

Les activités de dessin chez l'enfant : un accès à l'étude de ses représentations mentales

A. VINTER, V. MAROT

L.E.A.D., CNRS UMR 5022
Université de Bourgogne

RÉSUMÉ : *Les activités de dessin chez l'enfant : un accès à l'étude de ses représentations mentales.* Quatre recherches sont présentées dans cet article, qui visent à montrer que la manière dont l'enfant organise localement et globalement son activité de production graphique est révélatrice de la nature de ses représentations mentales, et plus particulièrement de la taille et du degré de flexibilité de ses unités cognitives. La période d'âge étudiée dans ces travaux va de 4-5 ans à 9-10 ans. La première recherche traite de l'évolution du respect des règles graphiques (règles de départ et de progression dans le dessin), la seconde de l'évolution des stratégies graphiques de copie de figures géométriques en sériation, la troisième de l'impact de la sémantique sur l'organisation syntaxique du geste graphique, et la quatrième de l'évolution des capacités de l'enfant à introduire des innovations dans ses dessins d'objets familiers. L'ensemble de ces recherches conduit à dégager un développement en trois étapes (4-5 ans, 6-8 ans, 9-10 ans) qui attestent des modifications intervenant au niveau de la taille et de la structure des unités cognitives manipulables aux différents âges.

Mots clés : stratégie graphique, flexibilité procédurale, flexibilité représentationnelle.

SUMMARY : *Drawing activities in children as a means of studying their mental representations.* The four research papers presented in this article aim to show that the manner in which children organise their drawing activities, both locally and globally, reveals the nature of their mental representations, in particular the size and degree of flexibility of their cognitive units. The age groups studied range from 4-5 to 9-10 years old. The first study deals with how respect for graphic rules evolves (both as regards initial rules and more advanced rules as drawing skills progress), the second looks into the evolution of graphic strategies for copying series of geometric figures, the third studies the impact of semantics on the syntactical organisation of the drawing gesture, and the fourth examines the evolution in the capacity of children to introduce innovations into drawings of familiar objects. This research highlights three stages of development (4-5, 6-7 and 9-10 years old) testifying to modifications in the size and structure of manipulable cognitive units at these different ages.

Key words : Drawing strategy, Procedural flexibility, Representational flexibility

RESUMEN : *Las actividades de dibujo para el niño : una puerta abierta al estudio de sus representaciones mentales.*

Cuatro estudios están presentados en este artículo para demostrar que la manera de organizar localmente y globalmente su actividad de producción gráfica de un niño es reveladora de la naturaleza de sus representaciones mentales y más precisamente de la dimensión y del grado de flexibilidad de sus unidades cognitivas. Los niños sujetos a este estudio tienen entre 4-5 años hasta 9-10 años. El primer estudio trata de la evolución del respeto de reglas gráficas (reglas del principio y de la progresión en el dibujo), la segunda de las evoluciones de las estrategias gráficas de copia de figuras en serie, la tercera trata del impacto de la semántica sobre la organización de la sintaxis del gesto gráfico, y la cuarta de la evolución de la capacidad del niño a introducir innovaciones en sus dibujos de objetos familiares. Todos esos estudios nos llevan a concluir de un desarrollo en tres etapas (4-5 años, 6-8, 9-10) que atestigian de las modificaciones que intervienen al nivel de la dimensión de la estructura de las unidades cognitivas manipulables a diferentes edades.

Palabras llave : Estrategia gráfica - Flexibilidad procedimental - Flexibilidad representacional.

Les activités de dessin ont de tout temps attiré l'attention des psychologues, qui, selon leur orientation, y ont vu des témoins de la manière dont l'enfant perçoit, conçoit, ressent le monde (externe comme interne), ou encore, des témoins de la manière dont l'enfant apprend à planifier et à contrôler ses mouvements manuels. Cette richesse des points de vue d'étude montre que l'activité de dessin se situe au croisement d'influences complexes, alliant aussi bien le développement psychomoteur, affectif, perceptif que cognitif de l'enfant. Il est évidemment exclu, dans une approche expérimentale, d'englober simultanément l'ensemble de ces niveaux d'étude, des choix s'imposant alors. Les recherches conduites au sein de notre groupe présentent, comme unité, l'option de considérer que la façon dont l'enfant organise localement (les « règles de l'action ») et globalement (les stratégies graphiques) son activité de production de dessin fournit des révélateurs de la nature de ses représentations mentales, et, plus particulièrement, de la taille de ses unités cognitives, ainsi que du degré de flexibilité de ces dernières. Dans ces études, notre intérêt se porte davantage sur l'analyse des mouvements de dessin que sur celle de la trace produite, sans toutefois exclure celle-ci. Nous tenterons, dans cet article, de mettre en évidence cette unité thématique, en abordant de manière très synthétique, différentes recherches que nous avons menées ces dernières années. A la demande des éditeurs de cette issue spéciale, nous nous centrerons principalement sur nos propres travaux, sans chercher à dresser un état systématique de la littérature dans ce domaine.

L'ORGANISATION LOCALE DES ACTIVITÉS DE, DESSIN CHEZ L'ENFANT

Les mouvements de dessin du jeune enfant, appréhendés à un niveau qualifié de "syntaxique", répondent à des règles que Goodnow et Lévine (1973) ont regroupées sous le terme de "grammaire de l'action", enrichie par l'apport d'études ultérieures (Van Sommers, 1984; Thomassen et Tibosch, 1991). Ces règles concernent le choix du point de départ du dessin (haut, gauche ou par une verticale), le sens de la progression du mouvement (de haut en bas pour les verticales, gauche à droite pour les horizontales), et le séquençage des mouvements (par exemple, préférer un enchaînement continu des segments). La littérature a établi que l'application de certaines de ces règles évolue avec l'âge, différents facteurs venant en pondérer le poids lorsqu'elles entrent en compétition l'une avec l'autre. Une hiérarchie entre ces règles a ainsi pu être définie chez l'adulte (Thomassen et Tibosch, 1991), les règles d'enchaînement continu et de départ à gauche étant les plus observées. Les tâches de dessin privilégiées pour l'étude de cette organisation locale des mouvements graphiques sont simples, comme dessiner des figures géométriques formées de quelques segments connectés (entre deux et quatre en moyenne).

L'étude que nous relaterons ici (Vinter, 1994) a cherché à déterminer s'il existait une hiérarchie entre règles graphiques chez l'enfant et si celle-ci se modifiait avec l'âge. Le raisonnement qui a guidé cette recherche est le suivant. Une partie des règles graphiques dicte l'organisation

syntactique du mouvement au niveau de l'exécution des segments (par exemple, progresser de gauche à droite pour les horizontales), alors que d'autres sont à concevoir au niveau de la figure complète (par exemple, enchaîner les segments de manière continue). Lorsque ces types de règles entrent en conflit, selon la structure du pattern à dessiner par exemple, la nature de la règle appliquée de manière privilégiée par l'enfant peut renseigner sur ses capacités à planifier son activité segment par segment ou bien au contraire, en considérant la figure complète. Une telle analyse pourrait ainsi fournir des indications sur la taille de l'unité cognitive impliquée dans la planification du mouvement graphique. A la lumière d'un modèle développemental que nous évoquerons ultérieurement (Mounoud, 1986, 1988), notre attente générale dans cette recherche était qu'entre 5 et 7 ans doit se situer une transition importante dans le développement, impliquant entre autres, le passage d'une planification segment par segment à une planification globale de l'activité de dessin.

Méthode

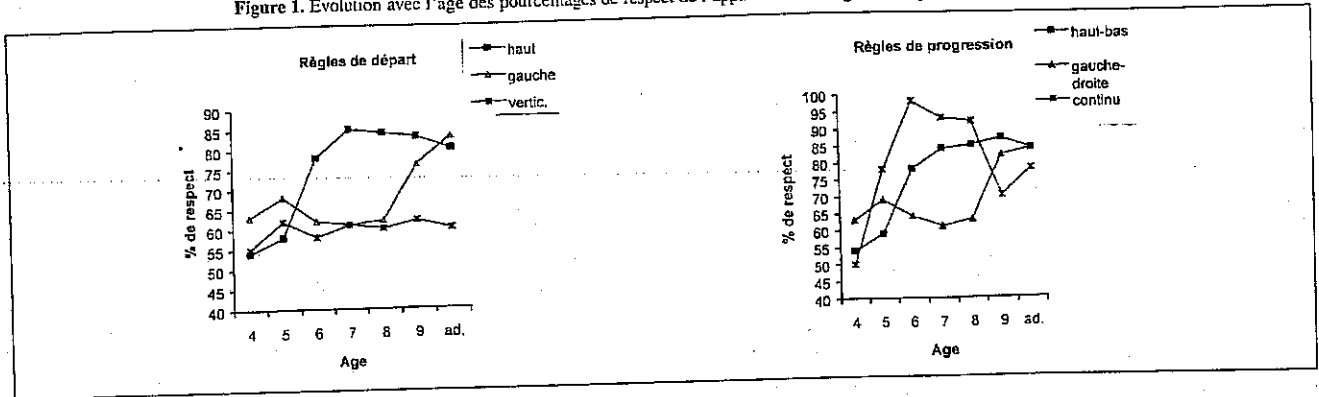
Soixante deux enfants droitiers, âgés de 4 à 9 ans, ont participé à cette expérience. Un groupe de dix adultes a également été étudié avec le même protocole expérimental. Chaque sujet devait copier plusieurs fois une série de huit items composés de deux segments connectés par un angle droit (par exemple, items du type : f ou c), dans des conditions différentes. Nous nous intéresserons ici seulement aux résultats obtenus dans une condition usuelle de production graphique (en dessinant avec la main dominante et en bénéficiant de vision). Les tailles des segments pouvaient varier, et les sujets devaient être le plus précis possible de ce point de vue dans leur tâche de copie. Les items à recopier étaient de deux types, des items compatibles (où l'ensemble des règles graphiques pouvaient s'appliquer sans conflit) et des items non compatibles (où des choix devaient être faits entre règles de départ ou entre règles de progression). Alors que le sujet recopiait sa figure, un expérimentateur enregistrait le point de départ, la direction du mouvement et la séquence de l'enchaînement des segments, permettant ainsi de coder le respect ou non de chacune des règles graphiques.

