

SCHÉMATISATION ET ACQUISITION DES CONNAISSANCES

par J.-Fr. VEZIN

Une revue des recherches concernant l'apport des schémas figuratifs dans la transmission d'informations scientifique, a conduit à caractériser ces schémas et à distinguer des types de schéma et leurs fonctions dans la transmission de connaissances scientifiques, répondant à des objectifs différents.

La transmission de connaissances scientifiques s'appuie dans la plupart des cas sur une expression non verbale accompagnant l'expression verbale. Et, lorsqu'il s'agit d'aider le lecteur à parvenir à une vue d'ensemble, cette expression non verbale concerne une interrelation de notions, de caractéristiques présentées de telle façon qu'apparaisse ce qui a la valeur de généralité ; il s'agit dans ce cas de schémas. Le schéma est ainsi une modalité d'expression courante non seulement dans les manuels scolaires ou universitaires mais aussi dans les ouvrages de vulgarisation scientifique, les expositions, les musées. Il est important que cette utilisation fréquente du schéma s'accompagne d'une connaissance de ses caractéristiques en fonction des objectifs à atteindre (Leplat et Hoc, 1983) et cela d'autant plus que l'information

s'adresse à des lecteurs non spécialisés donc plus sensibles à l'obstacle que peut créer un schéma mal adapté au but fixé. Nous nous proposons, en nous appuyant sur les recherches effectuées dans ce domaine, de caractériser ces schémas et leurs fonctions dans la transmission de connaissances scientifiques.

I. - VALEUR DE GÉNÉRALITÉ DU SCHÉMA

Le schéma figuratif est une représentation figurée d'une connaissance utilisant formes, dimensions et positions pour ne reproduire que les caractéristiques valables pour une catégorie d'objets ou de phénomènes (J.F. Vezin, 1972).

Lorsque nous parlerons de schéma par la suite nous désignerons le schéma figuratif, modalité d'expression non verbale et non le schéma cognitif qui est une représentation interne ayant valeur de généralité et pouvant avoir pour support un schéma figuratif. Cette représentation interne, préexistante, peut influencer la lecture du schéma. Par exemple dans le cas d'un schéma technique, elle influence l'identification du mouvement des pièces et la compréhension des formes et de relations entre les pièces : Rabardel (1980, 1982, 1984) montre qu'une représentation préexistante d'un 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 manœuvre de celui-ci.

Le schéma est une représentation figurée. Il se présente comme une expression non verbale. Il est donc nécessaire de le situer non seulement par rapport au schéma cognitif mais aussi par rapport à une expression non verbale accompagnant souvent un texte : le dessin illustratif.

Le schéma a une valeur de généralité, c'est-à-dire qu'il ne représente que les caractéristiques générales valables pour une catégorie d'objets ou de phénomènes. Cela le distingue du dessin illustratif qui représente un cas particulier. Le dessin illustratif montre les caractéristiques générales faisant l'objet de l'apprentissage, coordonnées à un ensemble de propriétés non caractéristiques de la catégorie ; il montre ainsi un objet de la catégorie dans sa particularité, permet de distinguer un objet (ou un ensemble d'objets) de la catégorie par rapport à d'autres (L. Vezin, 1986). Dans le schéma, ces propriétés non caractéristiques de la catégorie à apprendre sont évitées. Ainsi pour montrer la position des feuilles sur une branche, un schéma n'aura pas besoin de

figurer l'aspect de l'écorce de la branche ou les fleurs qui y sont rattachées. Un dessin illustratif au contraire pourra montrer comment s'insèrent les caractéristiques à apprendre (position des feuilles) dans un ensemble de données ne concernant pas l'apprentissage (écorce, fleurs...). Le schéma évite donc toute représentation de donnée extérieures à l'apprentissage en cours. Il centre l'attention sur l'interrelation des données à apprendre. Le schéma permet de donner une expression non verbale de ce qui fait l'objet de l'apprentissage en centrant l'attention sur l'essentiel. Ainsi, il a été mis en évidence (Dwyer, 1971) que l'apprentissage d'une leçon sur le fonctionnement cardiaque est meilleur lorsque l'expression non verbale accompagnant le texte est constituée de schémas montrant les données à apprendre et leurs relations plutôt que de dessins illustratifs détaillés.

