

LES SITUATIONS-IMAGES

Une approche fonctionnelle de l'imagerie dans les apprentissages scientifiques à l'école élémentaire

Gérard Mottet

Cet article pose le problème crucial des relations entre images et activités dans le cadre des apprentissages scientifiques : quelle est la valeur opérative des images ?

Nous appuyant sur un ensemble de travaux de recherche et d'expérimentations dans des classes primaires, nous proposons, dans une première partie, un inventaire ordonné des situations qu'il est possible d'organiser autour des images. Cette classification permet de caractériser les différentes modalités de travail auxquelles peuvent donner lieu les images comme supports d'apprentissage dans différents domaines conceptuels.

Nous nous interrogeons ensuite sur les possibilités spécifiques qu'offrent les images pour apprendre les sciences : quelles en sont les pertinences sur le plan des constructions notionnelles et opératoires ? Nous insistons ici tout particulièrement sur les démarches de pensée et les parcours de connaissance qu'elles autorisent. Nous soulignons en conclusion les activités de mise en relation qu'elles sollicitent, favorisant ainsi la recherche d'équivalences et d'articulations entre les phénomènes.

1. RELIER IMAGES ET ACTIVITÉS

Quand on s'interroge sur les rôles que les images sont susceptibles de jouer dans l'élaboration des connaissances scientifiques des élèves, on ne peut manquer de se poser la question : **quelles images ?** Mais l'on ne peut davantage se soustraire à cette autre question : **quelles activités ?** On voit mal, en effet, comment l'on pourrait attribuer aux images une quelconque "efficacité" dans les apprentissages en passant sous silence les conditions d'utilisation ou de production dans lesquelles elles interviennent, les contextes d'activité dans lesquels elles s'insèrent, les tâches, implicites ou explicites, auxquelles elles sont associées. Au terme d'une première phase exploratoire de recherche sur les "*fonctions de la visualisation dans les activités scientifiques à l'école élémentaire*", nous faisons observer que « *les effets que l'on attribue aux images sont le plus souvent le résultat des activités que les élèves ont à développer par rapport aux images* », et nous poursuivons : « *Il importe donc de considérer non pas les seules images et leur valeur informative mais la "situation-image" complexe, s'inscrivant dans une progres-*

sion d'apprentissage et comprenant indissociablement la tâche et les supports imagés, ce qu'il y a à voir et ce qu'il y a à faire. Quelles images pour quoi faire ? est la double question que l'on doit se poser, dans la perspective d'une construction active des savoirs scientifiques par les élèves. » (1)

Notre propos, dans cet article, n'est pas de caractériser les différentes sortes d'images susceptibles d'intervenir dans les différents domaines d'apprentissages scientifiques. Nous tenterons plutôt de caractériser les différents types d'activités fonctionnelles qu'il est possible de proposer à des élèves, dès lors qu'y interviennent toutes sortes d'images, à des titres divers. Le rapport entre images et apprentissages scientifiques ne s'établit sûrement pas dans le seul cadre scolaire. La vulgarisation scientifique — et tout particulièrement celle qui s'adresse à de jeunes publics — fait de plus en plus appel aux ressources de l'imagerie (2) : à la télévision certes mais aussi dans les expositions, dans les revues et dans les jeux informatiques. Sans perdre de vue ces apprentissages incidents de la vie quotidienne auxquels peuvent concourir les images, associées au langage et quelquefois à l'action, nous nous centrerons ici principalement sur les différentes situations que permettent de développer les images à l'école, dans le cadre d'apprentissages organisés.

