

## *REPERES BIBLIOGRAPHIQUES*

### **LA SCHEMATISATION**

par Jean-François Vezin

La nécessité d'une représentation d'ensemble des connaissances exprimées par un texte apparaît comme particulièrement importante dans les cas fréquents où les informations sont nombreuses et liées les unes aux autres par des relations multiples. La schématisation apporte cette vue d'ensemble en montrant de façon figurative ces relations entre les données. Les schémas utilisés sont variés et parfois font appel à un symbolisme spécialisé. Il est important de savoir quand se servir d'un schéma, quel type de schéma utiliser en fonction du but visé, comment lire un schéma. Le schéma diffère de l'illustration en ce qui concerne le niveau de généralité auquel se situe l'expression figurative. Le schéma ne reproduit que les caractéristiques valables pour une catégorie d'objets ou de phénomènes. Dans le schéma, ce qui est dessiné est représentatif d'un ensemble, les éléments non pertinents étant au maximum éliminés.

Les ouvrages et les articles présentés ci-dessous répondent à ces questions en s'appuyant sur des perspectives théoriques diverses et concernent différents types d'informations. Nous nous proposons de montrer, à travers cette variété d'approches les convergences qui apparaissent et expliquent l'aide que peut apporter un schéma dans la compréhension et la rétention d'informations scientifiques.

## \* I \*

## APPRENTISSAGE DU SCHEMA

## 1) Représentation préexistante

Le schéma n'est pas compris seulement à la lumière de ce que le texte permet d'en découvrir, il est aussi interprété en fonction des connaissances antérieures de l'élève. Ainsi Giordan (1983) met en évidence l'importance de ces représentations préexistantes en tant que grille d'analyse de ce qui est présenté à l'élève, en tant que point d'ancrage à partir duquel il construit sa connaissance. Ces représentations préexistantes peuvent faire obstacle à une connaissance nouvelle en amenant à une interprétation erronée de son expression par un schéma. Rabardel (1980, 1982, 1984) montre, par exemple, qu'une représentation préexistante d'un système câble gaine issue de la pratique de la bicyclette où la gaine est fixée et le câble mobile rend difficile la compréhension du système câble gaine analogue du décompresseur d'un moteur à deux temps où le câble est fixe et la gaine mobile.

## 2) L'apprentissage de la lecture du schéma

Si la lecture d'un schéma s'appuie sur les représentations préexistantes de l'élève, elle aboutit à une compréhension qui est orientée par le schéma tel qu'il est construit par l'auteur. Un grand nombre de recherches se sont penchées sur ce problème du décodage du schéma par les élèves. Il apparaît qu'il est important d'entraîner les élèves à la lecture des schémas car ils utilisent spontanément une méthode de lecture peu économique alors qu'ils sont capables d'améliorer leur méthode (Rabardel et Surlaive, 1979). Et si la polysémie des signes peut rendre compte de certaines de ces difficultés de recherche de signification (Bertin, 1975), l'obstacle principal à la compréhension

est dû à une difficulté d'entrer dans la logique du dessin et donc à une nécessité d'entraînement préalable visant à faire acquérir des notions projectives de base et facilitant la représentation spatiale (Weill-Fassina, Zougari, Vermesh, 1982). De façon générale, il s'agit d'éviter que, dans sa lecture, l'élève s'appuie davantage sur la configuration du schéma, sur sa pregnance perceptive, que sur sa signification logique ou technique (Navarro, 1980, Weill-Fassina, 1982). Pour aider cette lecture, et, en particulier, faciliter les mises en relation principales entre les unités de base du schéma, un schéma par bloc où chaque unité de base est présentée comme un bloc (Chabal, 1984), peut être utile lorsque le schéma concerne l'interrelation d'un nombre important de données.

### **3) Mise en relation schéma-énoncés verbaux**

Après entraînement, la lecture du schéma peut s'effectuer sur un schéma isolé, non accompagné d'énoncés et donner lieu à un décodage correct aboutissant à l'acquisition de nouvelles informations. Mais dans la plupart des cas, le schéma accompagne un texte ; il est fait pour être lu complémentirement au texte, l'élève pouvant alors s'appuyer à la fois sur son entraînement à la lecture de schémas et sur les informations données par le texte pour parvenir à une interprétation exacte de l'apport du schéma. Cela a conduit à ce que des recherches étudient l'apprentissage de la complémentarité de ces deux modalités d'expression. Il a tout d'abord été mis en valeur que la coordination des schémas et des énoncés n'est pas automatique, l'élève pouvant apprendre chacune des deux modalités d'expression indépendamment l'une de l'autre, parallèlement, ou n'effectuer que des mises en correspondance partielles (en particulier dans le cas d'une certaine complexité du texte et des schémas : J.F. Vezin, 1982). De façon générale, les élèves

éprouvent des difficultés à traduire le verbal en non verbal (effectuer un schéma à partir d'énoncés) ou le non verbal en verbal (dire verbalement ce qu'exprime un schéma). Lorsque les élèves effectuent cette coordination entre schémas et énoncés, il a été distingué trois étapes :

a) reconnaissance que tel schéma exprime de façon figurative ce que tel énoncé donne de façon verbale,

b) utilisation de l'un des moyens d'expression pour aider le décodage de l'autre (par exemple, consulter un schéma pour mieux comprendre un énoncé),

c) utilisation conjointe des énoncés et des schémas dans une tâche où cette utilisation de leur complémentarité est nécessaire (résolution de problème par exemple). Une analyse détaillée des recherches présentées ci-dessus est donnée dans J.F. Vezin (1984) et J.F. & L. Vezin (1984). La première étape (mise en relation schémas et énoncés et reconnaissance de leur correspondance (a) conditionne les deux suivantes (b et c) ; il a été montré que suivant la manière dont cette première étape a été effectuée, l'élève acquiert des capacités différentes (J.F. Vezin, 1985).