Le schéma permet non seulement un meilleur apprentissage des connaissances présentées mais, parce qu'il centre sur l'essentiel, il conduit au-delà d'une capacité de reproduction de ce qui vient d'être appris, à une capacité de transfert à d'autres données. Le schéma oriente l'activité d'étude vers les caractéristiques générales valables pour un ensemble d'objets ou de phénomènes. Il est *comme le schème* (qui est pour Piaget et Inhelder, 1968, un instrument cognitif de généralisation) un instrument de généralisation. Mais le schéma est une expression figurative pouvant être présentée, visible. Le schéma figuratif n'est pas une forme visible du schéma cognitif, d'un ensemble de schémas qu'aurait intériorisés l'élève. Il apporte une aide à la construction de schémas (Kastenbaum, 1979). Ainsi Moreau (1973-1980) a montré qu'un schéma intériorisé peut servir de support figuratif à la mise en œuvre de schémas en améliorant la mémorisation et la structuration des données à apprendre. Le schéma, en montrant sous forme figurative les relations essentielles et leur interaction apporte à des données ayant valeur de généralité un support visuel rendant plus facile l'apprentissage et l'utilisation de ces données. Cela se constate, par exemple, dans l'apprentissage d'une méthode de démonstration en mathématiques par des élèves de dix à douze ans où seul le recours à un schéma a permis un apprentissage de la méthode et un transfert de celle-ci à des données différentes de celles de l'apprentissage (J.F. Vezin, 1970a).

Joshua (1984) souligne l'importance d'un schéma dans la conduite d'un raisonnement en électrocinétique. Il met en évidence que le schéma n'agit pas seulement en montrant la solution du problème mais en orientant l'attention de l'élève vers les données qui permettent de maîtriser la tâche. Ainsi il demande à des élèves de second cycle de lycée de trouver quel circuit électrique correspond au principe du va et vient (dispositif de commande d'une ampoule à partir de deux commutateurs). Il

trouve 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 si cette possibilité de réalisation pratique du montage s'accompagne d'un schéma même incorrect en ce qui concerne l'insertion des commutateurs, et donc ne donnant pas la solution du problème mais orientant vers le type de montage attendu, les élèves parviennent à la solution. Le schéma facilite un recul par rapport à la situation matérielle présentée en apportant une orientation générale de l'attention.

Les recherches dont nous venons d'indiquer les résultats montrent que le schéma favorise la sélection de l'information, c'est-à-dire qu'il attire l'attention de l'élève *sur l'essentiel, sur l'interaction des données essentielles à apprendre* (méthode de démonstration et transfert de cette méthode, raisonnement en électrocinétique...). Cette fonction de sélection de l'information est liée à la valeur de généralité du schéma. Une étude de l'évolution (du début du siècle à nos jours) de l'expression par un schéma d'un même montage électrique (Cuny, 1981) montre que cette expression tend vers une suppression de ce qui pourrait en gêner la lecture dans sa valeur de généralité. Cette fonction de sélection s'exerce dès la lecture du texte correspondant au schéma.

Le schéma aide la sélection de l'information exprimée par les énoncés du texte. Parmi les énoncés, les énoncés clefs donnent les informations générales auxquelles sont rattachés d'autres éléments d'information (exemples, annexes, paraphrases...). Une vue d'ensemble du texte suppose la mise en évidence des énoncés clefs. Cette mise en évidence s'appuie sur les relations logiques ou contextuelles entre les énoncés. Elle peut s'appuyer aussi, pour aider ces relations entre énoncés, sur les schémas. Le schéma, en mettant en valeur des données générales, peut ainsi apporter un contexte non verbal qui aide à organiser la lecture autour des énoncés clefs, à effectuer une sélection de ceux-ci (L. Vezin, 1979). Cette aide peut intervenir dès le début de l'apprentissage pour orienter les mises en relation entre énoncés ou après un certain temps d'apprentissage pour confirmer ou infirmer une première sélection d'énoncés effectuée par le sujet. L'aide que les schémas apportent à la mise en relation entre les énoncés et la capacité finale acquise nécessite tout d'abord que la mise en relation entre les schémas et les énoncés soit effectuée. Cette mise en relation peut s'effectuer par une mise en correspondance par paire énoncé schéma où chaque énoncé est confronté aux schémas qui peuvent lui correspondre ou par une organisation d'ensemble d'énoncés sans que la mise en correspondance soit systématiquement effectuée au niveau de chaque énoncé. Il a été montré (J.F. Vezin, 1985) que ces deux modalités de mise en correspondance de schémas

et d'énoncés favorisent des capacités différentes : chez des élèves de début de premier cycle de lycée : 1) l'organisation d'ensemble facilite la résolution de problème dans une situation où, pour maîtriser la tâche, il est possible de s'appuyer sur l'appréhension d'une vue d'ensemble du schéma ; 2) la mise en correspondance par paire est plus efficace dans les cas où, pour résoudre le problème, l'élève, ne pouvant s'appuyer sur une vue d'ensemble, doit uniquement s'appuyer sur les différentes données considérées séparément. Cela met en évidence que, l'aide apportée par le schéma à une lecture du texte centrée sur les énoncés clefs, dépend non seulement du fait qu'il y ait eu mise en relation entre verbal et non verbal, mais aussi de la manière dont cette mise en relation a été effectuée.