Pour ce faire, nous nous référerons aux travaux de recherche que nous avons entrepris, dans le cadre de l'INRP, sur le thème *"Des images pour apprendre les sciences"*. Cette recherche porte sur l'ensemble des domaines scientifiques correspondant au cycle 3 de l'école élémentaire. Notre visée initiale pourrait se résumer ainsi : à quelles conditions les images peuvent-elles devenir partie intégrante des activités par lesquelles les élèves construisent des connaissances scientifiques ? Pour y répondre, il ne suffisait pas d'"introduire" des images dans des activités conventionnelles qui, par ailleurs, seraient restées "les mêmes". Notre question devenait donc : quelles nouvelles activités, ayant un sens du point de vue de la démarche scientifique des élèves, les images permettent-elles de concevoir ? (3) C'est ainsi qu'à

(1) Extrait du premier rapport intermédiaire de recherche INRP (janvier 1990), dans lequel se trouve proposée cette expression de *"situation-image"* ; voir, par exemple, "Représentations imagées et traitement des connaissances", in *Technologies nouvelles et éducation. Le point sur les recherches achevées à l'INRP en 1991 et 1992*, p. 59-68 (INRP, 1993).

(2) On peut, sur ce point, se référer aux travaux de D. Jacobi, surtout en ce qui concerne les rapports textes/images.

(3) Nous posons ici la question du renouvellement des activités scientifiques que le recours aux images est susceptible de favoriser. Cette question peut être abordée de différentes façons, selon le statut que l'on accorde aux images dans la construction des savoirs. Nous avons ici choisi, comme "entrée", de considérer les images du point de vue des activités spécifiques qu'elles rendent possibles.

de l'image,
source
d'informations...

... à l'image,
support
d'activités

pourquoi associer
des tâches aux
images ?

qu'apportent les
images ?

l'image "source d'informations", nous proposons de substituer l'image "support d'activités". Dans cette perspective, de nombreuses expérimentations ont été conduites dans les classes. Les ouvrages, parus ou en préparation, qui en sont issus (4), développent, dans différents champs disciplinaires, de multiples exemples de "situations-images" : c'est à partir d'un corpus d'environ deux cent cinquante exemples que nous tentons d'en dresser ici un premier inventaire raisonné (5).

Quel est l'intérêt d'associer des tâches aux images ? Sans doute pourrions-nous, pour répondre à cette question, afficher d'emblée un principe constructiviste en affirmant que l'on ne comprend bien que ce que l'on fait par soi-même... Ainsi, agir sur l'image ou à partir de l'image, la manipuler, la réorganiser, voire la refaire, permettrait d'en mieux saisir le sens. Mais plaçons-nous d'abord sur le plan de la recherche. Mettre l'élève en activité par rapport à des images était nécessaire d'un point de vue méthodologique : il s'agissait, en effet, pour nous, non pas seulement de recueillir, après coup, des effets d'apprentissage, attribuables aux images, mais d'observer, *on line*, comment les élèves fonctionnent avec des images et de quelle façon interviennent différentes variables, liées aux objets représentés, aux structures de représentation, aux conditions de l'activité, aux modalités de réponse demandées, aux connaissances antérieures des élèves, etc. Ce faisant, il devient possible non seulement de mieux comprendre le fonctionnement des élèves aux prises avec les images, dans différents domaines et à différents niveaux de connaissance, mais également de concevoir et d'expérimenter de nouveaux environnements d'apprentissage dans lesquels les représentations imagées et les traitements qui leur sont associés sont susceptibles de devenir pour les élèves de nouveaux instruments pour élaborer des connaissances, raisonner, résoudre des problèmes : perspective d'analyse cognitive, d'un côté, perspective d'ingénierie éducative, de l'autre. Telles sont, en quelque sorte, les deux faces de nos "situations-images", considérées dans une visée de recherche.