Résultats

La figure 1 (en page 97, ci-contre) montre le pourcentage de respect de chacune des six règles graphiques considérées en fonction de l'âge.

Le comportement graphique se modifie de façon conséquente pour la plupart des règles étudiées entre 4 et 9 ans, mais différemment selon le type de règles. Un premier schéma évolutif consiste en une très forte augmentation du taux de respect de la règle entre 4 et 6 ans, suivie d'une phase "plateau" atteinte dès 7 ans. Ce schéma concerne la règle de départ en haut, avec son corollaire de progression du haut vers le bas pour les segments verticaux. Un deuxième schéma se dégage à partir des résultats obtenus avec les règles de départ à gauche et de progression gauche-droite. Ce sont les seules règles qui structurent déjà le comportement de l'enfant de 4 ans, en demeurant appliquées à un taux

Figure 1. Évolution avec l'âge des pourcentages de respect de l'application des règles de départ et de progression



comparable durant la période qui va de 4 à 8 ans. Par contre, une forte augmentation intervient entre 8 et 9 ans, ces derniers atteignant un pourcentage de respect toutefois légèrement inférieur à celui des adultes. La règle de continuité suit, quant à elle, une évolution encore différente : elle subit une très forte augmentation entre 4 et 6 ans, âge auquel un pic de respect est observé, puis décroît entre 6 et 9 ans, les adultes présentant un taux de respect un peu supérieur à celui des enfants de 9 ans. Enfin, la règle de départ par une verticale ne montre aucun changement notable entre 4 ans et l'âge adulte, où elle oscille entre 55 et 65 % de respect.

Ainsi, la hiérarchie que l'on peut établir entre règles graphiques à partir du tracé de figures élémentaires change avec l'âge. Si l'on observe les règles de progression uniquement, à 4 ans, les règles concernant les segments individuels dominent, la progression gauche-droite étant toutefois plus forte que la progression haut-bas. Entre 5 et 8 ans, le traçage en continu constitue la règle graphique la plus appliquée, règle qui implique une prise en compte de la figure totale. Enfin, à 9 ans comme à l'âge adulte, ce sont à nouveau les règles de progression par segment qui sont les plus respectées, mais à la différence des enfants de 4 ans, le traçage en continu est néanmoins appliqué dans environ 70-80 % des cas, ce qui représente un taux de respect moyen largement supérieur à celui observé chez les jeunes enfants (env. 50 %).

Comme déjà mentionné, en parallèle avec l'évolution de chacune des règles, il est intéressant d'analyser la manière dont les enfants résolvent les conflits entre règles, lorsque la structure des patterns exige qu'un choix entre elles soit effectué. En ce qui concerne le choix à opérer entre commencer à dessiner par le point le plus haut ou par celui le plus à gauche, les enfants de 4-5 ans, comme ceux de 9 ans et les adultes, résolvent ce conflit en privilégiant le départ en haut pour les items à structure verticale dominante, le départ à gauche pour les items horizontaux. Les enfants de 7 et 8 ans appliquent au contraire rigide-ment la règle du départ en haut, quelle que soit la structure globale de la figure. Si le choix se porte entre le départ à gauche et le départ par une verticale, les enfants de 6 à 8 ans appliquent à nouveau rigide-ment une règle, celle du départ à gauche en l'occurrence, alors que les 4-5 ans, les enfants de 9 ans et les adultes, apparaissent davantage sensibles à la structure du pattern. Les jeunes enfants choisissent nettement le départ par une verticale pour les items verticaux, mais oscillent entre les deux règles pour les items horizontaux. Les 9 ans et les adultes appliquent strictement la règle du départ à gauche

pour les items horizontaux, mais résolvent le conflit de manière plus ouverte pour les items verticaux. Enfin, le conflit entre la règle de continuité d'une part, les règles de progression haut-bas ou gauche-droite d'autre part, donne lieu à des modes de résolution similaires à ceux déjà décrits. Les enfants de 6 à 8 ans sélectionnent la règle de continuité, de façon préférentielle à 7-8 ans, rigide-ment à 6 ans. Les 9 ans et les adultes préfèrent respecter les règles de progression spécifiques aux segments, haut-bas pour les verticales, gauche-droite pour les horizontales. Les enfants de 4 ans appliquent systématiquement la règle gauche-droite pour les horizontales, et alternent entre celle de continuité et celle haut-bas pour les verticales.

Discussion

Un premier fait remarquable de ces résultats concerne la production graphique des plus jeunes enfants. Dans son ensemble, elle est certes moins structurée que celle des enfants plus âgés, mais elle se trouve néanmoins organisée autour d'un biais imposant un départ à gauche, avec une tendance propre à ces jeunes enfants à partir du bas de la figure. On sait par ailleurs (Vinter et Meulenbroek, 1993) que, dans le cas de tracé circulaire, les enfants de ces âges ont une tendance toute particulière à démarrer en bas du cercle, en suivant un mouvement de rotation horaire. Il est fort probable que ces tendances initiales soient déterminées par des propriétés biomécaniques générales du comportement moteur humain. Une préférence très marquée pour des mouvements en extension ou en abduction (comparativement à des flexions ou adductions respectivement) pour les deux mains a été décrite depuis longtemps dans la littérature (Reed et Smith, 1961; Tan, 1982; Thomassen et Teulings, 1979). Pour la main droite, la tendance à l'abduction implique une préférence pour une directionnalité gauche-droite, celle relative à l'extension entraînant un biais pour des départs en bas. On remarque que le référent spatial privilégié ici est fourni par l'axe médian du corps, les mouvements graphiques s'ancrant ainsi en un point proche du corps et se dirigeant vers l'extérieur, dans le sens horizontal ou vertical (références égocentriques). On peut toutefois souligner que cette hypothèse pour "l'extérieur" n'est pas suffisante pour rendre compte des résultats obtenus chez les jeunes enfants. Elle doit être associée avec un biais pour ce que Nihei (1983) a appelé "l'ancrage fixe" : ces enfants ont une forte tendance à démarrer le deuxième segment de la figure à partir du même point de départ que celui choisi pour exécuter le premier segment. C'est la raison pour

laquelle les règles de progression gauche-droite, ou haut-bas/bas-haut, dominant sur celle du traçage en continu. Chaque segment est ainsi considéré de manière isolée, l'horizontale étant tracée de gauche à droite et la verticale de haut en bas ou de bas en haut, selon la position du premier point de départ choisi pour tracer la figure. Ceci révèle une planification de la syntaxe du mouvement "segment par segment", sans considération de la structure totale de la figure qui pourrait être réalisée de manière plus économique en reliant chaque mouvement au précédent.

Un changement développemental important intervient entre 5 et 6 ans, auquel les apprentissages "instruits", au travers de l'écriture en particulier, participent certainement. Il se traduit par une apparition très forte du principe de départ en haut, et en conséquence de la règle de progression haut-bas, ainsi que par la dominance de la règle de traçage en continu. La combinaison de ces deux tendances se fait au détriment de la règle de départ à gauche, associée à la progression gauche-droite. Il y a donc restructuration totale du comportement graphique de l'enfant à partir de 6 ans comparativement aux tendances initiales présentes chez le jeune enfant. Le point de départ choisi pour initier la figure ainsi que la direction de progression du premier mouvement sont déterminés de façon à permettre un tracé en continu de la figure, ce qui a pour avantage de minimiser les coûts relatifs à des repositionnements du crayon. Le mouvement graphique dans son ensemble se projette ainsi dans le plan de la figure, en fonction de références spatiales exocentrées. Nihei (1983) rend compte de cette dominance pour le traçage en continu par l'idée que les enfants adoptent alors un mode "d'ancrage fluide", chaque fin de segment devenant le début de l'autre. Pour notre part, nous mettons plutôt l'accent sur le fait que cette nouvelle organisation syntaxique témoigne d'une planification établie sur le plan de la figure totale, une certaine rigidité marquant ce changement. En effet, il est remarquable de constater comment l'enfant de 6 à 8 ans va systématiquement organiser sa séquence de mouvements pour assurer la continuité de son tracé et le départ en haut de la figure, au détriment du tracé des horizontales qui va se faire de manière biomécaniquement plus inconfortable, en allant de la droite vers la gauche.