Le schéma aide aussi la sélection des informations exprimées par les dessins illustratifs du texte en cours de l'apprentissage, ou par les données non verbales d'un problème à résoudre après acquisition de la connaissance. Il permet de lire les données particulières présentées par un dessin illustratif (exprimant un cas particulier) en se référant à un modèle non verbal intériorisé, et de voir ainsi dans ce cas particulier un objet de la catégorie générale représentée par le schéma. Le schéma facilite ainsi l'identification et la classification d'objets ou de phénomènes. Il a ainsi été montré que, dans l'apprentissage de différents types d'inflorescences, la comparaison d'un groupe d'élèves (début de premier cycle de lycée) ayant eu un enseignement seulement verbal et d'un groupe d'élèves ayant eu des schémas met en évidence que seuls les élèves ayant eu des schémas réussissent mieux qu'un groupe contrôle (sans apprentissage : ni verbal ni schéma) à des tâches d'identification et de classification d'inflorescences présentées sous formes de dessins illustratifs (J.F. Vezin, 1970b). Dans certains cas (cas d'un dessin complexe, d'une matière difficile pour le niveau des élèves), un schéma intériorisé ou présent à côté du dessin illustratif ne suffit pas à aider la lecture du dessin et il apparaît nécessaire de rendre plus prégnantes les caractéristiques générales dans le dessin particulier afin de faciliter la lecture de celui-ci en tant qu'individu d'une catégorie représentée par le schéma. L'utilisation de procédés de centration dans le dessin illustratif consistant en une surimpression en caractères gras du schéma sur le dessin illustratif permet de faciliter cette lecture. Ainsi Melot et Corroyer (1979) ont montré que l'utilisation de tels procédés de centration permettait une meilleure performance dans une épreuve de constitution de légendes de schémas, chez des enfants de premier cycle de lycée. Cela montre l'importance de cette expression figurative générale apportée par le schéma dans l'aide à la lecture d'un dessin illustratif.

Mais il apparaît que, même lorsqu'ils sont invités à utiliser une représentation schématique générale, dépouil-

lée de détails particularisant ce qui est exprimé, les élèves ont tendance à ajouter à la représentation générale certains des détails qu'ils ont observés dans un cas particulier. Ainsi Kastebaum (1984) montre que des élèves de 6^e, invités à utiliser un schéma type proposé par l'enseignant pour représenter un montage électrique qu'ils viennent de réaliser (circuit électrique comportant pile, fils, ampoule), ajoutent spontanément des détails en rapport avec le montage particulier qu'ils ont réalisé : la marque de la pile, l'épaisseur des lames de la pile, le filetage de l'ampoule — c'est-à-dire les spires qui permettent le vissage de l'ampoule... Cela montre le besoin d'ancrage des données générales présentées par le schéma dans une situation plus proche de ce qui est observé, de ce qui est familier. L'enseignant doit tenir compte de ce besoin en faisant le lien symbole par symbole entre la donnée particulière observée et le symbole général qui en exprime l'essentiel, en entraînant l'enfant à sélectionner dans un cas particulier ce qui relève de la catégorie générale.

II. - OBJECTIF DE L'ENSEIGNEMENT ET TYPE DE SCHEMA

Nous venons de voir que le schéma a, de par sa valeur de généralité, une fonction de sélection de l'information correspondant à un besoin de distinguer, dans le texte et dans les dessins illustratifs, les informations clefs autour desquelles s'organisent des informations moins générales (exemples) ou plus secondaires (annexes). Nous avons vu que dans ce cas les recherches montrent l'efficacité d'un schéma dépouillé de tout élément non centré sur les caractéristiques à apprendre. Mais un examen des manuels d'enseignement montre que l'expression figurative accompagnant le texte ne peut se limiter à une dichotomie schéma réduit à l'essentiel — dessin illustratif comportant de nombreux détails spécifiques particuliers. Cette expression figurative comprend aussi des schémas (c'est-à-dire des représentations ne reproduisant que les caractéristiques valables pour une catégorie d'objet ou de phénomènes) de types différents (J.F. Vezin, 1984, J.F. et L. Vezin, 1984). En d'autres termes, on s'aperçoit que si le schéma s'oppose au dessin illustratif par sa valeur de généralité, celle-ci s'exprime dans la pratique selon des modalités différentes. Ces types de schémas ne sont-ils que des variantes liées à des contraintes de construction ou à une volonté de rendre plus attrayante l'expression non verbale ou correspondent-ils à une réponse au besoin d'information de l'élève ?