Mais les situations-images représentent à l'évidence, aussi, un enjeu éducatif : associer des tâches aux images peut être

-
- (4) Citons, dans l'ordre, les ouvrages auxquels nous nous référons : 1. *De la vulgarisation aux activités scientifiques* ; 2. *Volcans et tremblements de terre* ; 3. *Images et construction de l'espace* ; 4. *Images, systèmes, modèles* ; 5. *Images du ciel* ; 6. *Images et apprentissages technologiques*.
- (5) La classification que nous proposons dans cet article est issue de l'analyse de situations réellement mises en œuvre dans des classes primaires. À ce titre, elle est provisoire et ne prétend pas couvrir toutes les situations possibles, notamment celles que l'on peut proposer au niveau du collège et du lycée. Il faut donc concevoir cette classification comme un outil de travail, dont l'intérêt premier est de permettre de caractériser plus finement les différents registres d'activités cognitives liées aux images.

... des données...

... des structures
de représentation...

... des modes
de traitement

avancé comme un principe d'action pédagogique, dès lors que l'on vise à réunir les conditions permettant aux élèves de s'appropriier les images et de s'en servir comme instruments de connaissance. Ce que les images apportent de nouveau dans une situation d'apprentissage scientifique, ce ne sont pas seulement des données relatives à un objet ou phénomène, ce sont des structures de représentation de ces données, c'est-à-dire des instruments pour les penser sur d'autres modes que ceux que la seule perception autorise ; si les images n'équivalent pas à des énoncés verbaux, elles ne reproduisent pas non plus les conditions de la perception directe des choses. Ce qu'apportent aussi les images, ce sont des modes de traitement, d'analyse et de calcul, que leurs structures de représentation rendent possibles. La pluralité des représentations imagées est un moyen de soumettre la réalité à une pluralité de traitements possibles. Ainsi, les images sont-elles des "actions possibles" sur le réel : elles le rendent manipulable. Reste précisément à le manipuler, et pas seulement en pensée : d'où l'intérêt d'agir sur les images, de les questionner, de les travailler, de ne pas seulement y voir des substitutions symboliques qui nous aident à percevoir, mais aussi et surtout, des **média-tions opératoires**, des instruments pour agir symboliquement sur le monde, le mettre en représentation de multiples manières, le simuler et ainsi le rendre pensable. Bref, les images ne sont pas d'emblée des instruments de connaissance, elles ne le deviennent qu'à proportion des activités qu'il est possible de développer à leur égard.

2. LA NOTION DE SITUATION-IMAGE

Les situations proposées aux élèves dans le cadre de nos expérimentations font appel à différents types d'images. Elles reposent également sur différents types d'activités, selon les consignes et les supports de la tâche, selon la place même qu'y ont les images : tantôt vues sur des réalités, à comprendre ou à comparer, tantôt supports de manipulation et de réorganisation, tantôt expressions graphiques d'un contenu de pensée. Ce n'est pas par la nature des images que nous distinguons les différentes sortes de situations dans lesquelles elles interviennent, mais par la nature des activités demandées aux élèves, c'est-à-dire par les **tâches** qui leur sont proposées et par rapport auxquelles les images constituent soit des données initiales soit des produits de l'activité, soit les deux (6). Une tâche peut se définir

-
- (6) Les images, avons-nous dit, sont des "actions possibles" sur le réel. Par les propriétés matérielles de leur support autant que par l'organisation sémiotique qui les caractérise, elles ouvrent à l'activité du sujet un "champ opératoire" virtuel. Définir une tâche relative à des images, c'est donc choisir parmi un éventail d'actions possibles ; n'importe quelle image n'autorise pas n'importe quelle activité.

comme "ce qui est à faire", c'est-à-dire comme l'ensemble des opérations que l'élève doit appliquer à des "données", librement ou conformément à des règles, en vue de produire un résultat, qui s'exprime dans les formes prévues par la consigne (7). Dans la réalité, il arrive assez souvent qu'une situation-image comporte plusieurs tâches simultanées ou enchaînées : ainsi, ordonner des photographies, les commenter et convertir la séquence réalisée en une succession de schémas, comporte au moins trois tâches différentes, et, bien entendu, un plus grand nombre encore d'opérations élémentaires, si l'on procède à des analyses de tâche. Nous nous limiterons ici à caractériser les situations-images par la tâche principale qu'elles impliquent.

des images
aux activités
d'imagerie

Nous appelons donc **situations-images** toutes ces situations où l'activité de l'élève s'articule à l'image, où les images, quand elles sont fournies, ne sont pas seulement à regarder, mais impliquent des conduites et des productions observables, que ce soit sur le mode verbal, graphique ou même pratique.