#### **4) Besoin d'information d'un spécialiste et d'un non spécialiste**

Apprendre à un élève à lire un schéma ou à le construire, c'est le faire accéder à un langage figuratif. Un certain nombre de recherches soulignent le fait que , dans la plupart des cas, le schéma n'est pas un langage universel (Desforges 1981). Si le schéma montre pl utôt l'apparence d'un objet ou d'un phénomène, l'élève doit apprendre que la schématisation néglige tout ce qui pourrait être détail non utile à l'apprentissage de l'essentiel, tend vers une standardisation (Kastenbaum 1979). Si le schéma montre plutôt un principe, une interaction, l'élève est amené à acquérir la signification des signes et de leurs règles de construction utilisés par les spé-

cialistes d'une même discipline ou d'un même domaine de recherche (Jacobi, 1984, Caillot, 1984). Ces recherches conduisent à considérer que le schéma n'est pas efficace par sa seule présence à côté du texte mais par la compétence acquise de celui qui en extrait l'information.

**\* II \***

**ROLE DU SCHEMA**

**1) Mise en évidence de l'efficacité du schéma ;  
schémas figuratifs et schèmes**

Le schéma accompagnant un texte pour donner, sous forme figurative, ce que le texte donne sous forme verbale n'a pas pour seule fonction de permettre que l'expression de la connaissance ait un caractère plus attirant en faisant appel au graphisme. Il a une efficacité dans la transmission des connaissances, efficacité qui se traduit par une meilleure maîtrise des données apprises par ceux qui ont disposé de schémas. C'est ce qu'ont montré beaucoup de recherches dans différents secteurs de la connaissance (J.F. Vezin, 1972, 1978, Benaudet, Delporte, Lecocq, Psaume, Van Iseghem, 1977, Nanpon, 1979, M.P. et B. Lecoutre, 1979). Le schéma est un instrument d'organisation des données au cours de l'apprentissage, et, dans la phase d'utilisation des informations acquises, son évocation en mémoire imagée, ou sa production effective, facilite la mémorisation, peut permettre la mise en oeuvre de schèmes (Kastenbaum 1979, Moreau 1980). Ainsi, le schéma, comme le schème est un instrument d'organisation, de généralisation. Mais il est une expression figurative visible.

## **2) Le schéma aide la mise en évidence des données ls plus générales**

Le schéma a une valeur de généralité. Il a pour but de montrer par une figure les données essentielles valables pour un ensemble. Ainsi, des études historiques des représentations graphiques montrent que le schématisme devient de moins en moins réaliste pour apparaît de plus en plus comme un système de signes permettant de mettre en évidence les caractéristiques pertinentes ayant valeur de généralité (Cuny, 1981 ; Deforges, 1975 et 1981). Le schéma, par sa valeur de généralité, a une fonction de sélection de l'essentiel. Il conduit, au delà d'une capacité de reproduction de ce qui a été appris à une capacité de transfert à d'autres données (J.F. Vezin, 1972) ; il n'agit pas seulement en donnant toute construite la solution d'un problème mais en orientant l'attention vers les données pertinentes pour construire cette solution (Joshua, 1984).

## **3) Le schéma facilite l'appréhension d'ensemble de la connaissance**

Le schéma ne permet pas seulement une sélection de l'essentiel, il permet une appréhension d'ensemble de données exprimées successivement dans le texte et dont il facilite l'interrelation. Cela tient à ce qu'il présente les connaissances en une figure unifiée. Et, par ce qu'il permet une intégration des données en un ensemble unifié, le schéma a une fonction d'économie cognitive, d'allègement de la charge mnémonique (Denis, 1982). Cette valeur synoptique du schéma peut être plus marquée dans certains cas (les schémas de synthèse), que dans d'autres (les schémas de base). Il a été montré que l'utilisation de schémas de synthèse conduit à une intensification de l'activité d'étude au cours de l'apprentissage, et à une meilleure réussite de la résolution de problèmes (J.F. Vezin, 1980,

chap.3).

#### **4) Le schéma contribue à une représentation imagée de ce qui est appris**

Le schéma permet une vue d'ensemble de l'interrelation de données sous une forme figurative qui facilite la représentation imagée. Certains schémas facilitent plus particulièrement cette représentation imagée : ce sont les schémas descriptifs dans lesquels on constate un isomorphisme du schéma et de la structure spatiale des objets dont le schéma représente la catégorie (Weill Fassina, 1973). Ces schémas descriptifs mettent plutôt en évidence l'apparence tandis qu'un schéma explicatif met en évidence le principe sous jacent. Les schémas descriptifs ont une fonction de médiation entre la formulation abstraite d'un concept et la représentation mentale de ce concept (Arnaud, 1984). Les schémas descriptifs permettent une meilleure maîtrise de la reconnaissance des caractéristiques d'un objet (J.F. Vezin, 1980, chap. 3 et 4). Si les schémas descriptifs favorisent la représentation imagée, les schémas explicatifs peuvent servir d'instrument d'analyse, de support d'un raisonnement (Cuny et Boyé, 1981) comme, par exemple, celui qui est nécessaire dans le diagnostic et l'intervention sur une installation électrique en panne.

---

**B I B L I O G R A P H I E**

---

**\* 1 \*****APPRENTISSAGE DU SCHEMA****1) Représentation préexistante**

GIORDAN, A., et collaborateurs, **L'élève et/ou les connaissances scientifiques**, Berne, Peter Lang, 1983.

Cet ouvrage montre comment la représentation préexistante des élèves peut faire obstacle à l'acquisition de notions scientifiques. Il prend plusieurs exemples dans des domaines variés de connaissances scientifiques en s'appuyant sur de nombreux schémas effectués par les élèves et révélateurs de leurs représentations.

RABARDEL (P.) - **Contribution à l'étude de la lecture du dessin technique**, Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Paris, 1980.

Cette étude de la lecture des dessins techniques et des représentations internes construites se propose de mettre en évidence ce qui oriente l'élève dans son identification des significations. L'auteur, après avoir analysé les conditions d'une bonne lecture d'un dessin d'ensemble en vue de déterminer un ordre de montage, montre l'importance des représentations préexistantes à la lecture du dessin technique dans l'orientation de cette activité de lecture et la compréhension des relations entre pièces. Ainsi il a été trouvé que lorsqu'un dessin technique montre des relations peu habituelles entre des pièces, la représentation préexistante peut conduire l'élève à ne pas prendre en compte certaines données graphiques qui permettraient une compréhension correcte de ce qu'exprime le dessin. Cela amène l'auteur à conseiller aux élèves et aux enseignants de se situer, au moment de l'apprentissage, par rapport à ces représentations préalables.