A - Appréhension d'ensemble

Les recherches sur le schéma ont montré que la fonction de sélection n'est pas la seule fonction du

schéma. Le schéma ne permet pas seulement une sélection de l'information, il permet une appréhension d'ensemble de données exprimées successivement dans le texte. Cette valeur synoptique du schéma permet de voir les données dans leurs interrelations. En effet, un sujet appréhende prioritairement la structure globale d'un schéma (Navon, 1977). Cette interrelation ne peut concerner qu'un nombre restreint de données correspondant à un énoncé du texte ou peut concerner un ensemble d'énoncés. Cela conduit à distinguer des schémas de base et des schémas de synthèse. Ainsi cette appréhension d'ensemble que favorisent tous les schémas peut conduire à une synthèse de l'information donnée par un ensemble d'énoncés, ou au contraire conduire à une construction de l'interrelation de proche en proche, suivant l'objectif de l'enseignement. Un schéma de synthèse présente en un seul ensemble plus de données que chacun des schémas de base correspondants. Mais il est plus complexe et plus distant du texte que chacun des schémas de base correspondants puisqu'il suppose une représentation globale de ce qu'expriment plusieurs énoncés où l'apport de chacun est considéré en fonction de l'ensemble. Mialaret (1967) a montré que des élèves de premier cycle de lycée ont certaines difficultés à construire d'emblée un schéma de synthèse rendant compte de l'ensemble des données d'un problème exprimées verbalement. Ils construisent plutôt deux schémas de base successifs. Les élèves ont à traduire par un schéma le texte du problème suivant : « Un propriétaire échange la moitié d'un terrain contre une maison et il doit verser en plus 300 000 francs. S'il avait échangé le terrain entier contre la même maison il aurait dû recevoir 60 000 francs. Quel est le prix du terrain et quel est celui de la maison ? ». La majorité des enfants qui répondent correctement construisent spontanément deux schémas de base successifs (le premier schéma de base représentant la première phrase et le deuxième schéma de base représentant la deuxième phrase) et non un schéma de synthèse. Très peu parviennent à réunir ces deux schémas de base en un schéma de synthèse.

Le schéma de base, s'il ne permet pas de voir en une même appréhension la totalité des données, a l'avantage d'être plus proche du verbal, de montrer plus directement la correspondance des énoncés et des schémas. Il a une fonction de facilitation de la mise en correspondance du verbal et du non verbal. Et cette fonction est très importante étant donné les difficultés qu'enfants et adultes ont à mettre en correspondance les énoncés verbaux et leur représentation graphique. On constate en effet fréquemment une indépendance entre d'une part la reproduction d'une connaissance par une expression figurative (schéma) et d'autre part sa reproduction par une expression verbale. Ainsi, Edmonds et Evans (1966) ont constaté que des adultes ayant appris à reconnaître dans des

dessins de cas particulier le schéma qui les regroupe en une même catégorie et capables d'utiliser cette connaissance dans une tâche de reproduction de dessins ne sont pas capables de dire verbalement les caractéristiques qu'exprime de façon figurative le schéma. De même J.F. Vezin (1970b) a montré que des élèves de début de premier cycle de lycée peuvent être capables de classer correctement des dessins d'inflorescences selon les indications fournies par un schéma qu'ils ont appris sans pouvoir donner une définition verbale du type d'inflorescence ainsi mis en évidence. Et il a été montré par ailleurs (Aubret 1981a et b) que des élèves (premier cycle de lycée) devant décrire certaines parties d'un schéma utilisent fréquemment des mots qui ne permettent pas à une tierce personne de reconnaître de quoi il s'agit. Il est donc important de ne pas se contenter de juxtaposer schémas et énoncés, mais d'inciter les lecteurs à les mettre en correspondance, à ce que verbal et non verbal ne soient pas appris séparément, mais de façon complémentaire, en montrant par des schémas de base, la correspondance entre chaque énoncé et leur expression non verbale. Le schéma de base plus proche du verbal permet une compréhension immédiate de ce que le schéma apporte. Il est ainsi possible de représenter les énoncés verbaux du texte par plusieurs schémas de base successifs lorsque le besoin d'informations concerne la construction de l'interrelation de proche en proche, lorsque le domaine conceptuel présente une structuration que l'expression verbale rend insuffisamment pour le lecteur qui n'a pas à sa disposition les outils nécessaires pour une intégration permettant une mise en relation d'un ensemble d'énoncés et de leur expression figurative synthétique. Dans ce cas plusieurs schémas de base apporteront une aide plus adaptée qu'un schéma de synthèse. Le besoin d'informations peut au contraire concerner plutôt l'interrelation d'ensemble et conduire à proposer un schéma de synthèse.