L'utilisation des images dans l'enseignement a fait, comme on le sait, l'objet de virulentes critiques, sous le prétexte de la "passivité" qu'elles engendreraient. On se souvient, par exemple, de la critique de J. Piaget : *• En bref, l'image, le film, les procédés audio-visuels dont toute pédagogie voulant se donner l'illusion d'être moderne nous rebat aujourd'hui les oreilles, sont des auxiliaires précieux à titre d'adjuvants ou de béquilles spirituelles, et il est évident qu'ils sont en net progrès par rapport à un enseignement purement verbal. Mais il existe un verbalisme de l'image comme un verbalisme du mot... »* (8)... et de souligner "**le primat irréductible de l'activité**". Or, la notion de "situation-image" que nous présentons ici, propose précisément de réconcilier "image" et "activité". Elle comporte trois idées essentielles : la première est de considérer que l'activité du sujet peut être étendue aux images ; la seconde est de considérer qu'une image ne se lit pas de la même façon selon le contexte d'activité dans lequel elle se situe ; la troisième est de considérer que l'activité relative aux images n'est pas complète tant qu'elle ne débouche pas sur une expression ou une action matérielle qui l'objective et la manifeste.

le lien entre
image et activité
ne semble pas
aller de soi

Autrement dit, il ne suffit pas qu'une activité soit proposée relativement à des images, encore faut-il qu'elle débouche,

- (7) Il faut bien distinguer *la tâche*, qui est l'action prescrite, et *l'activité*, qui est l'action effectivement mise en œuvre. Le terme d'activité peut aussi désigner la tâche, mais on précise alors : "activité proposée" ou "activité demandée" à l'élève. Par ailleurs, la tâche comporte elle-même des sous-tâches, qu'on peut appeler des "activités requises" ou "activités impliquées" par la tâche : par exemple, la compréhension d'une image est une activité requise pour associer à cette image un énoncé ou pour l'insérer dans une séquence.
- (8) Cf. J. Piaget, "Éducation et instruction", 1965, (in *Psychologie et pédagogie*, p. 110, Denoël, 1969).

tôt ou tard, sur une "sortie observable", une réponse manifeste, quelle qu'en soit la forme, et au travers de laquelle il est possible d'interpréter quelque chose de cette confrontation de l'élève à l'image. Ce peut être, bien sûr, lors de situations-images ultérieures. L'observabilité de la réponse n'est pas seulement une règle d'ordre méthodologique, elle nous paraît être une propriété fonctionnelle attachée aux situations-images, dès lors qu'elle rend possible une régulation de l'action de l'élève. La question de savoir ce que l'élève apprend au travers d'une activité d'imagerie et ce qu'il peut en transférer dans d'autres activités est une question essentielle pour l'enseignement.

L'activité relative aux images peut revêtir trois formes possibles, selon qu'il s'agit pour l'élève :

- de lire des images (**L**),
- de les modifier (**M**),
- ou d'en produire (**P**).

trois types
d'activités
relatives aux
images

Dans le premier cas, des images inscrites sur des supports sont au point de départ de l'activité (**I** →), mais les réponses, par lesquelles l'élève témoigne de sa compréhension, sont attendues sur d'autres registres que l'expression imagée. Dans le second cas, en revanche, l'élève est invité à répondre à l'image par l'image (**I** → **I**) : toute une gamme de situations consiste à appliquer des opérations à un matériau imagé pour le transformer dans le sens fixé par la consigne. Enfin, les situations de production d'images prennent comme points de départ autre chose que des images à observer, le plus souvent des représentations mentales ; elles aboutissent à des expressions graphiques (**I** → **I**) qu'on peut analyser en fonction des notions et opérations de pensée qu'elles recouvrent.

