating Situation Models. *Reading Research Quarterly*, Vol. 29, No. 4. (Oct. - Nov. - Dec., 1994), pp. 368-380.

¹⁴ Darren W. Dahla, Amitava Chattopadhyayb and Gerald J. Gorn. The importance of visualisation in concept design. *Design Studies*. Volume 22, Issue 1 , January 2001, Pages 5-26.

¹⁵ Lloyd, Robert. Cognitive Maps: Encoding and Decoding Information. Dans : *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 79, No. 1. (Mar., 1989), pp. 101-124.

¹⁶ FRAISSE, P. L'année psychologique, Année 1957, Volume 57, Numéro 2. p. 315 – 328. Dans : <http://www.persee.fr>

¹⁷ FENKER, Richard. Cómo estudiar con todo el cerebro. Madrid: Editorial EDAF, 1981.