Il est important de souligner que ces deux cas (succession de schémas de base ou schéma de synthèse) ne sont pas exclusifs, qu'un schéma de synthèse peut suivre la présentation des différents schémas de base. Mais ce schéma de synthèse ne peut, sous prétexte qu'il contient les schémas de base, éviter la présentation de ceux-ci lorsque le besoin d'information concerne la construction de l'interrelation de proche en proche. Il est cependant bien entendu possible de présenter la coordination des schémas de base dans un schéma de synthèse ou chaque schéma de base serait immédiatement repérable par le lecteur (par exemple par une couleur spécifique à chaque schéma de base) et de pouvoir ainsi donner d'emblée le schéma de synthèse en demandant au lecteur de regarder les schémas de base l'un après l'autre au fur et à mesure de son apprentissage, avant de regarder leur coordination.

Le schéma de synthèse facilite la mise en évidence de l'interrelation d'un nombre important de données correspondant à plusieurs énoncés du texte, dans certains cas à la totalité du texte. Il répond à un besoin de coordination d'une grande quantité d'information ; chaque information étant alors vue comme un élément de l'ensemble. Il regroupe plusieurs schémas de base. Cela requiert une coordination, une mise en relation de ces schémas de base et non leur juxtaposition ou leur assimilation. Un schéma de synthèse n'est pas la juxtaposition des schémas de base correspondants qui seraient simplement regroupés en une même page pour permettre une récapitulation de ce qui a été appris. Le schéma de synthèse coordonne les schémas de base en un ensemble unifié, chaque schéma de base devenant une partie du schéma de synthèse, une ou plusieurs de ses relations avec les autres schémas de base étant explicitement mentionnées. Cette mise en relation des schémas de base en un schéma de synthèse peut parfois nécessiter de ne pas reproduire dans le schéma de synthèse une partie d'un schéma de base déjà donnée dans un autre schéma de base connexe. Mais cette coordination n'est pas une assimilation en un ensemble où les informations de base ne pourraient être retrouvées. Elle est mise en relation de données que l'on doit pouvoir retrouver dans le schéma de synthèse. Cette mise en relation peut être représentée de telle façon que chaque schéma de base soit figuré comme un bloc sans que les données qui les constituent soient détaillées afin de faire ressortir les relations principales, Chabal (1984a et b) montre comment un tel schéma par bloc permet de montrer, dans un mécanisme, le fait cinétique sans rentrer dans l'exhaustivité de la réalisation technique qui le permet. Cela est important lorsque l'apprentissage ne concerne que le fait cinétique et non les solutions techniques qui le réalisent. Mais lorsque l'apprentissage concerne la totalité des données de base (par exemple à la fois le fait cinétique et sa réalisation technique) le schéma de synthèse doit à un moment donné montrer l'ensemble des données dans leur intégralité. Il peut ensuite être donné un schéma de synthèse par bloc soit séparément du schéma de synthèse où apparaît l'intégralité des pièces, soit par surimpression par exemple en utilisant une couleur différente sur le document original ou sur un calque superposé (Chabal 1984 a et b).

Le schéma de synthèse favorise la mise en relation entre les données et donc l'intensification de l'activité d'étude. J.F. Vezin (1980 chap. 3) montre que l'utilisation de schémas de synthèse par l'adulte conduit à une intensification généralisée de l'activité d'étude. Le temps d'exploration du schéma est supérieur non seulement pour les schémas de synthèse eux-mêmes (ce qui signifie simplement que le sujet adapte son temps d'étude à la complexité du schéma) mais aussi pour les schémas de

base que rencontre par la suite le sujet dans son apprentissage de la connaissance. En d'autres termes le fait d'avoir des schémas de synthèse n'entraîne pas seulement des adaptations ponctuelles à la complexité des figures présentées mais entraîne de façon générale un éveil de l'activité d'étude pendant tout l'apprentissage, y compris lorsque le schéma présenté ensuite est un schéma de base. Cette intensification de l'activité d'étude au cours de l'apprentissage conduit à une meilleure maîtrise de tâches de résolution de problème : la résolution de problème est mieux réussie lorsque les sujets ont disposé au cours de l'apprentissage de schémas de synthèse que lorsqu'ils n'ont eu que des schémas de base (J.F. Vezin 1980, chap. 3). Le schéma de synthèse exprime un ensemble important d'informations et leur interrelation. Il permet de voir en une même appréhension davantage de données et de les traiter comme un ensemble dont la cohésion est exprimée de façon figurative et qu'il est possible de garder en mémoire sous cette forme imagée. On peut donc penser que cette image mentale exprimant l'interrelation d'un nombre important de données en une figure unifiée à une fonction d'économie cognitive (Denis 1982). Et parce qu'il montre les relations entre les données en un même ensemble dont l'unité apparaît comme une forme pouvant être retenue en tant que telle, il facilite la mémorisation. Cette fonction d'allègement de la charge mnémotique est très importante non seulement dans la rétention des données apprises mais aussi dans leur traitement lorsque le schéma doit être utilisé mentalement. Ainsi, le schéma facilite non seulement le traitement des données et leur organisation mais aussi la récupération des données apprises en procurant des directions de recherche.