Les deux premiers articles cités ci-dessous sont issus d'une partie de cette thèse. Le premier article correspond à une partie du premier chapitre de la thèse; il s'agit d'une revue de questions sur les travaux qui dans le domaine de la psychologie portent sur la lecture du dessin technique de mécanique. Le deuxième présente un certain nombre de résultats donnés dans le chapitre 3 de la thèse. Il a été montré que la représentation interne préexistante influence la lecture du schéma. Ainsi, une représentation préexistante du système câble gaine issue de la pratique de la bicyclette (où la gaine est fixe et le câble mobile) rend difficile la compréhension d'un système câble gaine analogue (décompresseur d'un moteur à deux temps commandé par un système câble gaine) où c'est le câble qui est fixe par rapport au compresseur tandis que la gaine en se déplaçant permet la manoeuvre de celui-ci.

RABARDEL (P.) - La lecture du dessin technique, approches expérimentales et hypothèses, **Cahiers de Psychologie cognitive**, 1982, 2, n°4, 421-444.

RABARDEL (P.) - Influence des représentations préexistantes sur la lecture du dessin technique, **Le Travail humain**, 1982, 45, n° 2, 251-266.

Un autre article du même auteur, sur le même sujet, est paru en 1984 :

RABARDEL (P.) - Problèmes de lecture du dessin technique de mécanique, dans GIORDAN, A., MARTINAND, J.L., **Signes et discours dans l'éducation et la vulgarisation scientifiques. Actes des sixièmes journées internationales sur l'éducation scientifique**, Paris, 1984, 117-127 (Université de Paris VII, UER de Didactique des disciplines).

Cet article parle de l'apprentissage de la lecture des dessins techniques en mettant en évidence des problèmes soulevés par la maîtrise du code (apprentissage des signes et de leurs règles de relation), de

la technologie (intervenant par exemple dans les représentations préalables) et de la géométrie (en particulier les plans de projection souvent utilisés dans les représentations graphiques).

## 2) L'apprentissage de la lecture du schéma

**L'apprentissage de la géométrie du dessin technique : des constats d'échec et des moyens de réussite**, Paris, INRP, 1984.

Cet ouvrage collectif comprend un ensemble de travaux qui soulignent qu'un obstacle important à l'apprentissage de la lecture et de l'écriture du dessin technique tient à une connaissance insuffisante de la géométrie du dessin technique. Une analyse des difficultés d'acquisition de cette géométrie et des moyens de suppléer à ces difficultés, appuyée sur l'expérimentation, met en évidence les progrès qui peuvent être effectués dans la formation des élèves. Il est ainsi envisagé une pédagogie qui donne aux élèves une compétence géométrique leur permettant une caractérisation géométrique des objets et une représentation de l'objet tel qu'il apparaît en projection orthogonale dans le plan qui s'articule à leur compétence technologique (connaissance des objets techniques, des techniques et des modes de production).

BERTIN (J.) - Le traitement visuel de l'information, **Média**, 1975, 73-74, 1-6.

BERTIN (J.) - **Le graphique et le traitement graphique de l'information**, Paris, Flammarion, 1977.

Un graphique est un langage de travail. Il s'agit de trouver le plus utile. Et pour cela, tenir compte de règles de construction qui fassent apparaître, qui rendent visibles, toutes les relations entre des éléments rigoureusement définis. La graphique est un système de signes rigoureux et simple. Elle peut ainsi

faire l'objet d'un apprentissage et conduit à une meilleure compréhension de l'information qu'elle traduit. L'auteur à partir d'exemples pris dans des disciplines variées (archéologie, économie, géographie, météorologie...) montre comment utiliser les principales ressources de la graphique et pour cela expose les principales constructions graphiques en soulignant leurs possibilités et leurs limites et insère ces données dans une perspective théorique fondée sur la sémiologie graphique. La graphique permet de construire des graphiques (diagrammes, réseaux ou cartes) en s'appuyant sur une analyse des moyens et des buts et en déterminant des règles de la rédaction graphique qui tiennent compte des lois de la visibilité.

Deux articles récents de l'auteur prolongent cet ouvrage. Le premier (1983) expose une expérience d'apprentissage de la graphique par des enfants (expérience d'utilisation de la graphique comme instrument pédagogique dans les classes élémentaires et primaires) et un exemple d'amélioration des mises en page et de la cartographie dans des images générées par ordinateur sur un écran cathodique. Le second (1985) montre que l'ordinateur ajoute à l'image fixe de la graphique classique l'image transformable de la graphique moderne. Il met en évidence par des exemples que le fait de pouvoir modifier l'image grâce à l'instantanéité apportée par l'ordinateur permet un accroissement du nombre de données et une aide à l'interprétation dans le traitement des données.

BERTIN (J.) - 1. Les fondements de la graphique ; 2. L'apprentissage de la graphique par les enfants ; 3. L'image générée par ordinateur sur un écran cathodique dans **L'image fixe**, La Documentation française, Paris, 1983, 36-41.

BERTIN (J.) - Le dessin automatique, dans **Image et**

**science**, Centre Georges Pompidou, Herscher, 1985, 111-113.

**CHABAL (J.) - Représentation schématique d'objets techniques à dominante mécanique**, Paris, INRP, 1984.

L'auteur souligne que toute schématisation suppose une hypothèse de réduction. (Le schéma n'indique que ce qui est nécessaire à la compréhension des données générales faisant l'objet de l'apprentissage) ayant un rôle important dans la conception et la réalisation du schéma. Il se propose de mettre en évidence les fondements théoriques sur lesquels s'appuie cette réduction, afin de permettre une meilleure adaptation des schémas produits aux besoins d'information des élèves et de permettre une meilleure utilisation de la schématisation comme activité éducative.

Une autre publication de l'auteur sur le même sujet est parue en 1984 :

Représentation schématique d'objets techniques à dominante mécanique, dans **GIORDAN, A., MARTINAND, J.L., Signes et discours dans l'éducation et la vulgarisation scientifiques. Actes des sixièmes journées internationales sur l'éducation scientifique**, Paris, 1984, 431-440 (Université de Paris VII, UER de Didactique des disciplines).