Une erreur assez fréquente consiste à considérer les situations, dans lesquelles les images sont des données de la tâche, comme des situations d'apprentissage, tandis que les situations d'expression graphique seraient des situations d'évaluation, servant surtout à faire émerger les conceptions des élèves. Cette erreur provient de ce que, dans le premier cas, on voit principalement les images comme des sources d'informations que l'activité de l'élève se bornerait à enregistrer, et de ce que, par ailleurs, là où il y a activité de l'élève aboutissant à une production, on ne voit dans l'image produite que le "reflet" d'un contenu de pensée et non pas ce qui justement structure en retour la pensée. À vrai dire, toutes ces situations, de lecture, modification ou réalisation d'images, peuvent être considérées comme des situations d'évaluation dans la mesure où l'activité de l'élève donne lieu à des conduites et des productions observables (pour peu que l'on dispose, bien entendu, d'une méthodologie d'analyse de ces manifestations). Elles peuvent toutes, également, être considérées comme des situations d'apprentissage, à différents degrés, en fonction précisément du degré de nouveauté qu'elles présentent pour l'élève, du point de

apprendre
par l'activité
que l'image
rend possible

vue des connaissances en jeu, des types d'images à comprendre ou à produire, des types d'activités requises, des contraintes à respecter.

Apprendre par l'image ne veut pas dire seulement : prendre l'information que contient l'image, mais aussi, et plus essentiellement : apprendre par l'activité que l'image rend possible, activité de "mise en forme" du monde par le jeu d'une représentation imagée (entendons : le "jeu" que permet justement la représentation). Apprendre par l'image, dans quelque situation que ce soit, c'est mettre en fonctionnement — et, ce faisant, s'approprier — les outils d'organisation et de traitement du réel dont l'image est porteuse, c'est réassumer ce que nous appellerions volontiers la "valeur opérative" de l'image. De ce point de vue, proposer une situation-image revient à placer les élèves "en situation d'apprendre par l'image", c'est-à-dire de faire ou de refaire, par la médiation de l'image, le travail de manipulation et de construction du réel que la représentation imagée rend possible.

3. L'IMAGE AU TRAVAIL

quels sont les
paramètres
d'une situation-
image ?

Au départ d'une situation-image, figurent les "**données de la tâche**", c'est-à-dire ce à quoi s'applique l'activité de l'élève compte tenu de ce que prescrit la consigne. Dans les situations où les images sont à lire ou à modifier, elles ne sont pas nécessairement les seules données proposées : informations verbales, en rapport ou non avec les images, tableau de données comportant ou non des valeurs numériques, objets et phénomènes réels ou artificiels, qu'ils soient seulement à observer ou qu'ils puissent être manipulés, sont autant de données diverses pouvant accompagner les images et constituer des supports "multi-modaux" d'activité dont les éléments peuvent soit constituer des ensembles organisés d'informations, soit être présentés à l'élève comme devant justement faire l'objet de mises en relation. À ces données, il convient d'ajouter toutes les informations qui ne sont pas fournies à l'élève mais que celui-ci doit tirer de sa propre mémoire, souvenirs récents ou connaissances à plus long terme : ces "sources" sont souvent même les seules dont dispose l'élève quand il lui est demandé de dessiner comment il "voit" un phénomène, comment, par exemple, il se représente ce que deviennent les aliments dans le corps, ou ce qui, dans les profondeurs de la Terre, peut expliquer les séismes.

à partir de
quoi l'élève
travaille-t-il ?