B - Représentation imagée

Si le schéma facilite la sélection de l'information clef et conduit à une vue d'ensemble de l'interrelation des données, il le fait avec des formes, dimensions, positions. Le schéma qui est, le plus souvent, présenté complémentaiement à un texte et accompagné d'une légende verbale, a une apparence d'objet figuré qu'il est possible de reconnaître ensuite sans l'aide de l'expression verbale correspondante. Cela montre le rôle que peut avoir un schéma dans la représentation imagée de l'information qu'il transmet. Il a été mis en évidence que tous les schémas ne sont pas équivalents dans cette facilitation d'une représentation imagée et qu'il est donc important de distinguer des types de schémas qui rendent compte des différences constatées. Pour cela nous nous appuyons sur une variable mise en évidence par de nombreuses recherches dans des domaines de connaissance différents (technologie, sciences naturelles...) et dont le rôle s'est montré important : l'isomorphisme du schéma et de la structure spatiale des objets dont le schéma repré-

sente la catégorie (Weil Fassina, 1973). Lorsque le schéma exprime les caractéristiques de la catégorie en mettant en valeur plutôt l'apparence, l'isomorphisme entre schéma et objets de la catégorie est important ; le schéma est descriptif. Ainsi, dans un schéma de mécanisme, l'homologie de configuration entre schéma et objets est importante. Un schéma descriptif met en évidence les caractéristiques telles qu'elles apparaissent effectivement tandis qu'un schéma explicatif met en évidence le principe sous-jacent. Le schéma descriptif permet de rapporter les données théoriques à la représentation imagée qui s'appuie sur lui.

Le schéma descriptif répond à la fonction importante de médiation entre la formulation d'un concept abstrait et la constitution d'une représentation mentale de ce concept (Arnaud, 1984). Cette fonction du schéma descriptif correspond à un besoin de celui qui reçoit la connaissance. Ainsi, dans une tâche de sélection de schémas soit descriptifs soit explicatifs, chez des adultes, la préférence est donnée aux schémas descriptifs (J.F. Vezin 1980, chap 2). Ce besoin de traduire par une image mentale ce qui est compris ne correspond pas seulement à un besoin de satisfaire une curiosité ou à un souci esthétique. Le schéma descriptif n'est pas un apport superflu ; il permet à l'élève de disposer d'un outil d'évaluation de sa compréhension. Il a en effet été montré (J.F. Vezin 1980, chap 3 et 4) que, si l'on compare l'efficacité de schémas descriptifs et de schémas explicatifs, chez des adultes et chez des élèves de premier cycle de lycée, les schémas descriptifs permettent une meilleure compréhension des liens entre énoncés de types différents (entre des énoncés généraux et les exemples correspondants) et des liens entre schémas et énoncés généraux ainsi qu'une meilleure reproduction de mémoire des schémas et une meilleure réussite à une tâche de jugement de conformité ou de non conformité (dessins comportant des erreurs) de dessins de rameaux représentant des cas particuliers des schémas généraux.

Mais cela ne doit pas conduire à l'utilisation systématique de schémas descriptifs aux dépens de schémas explicatifs. Si le schéma descriptif favorise la représentation imagée, la reconnaissance d'une caractéristique dans un objet, le schéma explicatif peut aider la compréhension de l'interaction de principes lorsque le besoin est davantage de comprendre une interaction que de s'appuyer sur une représentation imagée. Roget (1984) 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.

Le schéma explicatif n'est pas seulement un schéma plus adapté à l'expression d'une interaction et de son utilisation, il est un langage figuratif de spécialité qu'utilisent entre elles les personnes d'une même discipline ou d'un même domaine de recherche (Jacobi, 1984), habituées à une structuration des connaissances à partir des principes sans nécessiter une représentation imagée pré-nant appui sur l'apparence (Caillot, 1984). Le schéma explicatif montrant l'interaction des données peut servir d'instrument d'analyse et se prête davantage à des modifications de la part de l'utilisateur (Cuny et Boyé, 1981). Il peut ainsi servir de support d'un raisonnement portant sur l'interaction des données et la découverte de nouvelles relations ; il facilite les productions originales. Il suppose l'acquisition d'une compétence spécialisée, mais lorsque cette compétence est acquise, il facilite un balayage rapide des différentes données et de leurs relations : Cuny et Boyé (1981) montrent que des schémas de ce type utilisés par des élèves d'enseignement professionnel rendent plus aisés le diagnostic et l'intervention sur une installation électrique en panne que des schémas apportant une représentation imagée du support technologique correspondant, en apportant un guidage au raisonnement et évitant ainsi le tâtonnement.