**DOLLE (J.M.) - Analyse de quelques procédures cognitives d'élèves de LEP en situation de lecture-écriture du dessin technique**, **Bulletin de Psychologie**, 1985, XXXVIII, n° 369, 335-345.

Le constat des difficultés rencontrées par les élèves dans l'apprentissage de l'écriture et de la lecture du dessin technique a conduit l'auteur à étudier la représentation par les élèves des projections sur un plan de figures simples à trois dimensions. Les élèves ont certaines vues et doivent produire les autres vues. Une analyse des procédures mise en oeuvre pour maîtriser la tâche montre que les élèves s'appuient davantage sur les impressions et les

intuitions que leur apporte l'aspect figuratif des vues données que sur un raisonnement formel.

GILLET (B.) - L'élaboration de schémas en électronique élémentaire, **Bulletin de Psychologie**, 1980, XXXIII, n° 344, 375-380.

Cette étude se propose de mettre en évidence quelques difficultés rencontrées par les techniciens dans l'élaboration de schémas en électronique élémentaire. Il a en particulier été montré que la lecture critique des schémas après exécution dans un but de vérification est l'étape la plus défectueuse. Une conséquence sur le plan pédagogique est la nécessité d'entraîner l'élève à une meilleure structuration de son schéma l'aidant ainsi à prendre un recul par rapport aux différents éléments qui le constituent.

NAVARRO (C.) - **Niveaux de conduite et régulation de l'action chez l'adulte**, Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Toulouse, 1980.

Afin de montrer que, dans une tâche de résolution de problème de géométrie, l'adulte ne raisonne pas toujours de façon hypothético-déductive, l'auteur décrit les stratégies mises en oeuvre dans les démonstrations en s'appuyant sur une perspective essentiellement piagétienne. Il distingue, dans les démonstrations, 1) celles qui ne se décentrent pas de l'intuition perceptive immédiate : les sujets ne parviennent pas à une organisation du schéma qui leur permette de prolonger et de dépasser une lecture seulement guidée par l'énoncé du problème, 2) celles qui s'appuient sur un processus opératoire anticipateur guidant par une démarche logique les transformations de la figure permettant d'aboutir à la solution. Les deux articles cités ci-dessous se placent dans la même perspective.

Le premier (1980) donne l'une des études rapportée aussi au chapitre 4 de la thèse, le second (1983) est une revue de questions reprenant et prolongeant les données théoriques exposées dans plusieurs chapitres de la thèse.

ESCRIBE (C.), NAVARRO(C.) - Analyse de l'activité de l'adulte dans une tâche de résolution de problème : la géométrie, **Bulletin de Psychologie**, 1980, XXXIII, n° 344, 367-373.

NAVARRO (C.) - Théorie opératoire de l'intelligence et analyse des processus cognitifs de l'adulte dans la réalisation des tâches : Quelques études récentes, dans NOT (L.), **Perspectives piagétienne**s, Toulouse, Privat, 1983, Chapitre 9, 173-193.

RABARDEL(P.), SURLAIVE (C.) - La prise de renseignements sur un dessin technique dans **Recherches sur le dessin technique et la construction**, Paris, INRP, 1975, 55-90.

WEILL-FASSINA (A.) - La lecture du dessin industriel : perspectives d'études, **Le Travail humain**, 1973, n° 1, 121-140.

L'importance des dessins industriels dans le processus de production conduit à effectuer des recherches qui visent à améliorer l'exécution et la compréhension de ces dessins. Cet article se propose d'analyser les différentes perspectives d'étude (ergonomie, pédagogie, psychologie) dans ce domaine afin d'en coordonner les points de vue. L'auteur souligne particulièrement l'importance de la formation, de l'entraînement à la lecture du dessin appuyée sur une analyse de la compréhension du dessin par l'élève.

WEILL-FASSINA (A.) - Représentations de données spatiales symbolisées : La lecture des intermédiaires graphiques en situation de travail et d'apprentissage professionnels, **Psychologie française**, 1982, 27, n° 3-4, 215-227.

Les données spatiales symbolisées, en particulier les intermédiaires graphiques (photos, dessins, schémas, cartes) apparaissent comme des outils sémiotiques utilisés dans un but précis. L'auteur met en valeur quelques caractéristiques de la représentation et du

traitement des données spatiales symbolisées en se référant à la théorie de l'équilibration de Piaget ; elle en dégage les conséquences possibles pour la formation, en particulier à côté d'un apprentissage des règles du dessin industriel, il apparaît nécessaire d'amener l'élève à une compréhension suffisante des règles de la géométrie projective et à leur utilisation correcte.

C'est cette importance de la maîtrise des relations spatiales de base nécessaires à la lecture de la forme en dessin industriel qui fait l'objet d'un autre article de l'auteur (en collaboration avec R. Zouggari et P. Vermesh) paru en 1984 :

Analyse des compétences dans des tâches de lecture de forme du dessin technique, dans Giordan (A.) et Martinand (J.L.), **Signes et discours dans l'éducation et la vulgarisation scientifique**, Actes des sixièmes journées internationales sur l'éducation scientifique, Paris, 633-644 (Université de Paris VII, UER de Didactique des disciplines).

Cette recherche, sur les difficultés de représentation des formes (partant d'une perspective ou de deux vues d'un objet, les élèves doivent déterminer les formes de la vue orthogonale demandée), montre, au terme d'une analyse des compétences et des performances en fonction de la difficulté relative des tâches et des situations, qu'un entraînement ayant pour but de faire acquérir les notions projectives de base est nécessaire dans certains cas comme préalable à l'apprentissage du dessin industriel.

Une présentation plus détaillée de cette recherche peut être trouvée dans :

**L'apprentissage de la géométrie du dessin technique**, Paris, INRP, 1984, Chapitre 5.

### 3) Mise en relation schéma-énoncés verbaux

VEZIN (J.F.)- Apport informationnel des schémas et des énoncés et activité de mise en correspondance, **Enfance**, 1982, 5, 351-362.

Cet article est une étude expérimentale de la mise en relation des schémas et des énoncés en fonction de l'apport informationnel des énoncés (énoncés clefs et exemples) et des schémas (schémas d'ensemble, coupes). Il montre que, si l'élève a des difficultés à prendre en considération la complémentarité d'expressions parallèles (un énoncé clef général et un énoncé correspondant, un schéma d'ensemble et une coupe correspondante), la présence d'exemples et celle de schémas en coupe évite certaines erreurs de mise en relation entre énoncés et schémas.