Ce dernier point permet de comprendre le changement développemental intervenant entre 8 et 9 ans, changement confirmé encore en comparaison avec l'âge adulte. Du point de vue de l'équilibre entre règles graphiques, il se traduit par le fait que le traçage en continu perd de son hégémonie, alors que les règles de départ à droite et de progression gauche-droite reprennent de l'importance. Une sorte d'équilibre entre le tracé économique (en continu) et le tracé confortable (de gauche à droite en particulier) s'établit au mieux selon la structure de la figure. Tout se passe comme si les biais directionnels initiaux étaient intégrés dans la planification d'ensemble de la figure. Nous considérons que cette étape montre un fonctionnement anticipateur plus flexible, qui associe à la fois une planification au niveau du segment (maximaliser l'application des règles de progression) et au niveau de la figure (permettre au mieux un tracé en continu).

L'analyse des changements intervenant au niveau de l'organisation locale des mouvements graphiques conduit ainsi à

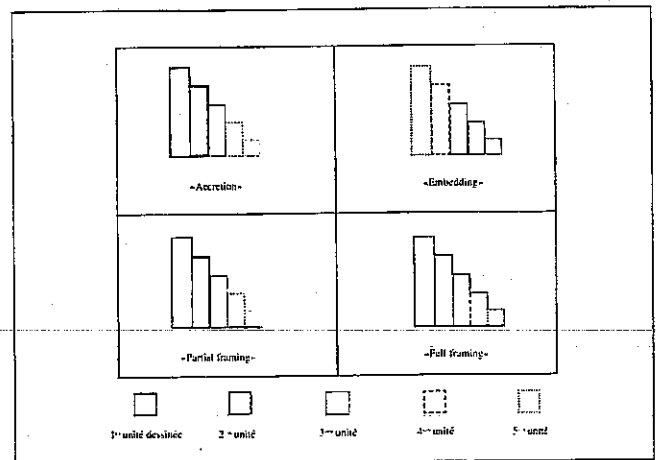
définir trois étapes développementales, dont nous avons rendu compte en suggérant qu'elles témoignent de transformations dans l'unité considérée pour planifier la syntaxe du mouvement : le segment, la figure, la figure décomposable en ses segments. Nous allons montrer au travers des recherches qui vont suivre, que ces trois étapes peuvent se retrouver à tout niveau d'analyse de l'activité graphique. Examinons, dans cette perspective, une recherche ayant abordé l'étude de l'organisation globale des activités graphiques dans une tâche de copie de figures géométriques complexes.

ORGANISATION GLOBALE DES ACTIVITÉS DE DESSIN CHEZ L'ENFANT

Si les règles graphiques étudiées précédemment rendent compte de la manière dont chaque segment d'une figure est tracé, cette organisation locale de la séquence de mouvements suivie par un sujet pour réaliser un dessin quelconque s'intègre dans un niveau d'organisation plus global, ayant trait à ce que l'on peut appeler les "stratégies graphiques". Cette organisation globale va en particulier concerner l'ordre dans lequel les éléments d'une figure plus ou moins complexe sont réalisés, lequel est affecté par des facteurs géométriques et perceptifs selon Van Sommers (1984). Lorsque le sujet a pour tâche de copier une figure donnée, la stratégie de reproduction qu'il adopte est également déterminée par la manière dont le sujet se représente ou conçoit la figure en question. De ce point de vue, les stratégies graphiques sont aussi influencées par différents facteurs d'ordre conceptuel.

Van Sommers (1984) a étudié comment des adultes reproduisent des figures géométriques complexes constituées de cinq rectangles figurant des escaliers ascendants ou descendants. Six stratégies différentes ont été répertoriées dans cette étude, comme illustré en figure 2. Elles se différencient entre elles selon qu'elles s'organisent autour de l'élément rectangle ("accretion" : le grand rectangle est dessiné et les autres, plus petits et réduits à trois côtés, viennent s'ancrer sur le précédent; "embedding" : le petit rectangle est dessiné, et les autres, plus grands et réduits à trois côtés plus un morceau du quatrième, viennent s'encaster dans le précédent; ces deux stratégies peuvent donner lieu à des formes "anticipées") ou autour du cadre de la figure ("partial

Figure 2. Illustration des procédés de construction de quatre stratégies graphiques décrites par Van Sommers (1984).



framing" : le sujet dessine d'abord un morceau du cadre de la figure, comme la base et/ou le grand côté, et il continue en individualisant les rectangles en recourant à l'une ou l'autre des stratégies déjà décrites; "full framing" : le sujet dessine d'abord l'ensemble du cadre de la figure, et il continue en introduisant des subdivisions qui délimitent les rectangles).

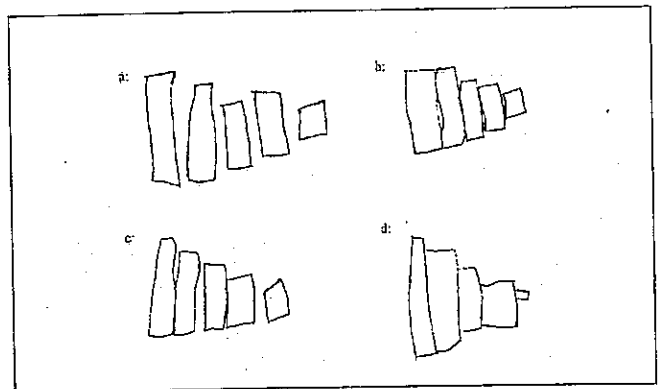
Nous avons repris ce paradigme avec des enfants de 5 à 10 ans, et des adultes pour contrôles, avec l'idée que les stratégies des jeunes enfants devraient se différencier radicalement de celles des enfants plus âgés, dans la mesure où nous pouvons supposer que les premiers ne peuvent concevoir l'organisation globale de la figure (Minary et Vinter, 1986 ; Vinter et Marot, en préparation). Il devrait s'ensuivre, chez les jeunes enfants, une prédominance de stratégies élémentaires où la figure apparaît conçue comme une assemblée ou somme de rectangles, et non pas comme une figure unitaire décomposable en rectangles.

Méthode

Cent trente-et-un enfants droitiers, répartis en quatre groupes d'âge (5, 6, 8 et 10 ans), ont participé à cette expérience. Un groupe de 28 adultes a également été étudié avec le même protocole expérimental. Chaque sujet devait copier la figure en escaliers étudiée par Van Sommers dans quatre orientations différentes (escaliers montants ou descendants, normaux ou inversés). Quatre autres figures simples étaient utilisées comme distracteurs et mêlées aux précédentes afin de réduire la tendance à appliquer des procédures identiques à tous les dessins. Les figures étaient présentées une à une sur un carnet, le sujet devant les recopier à côté. L'ordre des figures a été aléatorisé sur les sujets. L'expérimentateur notait le point de départ de la figure, la direction du mouvement ainsi que l'ordre d'exécution des segments afin de reconstituer après coup sa stratégie globale. La plupart des stratégies décrites par Van Sommers avec les adultes ont été observées, mis à part les formes anticipées des stratégies « Acc » et « Emb » très rarement produites par nos sujets. Par contre, des stratégies nouvelles sont apparues avec les jeunes enfants surtout, et elles ont donné lieu aux catégorisations suivantes : « Rectangles Isolés » : chaque rectangle est produit de façon complètement séparée du précédent (la figure est de ce fait incorrectement reproduite) ; « Rectangles Accolés » : chaque rectangle est produit dans son intégralité, avec ses quatre côtés, et le sujet les accole les uns aux autres, en repassant sur un trait déjà effectué; « Rectangles Encastrés » : la série de rectangles est dessinée en sériation aussi bien relativement à la base que relativement au haut de la figure, ce qui aboutit à nouveau à une figure erronée; « Stepping » :

forme de « partial framing » où le sujet débute par l'escalier; Segmentation » : le sujet reproduit la figure segment par segment, ceux-ci étant enchaînés dans un ordre ne révélant aucune organisation. La figure 3 illustre une partie de ces stratégies nouvelles.

Figure 3. Illustration de stratégies graphiques élémentaires produites par les jeunes enfants (a : rectangles isolés ; b : rectangles accolés; c : mixte rectangle isolés et accolés; d : rectangles encastrés).



Il faut noter que ces stratégies peuvent ne pas être exclusives les unes des autres, et dans ce cas, elles ont été codées en parallèle. Par ailleurs, d'autres aspects de la production des sujets ont été analysés, comme le respect de la sériation des hauteurs des rectangles ou du nombre de rectangles constitutifs de la figure par exemple.