III. - CONCLUSION

Le schéma est une modalité d'expression non verbale utilisée complémentirement à l'expression verbale et pouvant acquérir une autonomie par rapport à celle-ci. Le schéma n'est pas seulement un moyen de mieux faire acquérir ce qui est exprimé par le verbal. Les schémas ont des fonctions qui leur sont propres et qui répondent à des objectifs difficilement atteints par le verbal. Cela conduit à ce que, dans une situation pédagogique, le schéma utilisé réponde à un objectif bien précis (sélection d'informations, interrelation d'un grand nombre de données, représentation imagée...) et non à la simple volonté de faire mieux apprendre. Le schéma devient alors un moyen de communication parmi les autres moyens utilisés (verbal, autres modalités non verbales), chacun répondant à un objectif qui lui est propre.

Considérer le schéma comme un moyen d'expression autonome, ayant des fonctions qui lui sont propres dans la communication, c'est non seulement éviter que celui-ci soit vu comme une aide globale à l'apprentissage sans spécification d'objectifs, mais aussi éviter le piège du parallélisme : le texte est appris pour lui-même puis le schéma est appris pour lui-même comme une seconde

manière d'exprimer la connaissance, par ailleurs exprimée indépendamment par les énoncés. Énoncé et schéma sont deux modalités d'expression qui contribuent complémentarément à faire comprendre et retenir ce qui fait l'objet de l'apprentissage. Cela amène l'enseignant à apprendre à l'élève à lire un schéma, d'une part, bien sûr, dans le but d'un *décolage correct de la signification* de celui-ci, mais aussi dans sa complémentarité avec le verbal. Il s'agit d'apprendre à l'élève à trouver les liens entre schémas et énoncés : qu'est-ce qui dans le texte se rapporte au schéma, quels énoncés le schéma exprime.

L'élève est ainsi amené à apprendre à se rendre compte de ce que les types d'énoncés du texte (énoncés

généraux, exemples...) et les types de schémas (schémas descriptif, explicatif, ...) lui apportent et de son propre besoin au moment où il apprend. Apprendre une connaissance c'est d'abord apprendre à se servir des modalités d'expression au travers desquelles celle-ci est présentée afin de répondre de façon adaptée à ses propres besoins d'information. Cela contribue à aider l'enfant à avoir une responsabilité dans son acquisition d'une connaissance, en tant que personne créée responsable de ce qu'elle entreprend.