VEZIN (J.F.) - Apport informationnel des schémas dans l'apprentissage, **Le Travail humain**, 1984, 47, n° 1, 61-74.

Cette analyse des recherches concernant l'apport informationnel des schémas dans l'apprentissage en fonction de leurs caractéristiques a conduit à étudier la coordination et la complémentarité des schémas et des énoncés verbaux dans l'acquisition des connaissances.

VEZIN (J.F.), VEZIN (L.) - Schématisation et exemplification, dans GIORDAN (A.), MARTINAND (J.L.), **Signes et discours dans l'éducation et la vulgarisation du discours scientifique**, Actes des sixièmes journées internationales sur l'éducation scientifique, Paris, 1984, 611-618 (Université de Paris VII, UER de Didactique des disciplines).

Cette revue de questions concerne l'apport informationnel des schémas figuratifs et celui des exemples verbaux dans l'acquisition de connaissances scientifiques en s'appuyant sur la notion de codage imagé qui permet de saisir les rôles complémentaires du schéma et de l'exemple verbal et de façon plus gé-

nérale la coordination du verbal et du non verbal au cours de l'apprentissage.

VEZIN (J.F.) - Mise en relation de schémas et d'énoncés dans l'acquisition de connaissances, **Bulletin de Psychologie**, 1985, 38, n° 368, 71-80.

Pour étudier l'effet de la modalité de mise en relation des énoncés et des schémas, cette recherche compare une mise en relation (M) systématique, schémas et énoncés étant vus par paire (chaque paire faisant l'objet d'un jugement de correspondance) et une organisation (O) d'ensemble où les schémas sont insérés au fur et à mesure que se construit la structure, chez des enfants de 11-12 ans. Les résultats montrent que O est supérieur à M lorsque pour résoudre le problème l'élève peut s'appuyer sur une vue d'ensemble du schéma et que M est supérieur à O lorsque pour résoudre le problème l'élève doit uniquement s'appuyer sur les différentes informations considérées séparément.

#### **4) Besoin d'information d'un spécialiste et d'un non spécialiste**

CAILLOT (M.), CAUZINILLE-MARMECHE (E.) - Rôle des schémas prototypiques dans la résolution des problèmes, dans GIORDAN (A.), MARTINAND (J.L.) - **Signes et discours dans l'éducation et la vulgarisation scientifique**, Actes des sixièmes journées internationales sur l'éducation scientifique, Paris, 1984, 405-413 (Université de Paris VII, UER de Didactique des disciplines).

Un ensemble de données expérimentales concernant la description et la catégorisation de schémas représentant des circuits électriques composés d'un générateur et de résistances électriques montre que les étudiants débutants en physique s'appuient pour réaliser cette tâche sur des connaissances prototypiques regroupant les schémas selon des traits de

surface en fonction de leur ressemblance avec le prototype dont il fait l'élément organisateur.

CAILLOT (M.) - La résolution de problèmes physiques : représentations et stratégies, **Psychologie française**, 1984, 29, 3-4, 257-262.

Cette revue de questions porte sur les études différentielles concernant la résolution de problème de physique chez les experts et les novices, dans le domaine de la mécanique et de l'électricité. Elle montre en particulier que la représentation initiale chez le novice est basée sur les traits de surface des données exprimées (schémas par exemple) tandis que chez l'expert elle est basée sur des principes physiques.

DEFORGE (Y.) - **Le graphisme technique, son histoire et son enseignement**, Seyssel, Champ Vallon (diffusion Presses Universitaires de France), 1981.

L'auteur présente le graphisme technique (documents graphiques émis avec l'intention de communiquer des renseignements techniques) comme un indicateur des relations entre concepteurs et réalisateurs dans les systèmes de production. Ainsi, la première partie de l'ouvrage montre une perspective historique qui insiste sur l'importance des structures de production qui influencent le graphisme technique considéré dans différents domaines (pierre, bois, bronze) et métiers (architecture, horlogerie, constructions navales, fabrications mécaniques). La seconde partie, consacrée à l'enseignement du graphisme technique, souligne, en s'appuyant sur une perspective historique, que l'enseignement, dans ce domaine, apparaît à la fois lié aux besoins professionnels de l'époque et support d'une culture technique.

DEFORGE (Y.) - **Le graphisme technique, son histoire, son enseignement, sa signification**, Thèse d'Etat, Paris, 1975.

L'ouvrage de Deforge, paru en 1981, portant sur le

même sujet, nous nous contenterons de mentionner que la thèse contient en plus un essai de caractérisation et de classification des documents graphiques techniques.

JACOBI (D.), TONUCCI (F.) - Figurabilité des concepts dans le discours de vulgarisation scientifique, dans GIORDAN (A.), MARTINAND (J.L.) - **Signes et discours dans l'éducation et la vulgarisation scientifique**, Actes des sixièmes journées internationales sur l'éducation scientifique, Paris, 1984, 209-215 (Université de Paris VII, UER de Didactique des disciplines).

En soulignant que le document de vulgarisation scientifique est un pluri-système graphique où coexistent plusieurs codes iconiques, les auteurs décrivent ces "grammaires d'images" en se demandant en particulier si des expressions non verbales propres aux spécialistes et utilisées dans un contexte de vulgarisation ont pour le non spécialiste la même valeur informative.

Un autre article du même auteur dans le même ouvrage, pages 51 à 59, porte en partie sur ces expressions propres aux spécialistes utilisées dans une situation de vulgarisation scientifique.

KASTENBAUM (M.) - **Utilisation du schéma dans l'enseignement : un exemple extrait du programme de physique de 6è**, Thèse de 3è cycle, Paris, 1979.