Au même titre qu'un texte, les données-images sont des **constructions symboliques** ; à ce titre, elles ne sont pas des données mais des produits matériels résultant d'une élaboration représentative. Encore faut-il justement que l'élève, partant des données visuelles qui lui sont fournies, refasse pour son propre compte cette élaboration grâce à

bien que
données,
les images sont
à construire

laquelle les données acquièrent pour lui valeur de représentation : il n'y a pas d'image en soi ; qu'il s'agisse d'un dessin figuratif, d'une échographie ou d'une carte climatique, ces perceptions visuelles de traits, de formes et de nuances ne prennent valeur d'images que par le travail d'une "conscience représentative" qui mobilise toute une connaissance du monde, et pas seulement des règles de codage. Bref, qu'on nous entende bien, même dans le cas d'images proches d'une perception familière, ce qui est donné à l'élève n'est pas, à proprement parler, l'image, mais un matériel perceptif à partir duquel il lui est possible de la construire. D'un certain point de vue, le travail sur l'image, que la tâche prescrit, tout à la fois présuppose cette construction représentative et permet de l'accomplir : une image n'est jamais que le résultat d'une actualisation.

les images
héritent des
fonctionnalités
de leurs supports

Les images dont il est ici question sont inscrites sur des mémoires externes : elles ont donc les propriétés fonctionnelles de leurs **supports**. Images imprimées, images projetées, images interactives n'ont pas les mêmes propriétés d'accessibilité et de manipulabilité. Ces caractéristiques techniques des images sont essentielles, car il ne s'agit pas seulement de modalités de présentation, mais de possibilités d'action (9). Les technologies informatiques permettent, entre autres, de produire, à la demande, des images virtuelles, images que l'élève peut rendre présentes en fonction des nécessités de la tâche, passant ainsi d'une image fixe à une animation, d'une échelle à une autre, d'un plan à un volume, d'un angle de vue à un autre. On voit bien, alors, selon les outils dont on dispose, qu'il devient possible d'intervenir à "différents niveaux de profondeur" de l'image : en modifier la surface signifiante, en modifier le "point de vue" qu'elle donne sur une réalité, jusqu'à modifier les paramètres du modèle de réalité dont l'image n'est qu'une visualisation... À quel niveau de réalité agit-on quand on agit sur une image ?

Outre les propriétés que les images tiennent de leurs supports, une autre dimension de leur fonctionnalité réside dans les possibilités qu'elles offrent de **mettre en relation différents aspects de la réalité**. Les images sont comme des fenêtres simples ou multiples ouvertes sur les choses : ainsi pourrait-on parler du mode de "*fenêtrage*" que les images proposent, permettant, à des degrés variables, de relier entre elles différentes informations. Les exemples de situations-images, que nous avons rassemblés, nous amènent à distinguer quatre modes d'affichage du réel.

- Mode "*unifocal*" : les images, même multiples, ne sont pas à relier entre elles ; elles se complètent les unes les autres, s'éclairent les unes par les autres, mais n'ont, dans la logique de la tâche, aucune visée comparative.

(9) Cette question est développée dans *Volcans et tremblements de terre* (INRP, 1995), Chap. 2, p. 57-60 : "Actions sur les images".

les plages
visuelles se
présentent de
multiples façons

- Mode "*multi-objet*" : il s'agit de vues dont la fonction est de permettre la comparaison entre différentes réalités ou différents moments d'un processus ou différents états d'un système ; la comparaison peut s'opérer par le biais de plusieurs vues, elle peut porter sur des éléments différents assemblés en une même vue.

- Mode "*multi-vision*" : il ne s'agit plus ici de mettre en relation des objets différents mais de coordonner des regards différents sur une même réalité ; nous appelons ces images des "corrélations interfigurales" (10) : leur fonction est de faire appréhender les choses sous des angles différents, à des échelles différentes, à des niveaux différents d'abstraction, ou encore sur des registres d'expression différents.

- Mode "*mosaïque*" : les images sont présentées sous forme de "fragments" dissociés, d'éléments dont la mise en relation peut avoir pour sens d'opérer des classifications, sériations, hiérarchisations, mises en séquence, mises en espace, mises en système...