Résultat

Le tableau 1 résume l'ensemble des résultats concernant les fréquences d'apparition des différentes stratégies en fonction des âges. Ces stratégies peuvent se regrouper en trois types de catégories : stratégies élémentaires (rectangles isolés, accolés et encastrés), dans lesquelles chaque rectangle est conçu indépendamment des autres, l'unité de la figure n'étant pas prise en compte dans la manière dont l'enfant a organisé sa séquence de mouvements; stratégies unitaires (accretion, embedding), où la figure est construite unité par unité, chaque unité étant conçue en relation avec la précédente et la suivante; et enfin stratégies décomposées (stepping, partial framing et full framing), dans lesquelles la figure est décomposée en sous-parties qui font éclater l'unité rectangle, en réunissant des segments de rectangles différents (comme, par exemple, le stepping qui fait exister une sous-partie formée par les segments supérieurs de chaque rectangle). Ce tableau fait apparaître clairement que les stratégies adoptées par les enfants varient en fonction de leur âge. A la lumière du

Tableau 1. Fréquence d'occurrence (en pourcentage) des différentes stratégies graphiques en fonction de l'âge

	Rectangle accolés	Rectangles isolés	Rectangles encastrés	"Accretion"	"Embedding"	"Partial Framing"	"Full Framing"	"Step"
5 ans	26.00 %	55.00 %	7.00 %	19.00 %	19.00 %	11.00 %		
6 ans	29.68 %	14.84 %	6.25 %	41.40 %	26.56 %	15.62 %	0.78 %	
8 ans	11.41 %	3.26 %	3.26 %	49.45 %	39.67 %	4.89 %	2.17 %	0.54 %
10 ans	3.57 %			56.25 %	36.60 %	9.82 %	7.15 %	2.67 %
adultes	4.46 %			55.35 %	25.89 %	53.57 %	5.35 %	2.67 %



regroupement défini précédemment, on note que les enfants de 5 ans produisent essentiellement des stratégies élémentaires, avec une dominance de la stratégie "rectangles isolés". Très souvent par ailleurs, la sériation des tailles n'est pas du tout respectée, une conduite classique consistant à réaliser des sériations de deux ou trois rectangles juxtaposées les uns aux autres étant observée. De même, une grande partie des dessins de ces jeunes enfants ne reproduisent pas correctement le nombre de rectangles présents dans le modèle. L'ensemble de ces comportements montre de manière cohérente que ces enfants ne considèrent pas la figure dans sa totalité, mais la conçoivent comme un assemblage de rectangles juxtaposés les uns aux autres.

Un changement intervient entre 5 et 6 ans, nettement consolidé à 8 ans. Il se caractérise par une baisse de fréquence des stratégies élémentaires, accompagnée d'une augmentation de celle des stratégies unitaires ("Emb" – encastrer à partir du petit rectangle – et "Acc" – accroître à partir du grand rectangle). Simultanément, la reproduction de la figure comme ensemble sérié de cinq rectangles devient correcte, les erreurs ayant totalement disparu à 8 ans. A partir de 6 ans donc, les enfants montrent qu'ils commencent à concevoir la figure complexe à copier dans sa globalité, c'est-à-dire comme un ensemble de rectangles entretenant entre eux des relations spatiales et géométriques telles qu'une figure unique en émerge. Nous pouvons ajouter que ces stratégies unitaires présentent un certain aspect de rigidité dans la mesure où l'exécution du premier rectangle détermine la séquence complète, chacun des rectangles suivants étant tracé de manière identique (réplication d'un même procédé).

Enfin, une autre étape de développement peut être définie à 10 ans, qui annonce, encore timidement toutefois, les performances enregistrées chez l'adulte. A 10 ans, les stratégies unitaires restent dominantes, mais contrairement aux enfants plus jeunes, les enfants de 10 ans adaptent le choix de ces stratégies en fonction de l'orientation de la figure. Si à gauche de la figure globale se trouve un petit rectangle, alors la stratégie Emb sera utilisée; inversement, la stratégie Acc sera d'autant plus suivie que le rectangle à gauche est celui de grande taille. Par ailleurs, c'est à cet âge qu'apparaissent les stratégies décomposées que sont le "stepping" (dessiner l'escalier en premier lieu) et le "full framing" (dessiner l'ensemble du cadre en premier lieu). A l'âge adulte, cette tendance est largement confirmée comme l'indique la très forte augmentation de fréquence de la stratégie "partial framing" (dessiner le cadre en L d'abord). Ces stratégies supposent une capacité à décomposer la figure totale en sous-parties nouvelles, c'est-à-dire en sous-parties requérant une analyse de la figure qui dépasse la simple unité rectangle.

Discussion

Les clés de lecture des résultats ont été fournies en même temps que ceux-ci ont été présentés. Si nous résumons le tableau développemental auquel nous conduit cette recherche portant sur les stratégies graphiques de copie de figures en sériation, nous dégagons à nouveau trois grandes étapes.

La première est propre aux enfants de 5 ans qui se caractérisent par une utilisation massive de stratégies qualifiées d'élémentaires, dans lesquelles la figure à reproduire est

représentée comme une juxtaposition de rectangles, plus ou moins isolés les uns par rapport aux autres. On pourrait dire, d'une certaine façon, que ces enfants "perçoivent" un certain nombre de rectangles de tailles plus ou moins variées dans la figure, et non pas une sériation de cinq rectangles par taille croissante ou décroissante. De ce point de vue, on peut considérer que l'unité de planification sous-tendant la production des enfants de cet âge est locale, réduite au rectangle, sans prise en considération des relations que ces rectangles peuvent entretenir entre eux, ou alors avec une prise en considération très partielle de ces relations.

La seconde étape concerne la période allant de 6 à 8 ans environ. Les stratégies nettement dominantes alors sont les stratégies qualifiées d'unitaires, qui supposent que la figure dans son intégralité est représentée à priori, afin que les relations spatiales et géométriques que ses unités entretiennent entre elles soient respectées. L'élément rectangle demeure important dans ces stratégies, mais à l'opposé des stratégies élémentaires, il n'est pas conçu de manière isolée, comme une figure fermée de quatre côtés. Selon la stratégie, Emb ou Acc, il sera produit sous forme de figure à trois côtés ou à deux côtés et un petit segment. Cette modification est la conséquence de la planification de l'activité graphique au niveau de la **figure globale**.

Enfin, une troisième étape s'amorce avec les enfants de 10 ans, chez qui on voit apparaître des stratégies nouvelles, très rares chez les enfants de 8 ans. Ces stratégies ("stepping", "full framing") viennent s'ajouter au "partial framing", pour former un groupe de stratégies qualifiées de décomposées, car basées sur une décomposition de la figure totale en sous-parties qui ne correspondent pas directement à l'élément rectangle. Ces stratégies deviennent prédominantes chez les adultes. Elles s'appuient sur des analyses **intégrant à la fois un niveau global et un niveau plus local**, ce dernier se différenciant toutefois de celui défini à propos des stratégies élémentaires. D'une certaine façon, les sous-parties de la figure délimitées dans ces stratégies décomposées sont elles-mêmes fondées sur des relations entre les unités rectangles. On peut faire une analogie avec une segmentation du langage pour illustrer ce propos: le mot correspondrait au niveau de la figure globale, la syllabe à celui de l'unité rectangle, et le morphème à celui des sous-parties identifiées par l'escalier ou le cadre de la figure.

Ces trois étapes rappellent fortement celles apparues dans la recherche précédente concernant l'utilisation des règles graphiques. Nous proposons de continuer notre démonstration en abordant une troisième recherche ayant porté sur les relations que peut entretenir l'organisation syntaxique globale des activités graphiques et la sémantique, c'est-à-dire le sens accordé à la figure à reproduire¹.

PERMÉABILITÉ DE L'ORGANISATION GLOBALE DES ACTIVITÉS GRAPHIQUES AU NIVEAU SÉMANTIQUE.

Il peut être assez intuitif de penser que la manière dont on séquence nos mouvements pour dessiner un objet ou une scène signifiante est en partie au moins déterminée par la manière dont nous segmentons cet objet ou cette scène en

éléments ayant eux-mêmes leur unité. Dans le dessin d'une maison par exemple, on représentera le corps de la maison, puis le toit, puis les fenêtres, la porte, etc... Van Sommers (1984) a montré que l'influence du niveau sémantique sur la façon dont un modèle à dessiner peut être segmenté est en fait très puissante. Il a demandé à des adultes de reproduire des modèles auxquels deux définitions différentes ont été attribuées, et a relevé, dans chaque cas, la séquence de mouvements suivie. La figure 4 illustre certains de ces modèles. Les résultats démontrent assez clairement que chez l'adulte, le sens est exprimé au travers de l'ordre dans lequel les unités ou segments sont enchaînés dans la production graphique, alors que les règles graphiques ou les contraintes géométriques continuent, elles, à organiser les mouvements à un niveau plus local.