L'utilisation du schéma dans l'enseignement, c'est d'abord le schéma tel qu'il est proposé aux élèves dans les manuels scolaires. L'auteur propose donc en premier lieu une analyse des recherches effectuées dans ce domaine en s'appuyant sur des travaux qui éclairent de façon complémentaire ce problème. Elle aborde ainsi une perspective qui est celle de la psychologie du travail mais aussi de la psychopédagogie et des études relatives à la perception ou concernant l'image mentale. A ces schémas proposés aux élèves, répondent les schémats produits par les élèves eux-

mêmes. L'auteur étudie donc ensuite ces schémas produits par les élèves et les modifications apportées par l'enseignement, les schémas types proposés, aux représentations initiales. Il est constaté que les schémas des élèves se rapprochent du schéma type sans s'y modeler totalement et que les élèves gardent une attitude graphique qui consiste à lier la précision et la justesse de la représentation à la reproduction de détails jugés superflus par l'enseignant et donc non insérés dans le schéma type.

Les trois articles cités ci-dessous sont issus de cette thèse. Le premier article (1979) correspond au premier chapitre de la première partie de la thèse. Il s'agit d'une revue de questions sur les recherches pouvant aider l'analyse des schémas des manuels scolaires. Le deuxième (1982) utilise certains protocoles de la thèse dans le but d'analyser les difficultés et les erreurs des élèves dans la production d'un schéma répondant à une question portant sur "le chemin de l'électricité", le troisième (1984) présente certains résultats donnés dans la deuxième partie de la thèse (schéma type proposé par le professeur et schémas produits par les élèves).

KASTENBAUM (M.) - Les schémas des manuels scolaires : difficultés et diversité des prescriptions et des analyses, **Enfance**, 1979, n° 2, 159-167.

KASTENBAUM (M.) - Le schéma de l'électricité : schéma d'inférence et schéma d'observation, **Bulletin de l'Union des Physiciens**, 1982, N° 646, 1151-1155.

KASTENBAUM (M.) - Le schéma figuratif dans l'enseignement de la physique en 6<sup>e</sup>, **Revue française de Pédagogie**, 1984, n° 68, 27-38.

## \* 2 \*

**ROLE DU SCHEMA****1) Mise en évidence de l'efficacité du schéma ;  
schémas figuratifs et schèmes**

BENAUDET (J.D.), DELPORTE (J.), LECOCQ (P.), PSAUME (S.), VAN ISEGHEM (J.) - Utilisation d'un support figuratif dans l'enseignement de la géométrie en 4<sup>è</sup> et en 3<sup>è</sup>, **Bulletin de Psychologie**, 1977, XXX, n° 330, 859-871.

Un support figuratif (sous forme de film) dans l'enseignement de la géométrie facilite la performance d'élèves de fin de premier cycle d'enseignement secondaire, l'efficacité de cette aide dépendant du niveau initial des élèves et de leur origine sociale.

BESSOT (A.), RICHARD (F.) - **Commande de variables dans une situation didactique pour provoquer l'élargissement des procédures en vue d'étudier le rôle du schéma**, Thèse de 3<sup>è</sup> cycle, Bordeaux, 1979.

Un apport important de cette thèse est la mise en évidence de correspondances entre certaines schématisations et certains procédures de résolution de problème. Les auteurs constatent que le schéma joue un rôle dans la stabilité des conduites du sujet mais aussi dans la résistance (manifestée par les conduites des sujets) à l'élargissement des procédures.

GIORDAN (A.), MARTINAND (J.L.) - **Signes et discours dans l'éducation et la vulgarisation scientifiques**, Actes des sixièmes journées internationales sur l'éducation scientifique, Paris, 1984.

Cet ouvrage de plus de 800 pages traite du problème de la compréhension à laquelle conduit une présentation donnée de la connaissance selon des points de vue et dans des domaines d'application très variés. Il concerne la production de signes et de figures, la schématisation dans l'enseignement scientifique en mettant en valeur dans la situation de transmission de

connaissance les problèmes de communication en situation scolaire ou de vulgarisation scientifique. En confrontant en un même ouvrage des articles s'orientant davantage vers des élaborations théoriques et d'autres vers des applications pratiques, il s'adresse aussi bien au chercheur qui veut s'informer des tendances actuelles dans ce domaine qu'au praticien qui se demande comment présenter une information scientifique à l'école ou par les médias. Il est disponible à l'UER de Didactique des disciplines de l'Université de Paris VII (2 Place Jussieu, 75005, Paris).

LECOUTRE (M.P.), LECOUTRE (B.) - Rôle des figurations graphiques dans la résolution de problèmes sur l'utilisation d'une table de la distribution normale, **Bulletin de Psychologie**, 1979, XXXII, n° 340, 701-708.

Une analyse a priori des algorithmes de résolution de différents problèmes usuels dans l'utilisation d'une table de distribution normale réduite est suivie d'une étude expérimentale où des étudiants en troisième année de psychologie doivent résoudre plusieurs problèmes en étant incités ou non à utiliser des schémas. Lorsque les étudiants sont incités à s'aider de schémas, ceux-ci sont soit donnés aux étudiants, soit construits par eux. Dans le groupe où aucune incitation n'est donnée, les étudiants construisent spontanément, dans la plupart des cas, des schémas. Le groupe où les schémas sont donnés parvient à une performance supérieure aux deux autres groupes.

MOREAU (A.) - **Schémas, schèmes et activités mnémoriques**, Paris, CNRS, 1980.

Ce travail présente une approche théorique et expérimentale du rôle du schéma dans l'acquisition et l'évocation des informations en rapprochant les conceptions de Tulving et celles de Piaget, en montrant en particulier le rôle des schèmes dans l'acquisition et la restitution des informations. Il montre qu'un schéma intériorisé en une image mentale peut aider la

mise en oeuvre de schèmes ; il permet une amélioration du nombre de données mémorisées, une augmentation de la vitesse d'apprentissage et une accélération de la structuration du matériel mémorisé.

Deux articles publiés antérieurement et cités ci-dessous correspondent à deux chapitres de cet ouvrage. Le premier (1973) qui correspond au chapitre 4 de l'ouvrage étudie l'apprentissage d'une liste de noms dont l'organisation permet ("a") ou non ("b") à la mémorisation de s'appuyer sur un schéma intériorisé et qu'il s'agit de reproduire de mémoire selon l'ordre de la liste (rappel ordonné) ou en rappel libre. Il est constaté que le rappel est plus important en "a" qu'en "b". Le second (1976) qui correspond au chapitre 6 de l'ouvrage étudie le rôle de la longueur de la liste (trois listes de type "a" variant selon leur longueur) sur le rappel. Il a été montré qu'à partir d'un certain seuil de complexité (longueur de la liste), les élèves utilisent moins le schéma intériorisé dans le rappel libre (moins de réponses spontanément ordonnées selon ce schéma).