Jean-François VEZIN

Université de Paris V
Laboratoire de psychologie génétique

Bibliographie

- ARNAUD P. — Schémas et représentations en chimie dans leurs rapports à la didactique, in GIORDAN A., MARTINAND J.L., *Signes et discours dans l'éducation et la vulgarisation scientifique*, Actes des sixièmes journées internationales sur l'éducation scientifique, Chamonix, 1984, 107-115.
- AUBRET J. — *L'Hypothèse d'économie dans les conduites langagières de communication*, Thèse de Doctorat de 3^e cycle, Université René Descartes, Paris, 1981a.
- AUBRET J. — Approche psychologique d'un corpus linguistique recueilli en situation de communication, *Humanisme et Entreprise*, 1981b, 127, 1-14.
- CAILLOT M. — La résolution de problèmes de physique : représentations et stratégies, *Psychologie Française*, 1984, 29, 3-4, 257-262.
- CHABAL J. — Représentation schématique d'objets techniques à dominante mécanique, Paris, INRP, 1984a.
- CHABAL J. — Représentation schématique d'objets techniques à dominante mécanique, in GIORDAN A., MARTINAND J.L., *Signes et discours dans l'éducation et la vulgarisation scientifiques*, Actes des sixièmes journées internationales sur l'éducation scientifique, Chamonix, 1984b, 431-440.
- CUNY X. — *La fonction sémiologique dans le travail, l'élaboration et l'utilisation des systèmes non verbaux chez l'adulte*, Bordeaux, Thèse, 1981.
- CUNY X., BOYE M. — Analyse sémiologique et apprentissage des outils-signes : l'apprentissage du schéma d'électricité, *Communications*, 1981, 33, 103-141.
- DENIS M. — Représentation imagée et résolution de problème, *Revue Française de Pédagogie*, 1982, 60, 19-29.
- DWYER F.M. — Color as an instructional variable, *Audiovisual Communication Review*, 1971, 19, 399-416.
- EDMONDS E.M., EVANS S.H. — Schema learning without a prototype, *Psychonomic Science*, 1966, 5, 247-248.
- JACOBI D., TONUCCI F. — Figurabilité des concepts dans le discours de vulgarisation scientifique, in GIORDAN A., MARTINAND J.L., *Signes et discours dans l'éducation et la vulgarisation scientifiques*, Actes des sixièmes journées internationales sur l'éducation scientifique, Chamonix, 1984, 209-215.
- JOHNSON S. — L'effet facilitateur du langage schématique en physique : un exemple en électrocinétique, in GIORDAN A., MARTINAND J.L., *Signes et discours dans l'éducation et la vulgarisation scientifiques*, Actes des sixièmes journées internationales sur l'éducation scientifique, Chamonix, 1984, 89-95.
- KASTENBAUM M. — Les schémas des manuels scolaires : difficultés et diversité des prescriptions et des analyses, *Enfance*, 1979, 2, 159-167.
- KASTENBAUM M. — Le schéma figuratif dans l'enseignement de la physique en sixième, *Revue Française de Pédagogie*, 1984, 68, 27-38.
- LEPLAT J., HOC J.M. — Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations, *Cahiers de Psychologie Cognitive*, 1983, 3, n° 1, 49-63.
- MELOT A.M., CORROYER D. — Utilisation de procédés de centration dans les schémas, mode de présentation de l'information verbale et apprentissage in VEZIN J.F., *Complémentarité du verbal et du non verbal dans l'information scientifique*, ATP 2692 du CNRS, 1979, 162-215.
- MIALARET G. — *L'Apprentissage des mathématiques*, Bruxelles, Dessart, 1967.
- MOREAU A. — Le rôle du schéma dans l'apprentissage et l'évocation d'une tâche verbale, *Année Psychologique*, 1973, 73, 521-533.
- MOREAU A. — *Schémas, schèmes et activités mnémoniques*, Paris, CNRS, 1980.
- NAVON D. — *Forest before trees: the precedence of global features in visual perception*, *Cognitive Psychology*, 1977, 9, 353-383.
- PIAGET J., INHELDER B. — *Mémoire et intelligence*, Paris, Presses Universitaires de France, 1968.
- RABARDEL P. — *Contribution à l'étude de la lecture du dessin technique*, Paris, Thèse, 1980.
- RABARDEL P. — Influence des représentations préexistantes sur la lecture du dessin technique, *Le Travail Humain*, 1982, 45, n° 2, 261-266.
- RABARDEL P. — Problèmes de lecture du dessin technique de mécanique, in GIORDAN A., MARTINAND J.L., *Signes et*

- discours dans l'éducation et la vulgarisation scientifiques**, Actes des sixièmes journées internationales sur l'éducation scientifique, Chamonix, 1984, 117-127.
- ROGET J. — Représentations symboliques et schématiques dans les études de génie chimique et la formation des ingénieurs et des techniciens de l'industrie chimique, in GIORDAN A., MARTINAND J.L., **Signes et discours dans l'éducation et la vulgarisation scientifiques**, Actes des sixièmes journées internationales pour l'éducation scientifique, Chamonix, 1984, 97-106.
- VEZIN J.F. — Procédés de démonstration chez des enfants de dix à douze ans, **Journal de Psychologie** 1970a, 1, 71-87.
- VEZIN J.F. — Rôle des schémas, des exemples illustratifs et des énoncés verbaux dans l'acquisition d'un concept chez des enfants de 11 et 12 ans, **Enseignement Programmé**, 1970b, 9-10, 49-59.
- VEZIN J.F. — L'apprentissage des schémas, leur rôle dans l'assimilation des connaissances, **Année Psychologique**, 1972, 9-10, 49-59.
- VEZIN J.F. — **Complémentarité du verbal et du non verbal dans l'acquisition de connaissances**, Paris, CNRS, 1980.
- VEZIN J.F. — Apport informationnel des schémas dans l'apprentissage, **Le Travail Humain**, 1984, 47, n° 1, 61-74.
- 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.
- VEZIN J.F. et L. — Schématisation et exemplification, in GIORDAN A. MARTINAND J.L. — **Signes et discours dans l'éducation et la vulgarisation scientifiques**, Actes des sixièmes journées internationales sur l'éducation scientifique, Chamonix, 1984, 611-618.
- VEZIN L. — Compréhension d'énoncés et indices contextuels, **Bulletin de Psychologie**, 1979, 32, n° 341, 845-854.
- VEZIN L. — Les illustrations, leur rôle dans l'apprentissage de textes, **Enfance**, 1986, 1, 109-126.
- WEILL-FASSINA A. — La lecture du dessin industriel : perspectives d'étude, **Le Travail Humain**, 1973, 36, 1, 121-140.