Figure 4. Illustration de quelques modèles utilisés dans l'étude de Van Sommers

<p>modèle pipe-maison</p>	<p>une pipe et un rond de fumée</p> <p>une maison, son ombre et le soleil</p>
<p>modèle pyramide-losange</p>	<p>une pyramide et son reflet</p> <p>un losange coupé par une droite</p>
<p>modèle M-4</p>	<p>deux chiffres 4 face à face</p> <p>la lettre M coupée par une droite</p>
<p>modèle N-Z</p>	<p>la lettre N</p> <p>la lettre Z retournée</p>
<p>modèle verre-cocktail/homme</p>	<p>un verre de cocktail avec une cerise</p> <p>un homme avec un télescope</p>

Il était intéressant de reprendre ce paradigme expérimental avec des enfants (Vinter, 1999), puisque nous avons montré, dans les recherches précédentes, que ceux-ci pouvaient être, à certains âges, particulièrement rigides dans leur fonctionnement vis-à-vis des règles graphiques, tendant à les appliquer malgré le "coût" général qu'elles peuvent engendrer. On peut ainsi penser, qu'à certains moments du développement, les enfants se montreront moins sensibles que les adultes à la sémantique attachée à un dessin, ne modifiant pas leur

1. Cette recherche sur les stratégies graphiques de reproduction de figures complexes en sériation a donné lieu à plusieurs autres recherches successives au travers desquelles nous avons cherché à évaluer dans quelle mesure la correspondance définie entre types de stratégies et âges pouvait être affectée par différents facteurs. En d'autres termes, nous avons étudié s'il était possible d'inclure chez des jeunes enfants des stratégies élaborées comme les stratégies décomposées, et inversement d'amener des enfants de 8 ou 10 ans à produire des stratégies élémentaires (Vinter et Marot, en préparation).

séquence de mouvements en fonction de celle-ci pour un même dessin. Au contraire, si la segmentation induite par une sémantique donnée se superpose de façon cohérente à l'influence exercée par une règle graphique à un certain âge, on peut penser observer tôt dans le développement des comportements proches de ceux de l'adulte.

Méthode

Un échantillon de 209 enfants âgés de 6 à 10 ans et répartis en cinq groupes d'âges ont participé à cette expérience. A l'instar des recherches précédentes, un groupe de 40 adultes a également été soumis au même paradigme expérimental. Nous n'avons hélas pas pu introduire un groupe d'enfants de 5 ans dans cette recherche, car ces derniers ont montré trop de problèmes de compréhension des consignes pour que les résultats soient fiables (beaucoup d'entre eux ne "voyaient" rien dans certains modèles, trop abstraits relativement à leurs significations). Etant donné que beaucoup des changements dans les comportements graphiques décrits jusqu'à présent interviennent entre 5 et 6 ans, on peut anticiper que nous aurons une image plus partielle du développement avec cette recherche.

Enfants et adultes ont eu comme tâche de recopier différents dessins (vingt au total), dix d'entre eux étant des "distracteurs", les dix autres correspondant aux cinq dessins illustrés en figure 4 auxquels les deux significations différentes ont été attribuées. L'ordre dans lequel les deux significations ont été présentées pour chaque dessin a été contre-balançé, et les distracteurs ont été introduits de manière à séparer au mieux les deux reproductions identiques de chaque dessin-cible, et dans le but aussi de rendre la moins apparente possible la manipulation expérimentale. Un expérimentateur notait la séquence des mouvements utilisée par les sujets pour reproduire les modèles, en recourant au système de notation adjoint à chaque modèle en figure 4, où les unités ou segments constitutifs de chacun d'entre eux sont marqués par des lettres (par exemple, le modèle "une pipe et un rond de fumée" peut être dessiné en suivant la séquence "e-b-c-d-a-b", puis le rond).

Résultats

Nous ne considérerons ici que les résultats obtenus pour trois des modèles présentés, le « losange-pyramide », le « M-4 », et le « N-Z » (Vinter, 1999, pour un exposé complet). Pour chacun, nous avons défini a priori des critères correspondant aux séquences de mouvement attendues en fonction de la signification conférée au modèle. Pour le « losange-pyramide », la signification « losange » devrait entraîner une séquence « abcd », avec possiblement « ef » dessiné en dernier lieu, alors que celle « pyramide » devrait se marquer par le tracé de « abd » indépendant de « bcd ». Pour le « M-4 », la signification « M » devrait conduire au tracé de « abcde » en continu, suivi éventuellement de « fg », alors que la signification « 4 » devrait donner lieu au tracé de « abcf » d'une part, « cdeg » d'autre part. Enfin, pour « N-Z », nous nous attendions à ce que « ba » soit dessiné en premier lieu dans le cas de « N », et que le nombre total de mouvements soit minimal pour « Z », habituellement produit en continu.

Les résultats montrent que l'impact de la sémantique sur la syntaxe est globalement présent à tout âge pour ce qui concerne les modèles « losange-pyramide » et « M-4 ». Si l'on dégage une tendance développementale toutefois, on notera que la sensibilité à la sémantique pour ces modèles caractérise surtout les enfants de 9-10 ans, et que les adultes sont globalement similaires aux enfants de 6 ans de ce point de vue. Dans ces modèles, une des significations peut être exprimée en délimitant une unité représentationnelle unique par l'utilisation du tracé en continu (le losange, le M), alors que l'autre signification implique une segmentation du tracé en deux unités (la pyramide et son reflet, les deux 4). Bien que, comme déjà souligné, il soit possible de considérer qu'à tout âge, la sémantique a modifié la syntaxe utilisée pour dessiner ces modèles, les résultats montrent que les enfants de 6 ans présentent tout de même une tendance beaucoup plus forte que ceux de 7 à 9 ans à adopter le traçage en continu pour les deux significations de chacun des modèles. C'est à 9-10 ans que l'adoption d'une stratégie segmentée pour exprimer les significations « pyramide » et « 4 » est la plus conséquente. Les résultats des adultes apparaissent quelque peu étranges par contre. Il faut préciser que de manière globale, l'impact de la sémantique sur la syntaxe observée dans notre groupe d'adultes est inférieur à celui décrit par Van Sommers dans son étude, qui ressemble plus à l'effet enregistré chez les 9-10 ans. Différents facteurs pourraient être évoqués pour rendre compte de cette divergence, sans que l'on puisse trancher en faveur d'aucun d'entre eux. Nous préférons donc laisser quelque peu de côté ces résultats adultes, surtout que ceux obtenus avec le modèle « N-Z » vont dans un sens opposé.

En effet, l'impact de la sémantique sur le tracé du modèle « N-Z » s'avère très faible à 6 ans, augmentant progressivement jusqu'à l'âge de 10 ans, les adultes présentant des résultats similaires aux enfants de 10 ans. Rompre avec la continuité du tracé est également la clé du guidage par la sémantique de la séquence de mouvements pour ce modèle, le « Z » imposant une séquence continue « a-b-c-d », le « N » étant généralement exécuté en dissociant la verticale de gauche du reste des segments de la lettre. Ce n'est pas avant 8-9 ans que l'enfant adapte de la sorte sa syntaxe au sens donné au modèle.

Discussion

La sémantique attribuée à un modèle dicte d'une certaine façon le découpage ou la segmentation de ce dernier en unités signifiantes, reliant certains segments entre eux, ou au contraire, introduisant des ruptures entre eux. L'ordre d'enchaînement des segments d'une figure permet ainsi de révéler les unités découpées par le système de représentation symbolique mobilisé lors de la copie de modèles. Nous avons ainsi pu constater que la perméabilité du niveau syntaxique par la sémantique est possible dès 6 ans, mais qu'elle est fortement fonction du type du modèle à reproduire. Il s'agit donc, pour comprendre ces résultats, d'analyser plus finement la manipulation exercée par les significations affectées aux modèles, en particulier en termes d'unités créées à partir du sens.

Pour ce qui concerne les modèles du "losange-pyramide" et du « M-4 », la manipulation engendrée par le contraste des deux significations oppose une unité représentationnelle

unique (le losange, le M) à deux unités juxtaposées directement perceptibles dans les modèles (la pyramide et son reflet, les deux 4), alors que pour le « N-Z », une seule unité représentationnelle est chaque fois concernée, mais une rotation mentale de la figure est nécessaire pour concevoir le « Z ». Ceci exige une maîtrise des relations entre point de vue propre (référence égocentrée) et espace de la figure (références exocentrées), de telle sorte que l'ordre dans lequel les segments sont enchaînés lors du tracé du « Z » corresponde à celui qui serait choisi si le modèle « N » subissait une rotation de 180°. La transformation représentationnelle imposée par la manipulation de sens pour le modèle « N-Z » est ainsi plus complexe que celle liée aux deux autres modèles. Elle suppose une décomposition complète des représentations du sujet afin que celles-ci soient manipulables dans un espace projeté.