MOREAU (A.) - Le rôle du schéma dans l'apprentissage et l'évocation d'une tâche verbale, **Année Psychologique**, 1973, 73, n° 2, 521-533.

MOREAU (A.), BAJAN (C.) - Schéma intériorisé et procédures de rappel : les effets dus au nombre d'informations à retenir, **Bulletin de Psychologie**, 1976, numéro spécial annuel, 206-211.

NANPON (H.) - Difficultés liées au langage dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Le rôle et les limites de la représentation figurale, dans POSTIC (M.) - **Apprentissage des mathématiques dans le premier cycle de l'enseignement secondaire**, ATP Education du CNRS, 1979.

Une étude de l'emploi d'auxiliaires figuratifs dans la résolution de problèmes mathématiques (calculs de proportions et problèmes d'intervalles) chez des

préapprentis de 15-16 ans et chez des élèves de 6<sup>e</sup> de CES montre que l'utilisation de schémas (donnés aux élèves ou construits par eux) améliore la réussite et cela davantage lorsque l'on fait appel à l'activité de l'élève (schémas construits par l'élève).

VEZIN (J.F.) - L'apprentissage des schémas, leur rôle dans l'assimilation des connaissances, **Année Psychologique**, 1972, 72, n° 1, 179-198.

Cette revue de questions, après avoir traité de l'apprentissage des schémas, de l'adéquation des schémas à ce qu'ils sont censés exprimer et de leur lisibilité, montre que les schémas, parce qu'ils expriment une connaissance générale de façon figurée, permettent de voir simultanément un ensemble de données supérieur à ce que pourrait faire le langage verbal. Ils facilitent ainsi une capacité de résolution de problèmes au niveau de l'application mais aussi du transfert de ce qui a été appris à d'autres données ; ils permettent une meilleure capacité de classification d'objets dont ils représentent les catégories.

VEZIN (J.F.) - Modalités de présentation et acquisition des connaissances, dans l'encyclopédie **Univers de la psychologie**, tome V, Paris, Lidis, 1978, 243-255.

Cette revue de questions portant sur le rôle de différentes modalités de présentation de la connaissance comprend une partie relative aux schémas : types de schémas, schémas figuratifs et schèmes, rôle des schémas.

## 2) Valeur de généralité du schéma et appréhension d'ensemble

CUNY (X.) - **La fonction sémique dans le travail, l'élaboration et l'utilisation des systèmes non verbaux chez l'adulte**, Thèse d'Etat, Paris, 1981.

Dans le cadre d'une étude qui concerne l'élaboration, l'acquisition et l'utilisation de systèmes non verbaux par des adultes dans plusieurs types d'activités professionnelles (communication gestuelle dans des équipes d'ouvriers, apprentissage du schéma d'électricité par des élèves électriciens, contrôle d'un four sur écran cathodique dans un atelier de laminage, outils sémiques non verbaux utilisés pour la circulation fluviale dans le pilotage des navires), l'étude des schémas fait l'objet d'une partie du chapitre 4 et du chapitre 5. Une étude de l'évolution (du début du siècle à nos jours) de l'expression par un schéma d'un même montage électrique montre que cette expression tend vers une suppression de ce qui pourrait gêner une lecture du schéma dans sa valeur de généralité (le schéma tendant vers une systématisation des unités de sens et de leurs relations). Une étude expérimentale compare un apprentissage P1 utilisant les schémas propres à l'enseignement dispensé traditionnellement dans les écoles techniques (les schémas gardent un certain réalisme, une attache avec une installation à partir de laquelle le schéma a été construit) et un apprentissage P2 où les schémas évitent ces attaches avec une réalité familière pour devenir un système d'unités sémiques ; les résultats montrent une supériorité de P2 sur P1 : ainsi dans une épreuve de dépannage, les élèves ayant eu P1 ne prennent pas de recul par rapport à l'installation tandis que ceux ayant eu P2 utilisent le schéma comme moyen de comprendre la panne et évitent ainsi les tâtonnements.

Trois articles récents de l'auteur utilisent ces résultats du chapitre 5 de la thèse. En 1979, dans le

cadre d'une étude qui vise à montrer que les signes non verbaux utilisés dans une situation de travail ont une valeur d'outils produisant un sens d'outils sémiotiques, l'étude des schémas développés en électricité fait l'objet de la quatrième partie. En 1980 et 1981, les articles sont entièrement consacrés aux schémas et montrent comme dans le chapitre 5 de la thèse, que des schémas dépourvus d'un réalisme (qui les rend adhérents à une représentation imagée de l'installation correspondante) peuvent devenir un système de signes et, en tant qu'outils sémiotiques, permettre des performances supérieures.

CUNY (X.), BOUSQUET(N.), BOYE (M.), GATEAU (Y.), ROUANET-DELLENBACH (J.) - Intérêt du concept d'outil sémiotique et analyse du travail, **Bulletin du CERP**, 1979, XXIII, n° 4, 229-252.

CUNY (X.) - Recherche sur l'apprentissage des outils-signes : l'apprentissage du schéma développé en électricité, dans **Présent et futur de la psychologie du travail**, Actes du Congrès de Psychologie du travail de langue française, Paris, EAP, 1980, 125-136.

Un autre article du même auteur sur le même sujet est paru en 1981 :

CUNY (X.), BOYE (M.)- Analyse sémiologique et apprentissage des outils signes : l'apprentissage du schéma d'électricité, **Communication**, 1981, 33, 103-141.

DENIS (M.) - Représentation imagée et résolution de problèmes, **Revue française de pédagogie**, 1982, 60, 19-29.

L'étude du rôle de l'imagerie dans la résolution de problème amène l'auteur à mettre en valeur le rôle de substitution que l'image peut avoir par rapport à la réalité telle qu'elle peut être perçue, substitution sur laquelle peuvent s'effectuer des traitements, des opérations et le rôle d'économie cognitive ainsi que d'allègement de la charge mnémonique.

JOSHUA (S.) - **L'utilisation du schéma en électrocinétique : aspects perceptifs et aspects conceptuels**, Thèse de 3è cycle, Marseille, 1982.