A la lumière de cette analyse, les résultats montrent que la perméabilité des aspects syntaxiques du mouvement graphique aux influences sémantiques est contraint par deux forces opposées. D'un côté, nous avons constaté que l'effet de la sémantique était le plus fort à 9-10 ans pour les modèles du "losange-pyramide" et du "M-4", c'est-à-dire précisément à un âge où les enfants parviennent à équilibrer leur choix entre le traçage en continu et le respect des règles de progression haut-bas et gauche-droite (voir première recherche exposée). Auparavant, les enfants tendent à largement privilégier le traçage en continu. Ainsi, une première force qui semble limiter l'effet potentiel de la sémantique sur la syntaxe est liée à la plus ou moins grande puissance exercée par les règles graphiques. D'un autre côté, nous avons noté que l'effet de la sémantique était fort limité chez les jeunes enfants pour le modèle "N-Z" et qu'il faut attendre environ 9 ans pour qu'il émerge. Ce résultat témoigne du fait que l'effet de la sémantique sur la syntaxe est soumis à une seconde contrainte, celle liée au développement du système représentationnel de l'enfant. De ce point de vue, si ces contraintes représentationnelles imposent la maîtrise de systèmes de relations entre objets ou entre objets et espace, alors ce n'est pas avant 9-10 ans que la performance attendue apparaît. Nous retrouvons ainsi les deux dernières étapes de développement décrites dans les recherches précédentes.

La dernière recherche va porter sur ces relations entre système représentationnel et stratégies graphiques, en cherchant à évaluer le degré de flexibilité représentationnelle des enfants au travers des modifications qu'ils sont capables d'introduire dans leurs séquences de mouvements lorsqu'ils doivent dessiner sous différentes contraintes.

FLEXIBILITÉ REPRÉSENTATIONNELLE ET ACTIVITÉS GRAPHIQUES

Karmiloff-Smith (1990) a montré que l'étude des activités de dessin pouvait être pertinente pour aborder certains changements développementaux intervenant dans les systèmes représentationnels et procéduraux de l'enfant. Pour ce faire, elle a mis au point un paradigme original où elle demande à des enfants âgés de 4 à 10 ans de dessiner des objets familiers (une maison, un animal et un bonhomme), puis de les dessiner "tels qu'ils n'existent pas dans notre monde". Cette

consigne impose d'introduire des innovations dans les dessins habituels de l'enfant, innovations qui peuvent être estimées au niveau représentationnel (changement dans le dessin lui-même : en quoi consiste la nouveauté ?) et au niveau procédural ou syntaxique (changement dans la routine utilisée normalement par l'enfant : à quel moment dans la séquence de mouvements la nouveauté a-t-elle été introduite ?).

Les résultats obtenus font apparaître de nets changements développementaux. Du point de vue représentationnel, les innovations apportées à leurs dessins par les jeunes enfants (4-5 ans) consistent à supprimer des éléments, à modifier la forme et/ou la taille des éléments ou du dessin dans son ensemble (changements intra-catégoriels). Les enfants de 9-10 ans produisent des innovations plus élaborées, qualifiées d'intercatégorielles, comme ajouter des éléments relevant de catégories conceptuelles différentes (par exemple, ajouter des ailes à une maison). Du point de vue syntaxique, les enfants de 4-5 ans tendent à introduire leurs innovations uniquement à la fin de la routine graphique, alors que ceux plus âgés produisent ces changements aussi bien en début qu'en milieu de routine également. Les jeunes enfants présenteraient un comportement syntaxique rigide comparativement aux enfants plus grands. Dans le cadre de son modèle développemental, Karmiloff-Smith (1992) interprète ces résultats en termes de transition de connaissances implicites vers des connaissances explicites. Le niveau implicite correspond à la phase durant laquelle l'enfant possède des routines graphiques bien établies pour dessiner des objets ou scènes familiers. Ces routines sont mises en œuvre en respectant une séquence temporelle fixe de mouvements. La flexibilité représentationnelle comme procédurale serait très limitée alors, les routines graphiques ne "partageant" pas de base de connaissances communes. Le niveau explicite est atteint lorsque les routines graphiques deviennent flexibles et permettent l'échange de connaissances, comme illustré par le fait que les enfants de 9-10 ans font preuve d'innovations inter-catégorielles. Ce passage entre le niveau implicite et explicite est assuré par un processus de redescription représentationnelle, qui diminue les contraintes d'indépendance entre routines et de séquentialité rigide à l'intérieur d'une routine donnée présentes au niveau implicite.

Comme reconnu par l'auteur elle-même, cette recherche souffrait toutefois de différents défauts méthodologiques qui pourraient avoir conduit à exagérer la conclusion de rigidité représentationnelle chez les jeunes enfants. De fait, différentes recherches entreprises ultérieurement à celle-ci ont conclu à une plus grande flexibilité procédurale des enfants de moins de 7 ans qu'annoncé par Karmiloff-Smith (1990) (Berti et Freeman, 1997; Zhi, Thomas et Robinson, 1997). Pour notre part, nous avons repris le paradigme des « innovations » imaginé par Karmiloff-Smith (1990), dans le but de définir de façon précise les types d'innovations et de changements syntaxiques produits par les enfants dans cette tâche (Vinter et Picard, 1996; Picard, 1999). Nous nous attendions à un développement en 3 étapes, comme montré dans les deux premières recherches. Par ailleurs, nous avons consolidé nos conclusions en confrontant les enfants à une tâche nouvelle, appelée tâche de "délétions", dans laquelle les sujets ont à éliminer une partie de leur dessin pour rendre partiellement invisible l'objet représenté (Picard et Vinter,

1999; Picard, 1999). Nous présenterons ici les résultats obtenus à la première de ces recherches (Vinter et Picard, 1996).

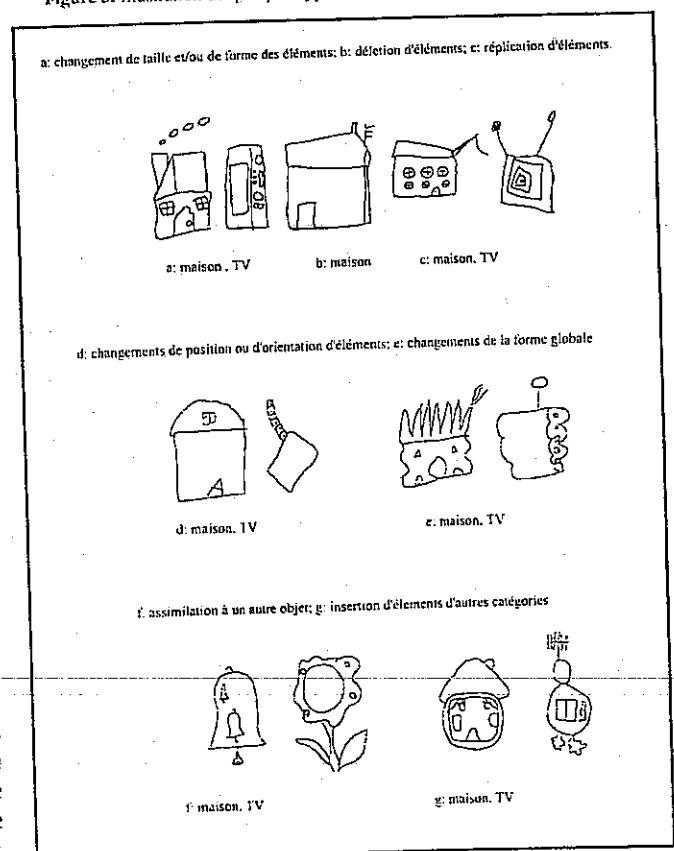
Méthode

Quarante-huit enfants ont participé à cette expérience, répartis en trois groupes d'âge, 5, 7 et 9 ans. Les enfants devaient dessiner deux objets, une maison et une télévision, dans deux tâches successives : une tâche de dessin libre, qui a permis d'établir les routines de base des sujets pour reproduire ces modèles, et une tâche d'innovation, dans laquelle les sujets devaient dessiner les deux objets "tels qu'ils n'existent pas dans notre monde". Un expérimentateur codait en temps réel les points de départ, la direction des mouvements graphiques et l'ordre dans lequel les segments étaient dessinés, afin de reconstituer après coup les stratégies graphiques.

Résultats

Les modifications introduites dans le dessin sous la consigne de produire un objet "tel qu'il n'existe pas" ont été identifiées en référence au dessin effectué dans la tâche libre. Sept catégories d'innovations ont ainsi été définies : changement de la taille et/ou de la forme des éléments, suppression d'éléments, réplication d'éléments, changement de la position ou de l'orientation des éléments, changement de la forme globale de l'objet, assimilation à un autre objet, insertion d'éléments provenant d'autres catégories d'objets. Ces catégories d'innovations sont similaires à celles reportées par Karmiloff-Smith (1990) à l'exception de la catégorie "assimilation à un autre objet". Elles sont illustrées en Figure 5.