L'auteur se propose de mettre en évidence les modalités d'appréhension et d'utilisation du schéma dans une situation d'apprentissage de connaissances en électrocinétique chez les élèves et étudiants de différents niveaux. Il montre que l'on trouve dans l'appréhension et l'utilisation du schéma des effets perceptifs dus au mode d'expression graphique mais surtout des effets liés à la représentation cognitive des élèves centrée sur la métaphore d'un fluide en mouvement. Les conclusions auxquelles il aboutit lui permettent de donner quelques propositions visant à faciliter l'enseignement de certaines notions en électrocinétique et en particulier de la notion de potentiel électrique.

Les deux articles cités ci-dessous sont issus de cette thèse. Ils mettent en évidence l'importance d'un schéma dans la conduite d'un raisonnement en électrocinétique. Dans les expériences qui y sont présentées, il est demandé à des élèves de lycée et à des étudiants de trouver quel circuit électrique correspond au principe du va et vient (dispositif de commande d'une ampoule à partir de deux commutateurs). Il est trouvé que les élèves ne parviennent pas à la solution sans aide ou avec l'aide d'une manipulation spontanée du matériel nécessaire à la réalisation du montage. Par contre, l'aide de schémas qui ne fournissent pas la solution du problème mais orientent l'attention de l'élève vers les données générales qui permettent de maîtriser la tâche (il est donné aux élèves des schémas comportant des erreurs à modifier pour parvenir au bon schéma) facilite la compréhension de ce qui est attendu et permet d'atteindre la solution surtout lorsque l'aide des schémas s'accompagne d'une possibilité de manipulation spontanée du matériel.

JOSHUA (S.) - Effets comparés de la présence et de l'absence d'un schéma dans la conduite d'un raisonnement électrocinétique, **Bulletin de l'Union des Physiciens**, 1984, 660, 523-530.

Un autre article, du même auteur, sur le même sujet, est paru en 1984.

JOSHUA (S.) - L'effet facilitateur du langage schématique en physique : un exemple en électrocinétique, dans GIORDAN (A), MARTINAND (J.L.) - **Signes et discours dans l'éducation et la vulgarisation scientifique**, Actes des sixièmes journées internationales sur l'éducation scientifique, Paris, 1984, 89-95 (Université de Paris VII, UER de Didactique des Disciplines).

ARNAUD (P.) - Schémas et représentations en chimie dans leur rapport à la didactique, dans GIORDAN (A.), MARTINAND (J.L.)- **Signes et discours dans l'éducation et la vulgarisation scientifique**, Actes des sixièmes journées internationales sur l'éducation scientifique, Paris, 1984, 107-115 (Université de Paris VII, UER de Didactique des disciplines).

Une réflexion théorique sur la fonction didactique du schéma montre que celui-ci évolue progressivement vers un langage technique où l'information est de plus en plus dense et où la représentation des situations expérimentales est de moins en moins réaliste pour devenir une "figuration simplifiée", fonctionnelle et modélisante du "réel". Mais le schéma a aussi la fonction de faciliter la représentation imagée. Cela se constate en particulier dans la représentation de concepts abstraits où il joue un rôle métaphorique, analogique.

ROGET (J.) - Représentations symboliques et schématiques dans les études de génie chimique et la formation des ingénieurs et des techniciens de l'industrie chimique, dans GIORDAN (A.), MARTINANT (J.L.) - **Signes et discours dans l'éducation et la vulgarisation scienti-**

**fique**, Actes des sixièmes journées internationales sur l'éducation scientifique, Paris, 1984, 97-106 (Université de Paris VII, UER de Didactique des disciplines).

L'auteur montre que la compréhension chez l'adulte d'un procédé d'entraînement à la vapeur d'eau de l'alcool décyclique en vue de sa purification par distillation nécessite, au niveau de la réalisation de l'opération par le chimiste, un schéma descriptif donnant une représentation imagée de l'appareillage de laboratoire. Mais lorsqu'il s'agit d'utiliser les principes sur lesquels il est fondé pour améliorer le rendement de l'opération, l'expression de l'interaction et la résolution du problème de rendement sont facilitées par un schéma explicatif.

**VEZIN (J.F.) - Complémentarité du verbal et du non verbal dans l'acquisition de connaissances**, Paris, CNRS, 1980.

L'ouvrage est une contribution au problème de l'adaptation des procédés non verbaux aux buts de l'enseignement et aux besoins d'information de ceux à qui cet enseignement est destiné. Il débute par une revue des principaux travaux dans ce domaine en se centrant sur un aspect essentiel de l'acquisition des connaissances où le verbal et le non verbal sont particulièrement complémentaires : l'aide apportée à la vue d'ensemble. Plusieurs représentations schématiques peuvent exprimer une même connaissance. Il est important d'avoir des critères permettant de guider le choix en fonction de l'apport de tel ou tel schéma. Cela conduit, au-delà d'une caractérisation de ces schémas, à rechercher leur rôle dans la transmission des connaissances. C'est ainsi que l'ouvrage étudie l'apport du schéma dans une vue d'ensemble s'accompagnant d'une représentation imagée des connaissances : rôle du schéma descriptif ou explicatif, plus ou moins concret, de synthèse ou décomposé chez des adultes spécialistes et non spécialistes d'une matière et chez des enfants de premier cycle d'enseignement secondaire, en fonction de l'apport informationnel des

énoncés du texte, dans la mise en relation de schémas et d'énoncés et leur organisation ainsi que dans la résolution de problème. Il a été montré que dans une tâche de sélection de schémas soit descriptifs, soit explicatifs, la préférence est donnée aux schémas descriptifs ; et ces schémas descriptifs permettent une meilleure maîtrise de tâches de mise en correspondance entre schémas et énoncé et de tâches de résolution de problème où la représentation imagée est importante. L'utilisation de schémas de synthèse conduit à une intensification généralisée de l'activité d'étude et à une meilleure maîtrise des tâches de résolution de problème. Il a ainsi été mis en évidence la nécessité de distinguer différentes caractéristiques du schéma répondant à différents besoins d'information ; ainsi un schéma de synthèse et descriptif répond à un besoin d'une représentation imagée d'une interrelation de données.

**Jean-François VEZIN**