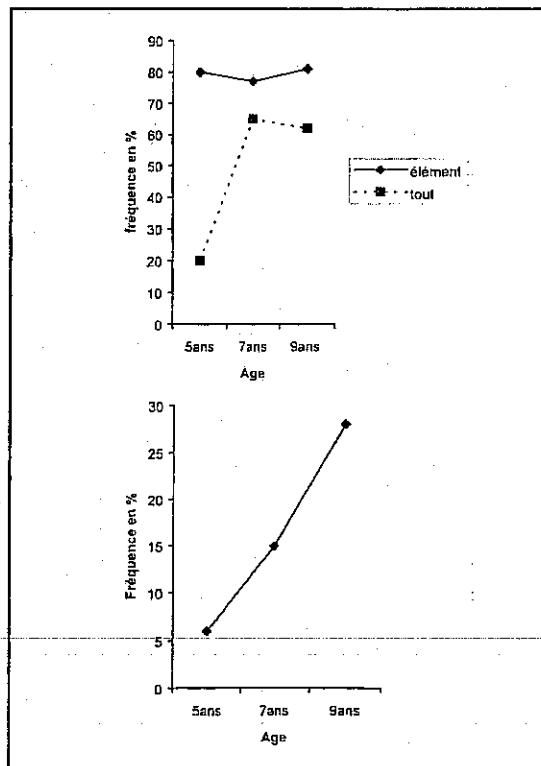
Figure 5. Illustration de quelques types d'innovations produits par les enfants



Comme attendu, les types d'innovations introduites dans les dessins par les enfants changent en fonction de leur âge. Les enfants de 5 ans innover en modifiant principalement la taille ou la forme des éléments (33,34 %), ou en supprimant des éléments de l'objet (38,47 %). Ces innovations sont toujours présentes à 7 ans, mais des modifications de la position/orientation des éléments (13,12 %) et des modifications de la forme globale de l'objet (26,23 %) sont également observées. Enfin, les enfants de 9 ans se caractérisent par une tendance à innover en introduisant des éléments d'autres catégories d'objets (11,25 %).

Une analyse plus théorique de ces innovations est intéressante à conduire, car elle amène à différencier trois niveaux auxquels ces innovations peuvent opérer. Les innovations basées sur un changement de la taille et/ou de la forme des éléments, sur la suppression d'éléments et sur la réplification d'éléments consistent en des innovations qui restent limitées à un niveau intra-représentationnel d'une part, et ne concernent alors que des éléments de la catégorie d'autre part. Les innovations aboutissant à un changement de la position ou de l'orientation des éléments, à un changement de la forme globale de l'objet opèrent toujours à un niveau intra-représentationnel, mais elles supposent une prise en considération du tout (l'orientation d'un élément par exemple est appréciable en rapport à la figure entière). Enfin, les innovations relatives à l'assimilation à un autre objet et à l'insertion d'éléments d'autres catégories d'objets reflètent des changements introduits au niveau inter-représentationnel, les contenus informationnels d'autres représentations d'objets étant sollicités. La figure 6 montre l'évolution avec l'âge de ces types d'innovations, différenciées en innovations intra-représentationnelles basées sur l'élément, basées sur le tout, ou en innovations inter-représentationnelles.

Figure 6. Évolution avec l'âge des fréquences d'occurrence d'innovations intra-représentationnelles et inter-représentationnelles



L'essentiel de la production des enfants de 5 ans consiste en des innovations intra-représentationnelles basées sur l'élément, lesquelles catégories d'innovations diminuent fortement entre 5 et 7 ans. Les enfants de 7 ans produisent les trois types d'innovations, mais ils effectuent proportionnellement plus de changements intra-représentationnels basés sur le tout. Enfin, les enfants de 9 ans se distinguent par la plus forte fréquence d'innovations inter-représentationnelles.

Parallèlement à cette analyse des contenus informationnels traités par l'enfant lors de ses innovations, une analyse de la syntaxe a été effectuée, afin de déterminer principalement à quel moment dans le dessin l'innovation a été insérée. Trois comportements syntaxiques ont été répertoriés : la routine graphique a été interrompue dès son début, l'innovation étant produite alors que la première unité du dessin est exécutée; la routine a été interrompue en son "milieu", c'est-à-dire qu'une unité entière au moins est dessinée avant l'innovation; la routine n'a pas été interrompue, la modification se trouvant ajoutée à la fin.

Les enfants de 5 ans introduisent les modifications surtout à la fin de la routine graphique (46,87 %), mais également au début de la routine (40,62 %). Ce qui est remarquable toutefois est que la tendance à introduire l'innovation à la fin de la routine décline fortement entre 5 et 9 ans (où elle passe à 15,62 %), alors que la tendance à interrompre la routine au début augmente fortement entre 5 et 9 ans (71,85 % à 9 ans). Le comportement qui consiste à insérer la nouveauté en milieu de routine est faiblement représenté à tous les âges. Des corrélations de Pearson indiquent que les innovations intra-représentationnelles basées sur le tout sont positivement corrélées avec les interruptions en début de séquences, et négativement corrélées avec les interruptions en milieu et en fin de procédures. Les innovations inter-représentationnelles sont également négativement corrélées avec les interruptions en fin de séquences graphiques.

Discussion

Cette étude permet d'observer le développement de la flexibilité représentationnelle ainsi que la flexibilité syntaxique. Les enfants dès 5 ans montrent une certaine flexibilité du système représentationnel, même si elle change qualitativement au cours du développement. A 5 ans, cette flexibilité se situe à un niveau intra-représentationnel en se limitant à une analyse relative aux éléments. Ces enfants ont simultanément une certaine tendance à conserver leur routine de base intacte jusqu'à la fin et à introduire la nouveauté en fin de routine. Mais les résultats suggèrent néanmoins que la flexibilité syntaxique de ces jeunes enfants peut être supérieure, des innovations introduites dès le début de la routine s'observant également. Les performances des enfants de 7 ans se distinguent par une flexibilité intra-représentationnelle portant sur l'entièreté de la représentation, avec une timide apparition d'une capacité à établir des relations inter-représentationnelles. Enfin, les dessins des enfants de 9 ans montrent une flexibilité inter-représentationnelle, les contenus de différentes représentations pouvant être mis en relation et se substituer les uns aux autres intégralement ou en partie. A cet âge, les routines graphiques sont totalement libérées de contraintes séquentielles, la plupart des changements survenant dès le début de la routine. Il est clair

que l'on retrouve ainsi les trois niveaux développementaux différenciés dès la première recherche, ce dont nous proposons de discuter un peu plus en conclusion.

Mentionnons encore que du point de vue des rapports entre flexibilité représentationnelle et flexibilité syntaxique, deux types de relations ont été observées : premièrement, la séquence graphique peut être interrompue dès le début sans qu'une innovation élaborée ne soit observée, et deuxièmement, quand un type sophistiqué d'innovation basé sur les relations tout-parties est introduit, il est presque toujours associé à une interruption au début de la routine. Les limites de la flexibilité représentationnelle ne semblent donc pas dépendre des contraintes procédurales. La flexibilité procédurale dans le dessin semble possible avant que des formes élaborées de flexibilité représentationnelle soient maîtrisées.

CONCLUSION : VERS UN MODÈLE DU DÉVELOPPEMENT REPRÉSENTATIONNEL

L'intention de cet article était de montrer comment l'étude du dessin, dans ses aspects représentationnels (le quoi du dessin) et dans ses aspects syntaxiques (le comment du dessin), constitue un terrain d'investigation tout à fait approprié pour approcher la question de l'évolution des connaissances chez l'enfant, et plus spécifiquement l'évolution des représentations mentales que l'enfant forme sur le monde. Nous avons, à cette fin, exploité la matière empirique apportée par certains de nos propres travaux, qui sont tous basés sur une même hypothèse : la manière dont l'enfant (ou l'adulte) segmente le réel en unités significatives renseigne sur la nature de ses représentations mentales (sur la taille de ses unités cognitives internes) et se traduit également dans la manière dont il organise ses séquences de mouvements dans l'acte graphique. Cette hypothèse a trouvé directement un support avec la troisième recherche présentée, où une perméabilité de l'organisation syntaxique à la sémantique, et donc une correspondance entre unités significatives des objets et organisation des séquences de mouvements, s'est révélée à tout âge.

D'un point de vue méthodologique, nous avons recouru à deux types de tâches graphiques, l'une ne nécessitant pas que le sujet élabore des modifications sur ses représentations internes (recherches 1 et 2) et l'autre requérant ce type de modifications (recherche 4). La période d'âge explorée dans nos travaux s'étend en général de 4-5 ans à 9-10 ans. Quel que soit le type de tâche, il est apparu un développement en trois étapes dont nous pouvons discuter davantage maintenant. En effet, l'étude des règles graphiques utilisées lors de copies de figures composées de deux segments met en évidence l'évolution suivante : vers 4 ans, l'activité graphique semble planifiée segment par segment, puis entre 6 et 8 ans, un comportement anticipatoire global, mais quelque peu rigide, peut être observé et enfin vers 9 ans, nous notons une planification de l'activité à la fois au niveau de l'élément et au niveau de la figure. L'étude des stratégies utilisées dans la copie de figures géométriques complexes indique un développement similaire. Les enfants de 5 ans présentent essentiellement des stratégies centrées sur des

éléments isolés (ex. : "rectangles isolés"). A partir de 6 ans, les enfants utilisent des stratégies prenant en compte la globalité de la figure (ex. : "accretion"). Ce type de stratégies est dominant à 8 ans. Enfin, à 10 ans, les enfants utilisent des stratégies impliquant une coordination des deux niveaux, local et global (ex. : "full framing"). C'est à nouveau une évolution analogue que met en évidence l'étude portant sur le développement de la flexibilité représentationnelle et syntaxique. Les changements symboliques produits par les enfants de 5 ans se situent à un niveau intra-représentationnel, et se traduisent par des modifications introduites au niveau des éléments des représentations (ex. : changement de taille de la porte de la maison). A partir de 7 ans, de nouveaux changements symboliques apparaissent, impliquant une analyse des représentations dans leur ensemble ou globalité (ex. : dessin d'une maison-fleur). Enfin, les enfants de 9 ans sont ceux qui produisent le plus fréquemment des transformations se situant à un niveau inter-représentationnel, ce qui exige une capacité à manipuler les relations entre le tout et les parties (ex. : dessin d'une maison avec des ailes).

Nous considérons que ces changements développementaux reflètent des modifications au niveau de la taille et de la structure des unités cognitives manipulables aux différents âges. Ainsi, le système représentationnel qui sous-tend les conduites graphiques des enfants de 5 ans est constitué d'unités que l'on peut qualifier avec Mounoud (1988) d'élémentaires ou de partielles. Celles-ci sont en effet organisées ou centrées autour d'éléments, aucune considération des configurations d'ensemble des figures à reproduire n'étant apparente. Par ailleurs, elles s'avèrent être fortement indépendantes les unes des autres, Mounoud (1988) suggérant l'idée qu'elles sont juxtaposées les unes aux autres. La segmentation du réel effectuée par ces enfants étant limitée aux éléments, la planification de l'action se fait segment par segment, de proche en proche, ou encore de manière locale. Lorsque des changements représentationnels sont requis, un certain degré de flexibilité est possible pour ces enfants de 5 ans, mais cette flexibilité ne pourra excéder la taille des unités cognitives qu'ils ont construites, et elle se limitera donc à des modifications ciblées sur les éléments.

Un changement majeur se produit entre 5 et 7 ans environ. Il résulte du fait que les unités élémentaires précédentes vont s'associer ou se coordonner progressivement les unes aux autres jusqu'à former des unités que l'on peut caractériser de totales, suggérant par là non seulement qu'elles intègrent un ensemble de propriétés, mais surtout qu'elles reflètent la structure unitaire des objets auxquelles elles se réfèrent. Ceci signifie que l'unité cognitive sur la base de laquelle le dessin d'un objet, comme la maison par exemple, peut être planifié, inclue en un tout indissociable la structure globale de l'objet et ses éléments. La planification de l'activité graphique s'effectue alors sur la base de ces unités globales et non plus segment par segment, ou élément par élément. Mounoud (1986) a suggéré l'idée selon laquelle cette coordination des unités élémentaires précédentes s'accompagne nécessairement dans un premier temps d'une rigidité dans le fonctionnement du sujet, due à son incapacité à concevoir l'unité globale comme résultant de la composition de sous-parties diverses. Le "tout" dominant inévitablement sur les "parties", l'activité graphique peut en conséquence s'en révéler quelquefois cou-

teuse, comme nous l'avons vu avec l'application obstinée du tracé en continu chez l'enfant de 6-7 ans indépendamment de la structure du pattern à dessiner.

Ainsi, le mouvement développemental qui va s'étaler entre 8 et 10-11 ans environ va consister en une progressive analyse des unités globales antérieures en ses parties constituantes de telle sorte que les relations entre parties mêmes ou entre totalité et parties soient maîtrisées. Les unités cognitives ne gagnent pas en extension ou en taille dans cette étape, mais en flexibilité. Le fait d'être structurées en globalités tout en devenant décomposables en parties permet en effet une planification de l'activité aussi bien sur la base de l'unité d'ensemble que sur la base de ses composantes.

En conclusion, nous aimerions mettre en avant la grande richesse de l'étude des activités graphiques chez l'enfant pour un psychologue du développement. Les apports du dessin dans un contexte clinique et thérapeutique sont reconnus largement dans la communauté des psychologues (voir par exemple, Liebert, 1997). Il n'en va peut-être pas de même en ce qui concerne la relevance d'une analyse "en direct" des procédés utilisés par l'enfant pour construire son dessin en rapport avec son développement cognitif et son fonctionnement mental. L'intention première de cet article était de montrer que l'activité de dessin fournit des indicateurs précieux sur la manière dont l'enfant découpe le monde en unités significantes, et corrélativement, sur la manière dont il peut planifier son action.

RÉFÉRENCES

- BERTI, A. E., FREEMAN, N.H. (1997). Representational change in resources for pictorial innovations: A three-component analysis. *Cognitive Development*, 12, 501-522.
- GOODNOW, J. LEVINE, R.A. (1973). The « grammar of action » : Sequence and syntax in children's copying behavior. *Cognitive Psychology*, 4, 82-98.
- KARMILOFF-SMITH, A. (1990). Constraints on representational change : Evidence from children's drawing. *Cognition*, 34, 57-83.
- KARMILOFF-SMITH, A. (1992). *Beyond modularity : A developmental perspective on cognitive science*. Cambridge, MA : MIT Press.
- LIEBERT, PH. (1997). *Aider l'enfant à dire par le dessin*. Rouen : Publications de l'Université de Rouen.
- LUQUET, G. H. (1927). *Le dessin enfantin*. Paris : Alcan.
- MINARY, F., VINTER, A. (1996). *The drawing of complex geometrical figures by children : how graphic strategies may be related to chronological age*. In M.L. Simner, C.G. Leedham et A.J.W. Thomassen (Eds.), *Handwriting and drawing research : Basic and applied issues*. (pp. 159-170). Amsterdam : IOS Press.
- MOUNOUD, P. (1986). Action and cognition. Cognitive and motor skills in a developmental perspective. In M.G. Wade et H.T.A. Whiting (Eds), *Motor Development in Children* (pp. 373-390). Dordrecht : M.-Nijhoff.
- MOUNOUD, P. (1988). The ontogenesis of different types of thought. In L. Weiskrantz (Ed.). *Thought without language* (pp. 25-45). Oxford : Oxford University Press.
- NIHEI, Y. (1983). Developmental changes in covert principles for the organization of strokes in drawing and handwriting. *Acta Psychologica*, 54, 846-849.
- PICARD, D. (1999). Développement de la flexibilité des systèmes représentationnels et procéduraux chez l'enfant: une approche au travers du dessin. *Thèse de Doctorat de l'Université de Dijon*.
- PICARD, D., VINTER, A. (1999). Representational flexibility in children's drawing : Effects of age and verbal instructions. *British Journal of Developmental Psychology*, 17, 605-622.
- REED, G.F., SMITH, A.C. (1961). Laterality and directional preferences in a simple perceptual-motor task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12, 122-124.
- TAN, L.E. (1982). Laterality and directional preferences in preschool children. *Perceptual and Motor Skills*, 55, 863-870.
- THOMASSEN, A.J.W. ET TEULINGS, H.L. (1979). The development of directional preference in writing movements. *Visible Language*, 13, 299-313.
- THOMASSEN, A.J.W., TIBOSCH, H.J.C.M. (1991). A quantitative model of graphic production. In G.E. Stelmach et J. Requin (Eds.), *Tutorials in motor neuroscience*. Dordrecht : Kluwer.
- VAN SOMMERS, P. (1984). *Drawing and cognition : Descriptive and experimental studies of graphic production processes*. Cambridge : Cambridge University Press.
- VINTER, A. (1994). Hierarchy among graphic production rules : A developmental approach. In C. Faure, P. Keuss, G. Lorette et A. Vinter (Eds), *Advances in Handwriting and Drawing : A multidisciplinary approach*. (pp. 275-288). Paris : Europa.
- VINTER, A. (1999). How meaning modifies drawing behavior in children. *Child Development*, 70, 33-49.
- VINTER, A., MEULENBROEK, R.J. (1993). The role of manual dominance and visual feedback in circular drawing movements. *Journal of Human Movement Studies*, 25, 11-37.
- VINTER, A., MOUNOUD, P. (1991). Isochrony and accuracy of drawing movements in children : Effects of age and context. In J. Wing et N. Sovik (Eds), *The development of graphic skills*, (pp. 113-134). London : Academic Press.
- VINTER, A., PICARD, D. (1996). Drawing behavior in children reflects internal representational changes. In Simner, M.L., Leedham, C.G. et Thomassen, A.J.W.M. (Eds), *Handwriting and Drawing Research* (pp. 171-185). Amsterdam, IOS Press.
- ZHI, Z., THOMAS, G.V, ROBINSON, E.J. (1997). Constraints on representational change: Drawing a man with two heads. *British Journal of Developmental Psychology*, 15, 275-290. Note