Quand des images figurent parmi les données initiales d'une tâche, les informations qu'elles contiennent n'ont pas nécessairement, d'une tâche à l'autre, la même fonction par rapport à l'activité de traitement qu'il est demandé à l'élève de déployer. Les situations-images peuvent, en effet, différer entre elles selon le **mode de lecture** auquel sont soumises les images proposées, compte tenu de la question posée. Ainsi, la tâche peut imposer de lire l'image selon trois modes différents.

- Mode "*analyse*" : l'image contient en elle-même les informations nécessaires ; il est donc surtout demandé à l'élève d'accomplir sur l'image un travail d'observation et de recueil de données.

- Mode "*raisonnement*" : la tâche impose de développer la pensée bien au-delà de ce que contient l'image et de recourir à d'autres connaissances, par exemple expliquer un état de fait que montre l'image, compléter une image délibérément incomplète ou anticiper la position respective de deux éléments suite au mouvement d'un mécanisme.

- Mode "*évaluation*" : les caractéristiques de l'image, ce qu'elle représente ou la façon de le représenter, sont à rapporter à des valeurs de référence, d'ordre théorique ou pratique ; il est demandé à l'élève, en fonction d'un ou de plusieurs critères, de porter un jugement sur les images qui lui sont présentées, ou encore d'en trouver qui correspondent à ces critères.

Prise d'informations, mise en jeu de modèles mentaux, recherche d'indices de validation : on voit que le travail sur les images, quel que soit le niveau de réalité auquel on se situe, peut correspondre à différents "moments" d'une démarche scientifique. Ne serait-ce que par l'activité qu'elles rendent possible, les images occupent différentes places

les tâches
imposent des
saisies différentes
de l'image

(10) Cet aspect est particulièrement développé dans notre 3e volume : *Images et construction de l'espace* (INRP, à paraître).

dans le va-et-vient de la pensée et du réel, elles participent de multiples façons au dialogue de la théorie et de l'expérience.

les images
imposent des
niveaux différents
de traitement
du réel

Ces activités d'analyse, de raisonnement et d'évaluation peuvent s'appliquer à toutes sortes d'images, quel que soit le niveau de traitement du réel dont ces images résultent, qu'elles donnent à voir des apparences figuratives, qu'elles traduisent une vision structurée et savante des choses, ou encore qu'elles proposent des fictions ou simulations calculées de phénomènes. On peut analyser aussi bien des modèles graphiques, des plans urbains, des radiographies, des coupes géologiques que des documentaires animaliers. Par le jeu des codes et langages qui les constituent, les images transfèrent, dans le registre de la perception visuelle, des "objets" qui peuvent être invisibles, abstraits, imaginaires : elles donnent ainsi à penser le réel à différents niveaux de traitement, ce qui engage l'élève dans de multiples activités "épistémiques", qui ne sont pas précisément prescrites par la tâche mais justement imposées par la nature même des images, c'est-à-dire par le travail de construction du réel qu'elles impliquent. Ce "**travail de l'image**" (11) est à refaire mentalement par celui qui s'efforce de comprendre l'image, il est postulé sans faire l'objet d'aucune prescription ; il n'est pas de consigne qui dise : "comprends l'image". C'est en général par le biais des activités sur l'image que l'on espère favoriser chez l'élève la compréhension de l'image. Par contre, ce travail de l'image fait bien l'objet d'une prescription quand la tâche consiste justement à faire l'image, quand l'image est le produit même de l'activité de l'élève. On peut alors distinguer différentes situations de production d'images selon le niveau d'élaboration épistémique — et non pas seulement sémiotique — que l'expression graphique requiert de la part de l'élève (12). Ainsi, à l'instar des modes de lecture, que nous avons précédemment distingués quand les images sont fournies à l'élève, pourrait-on distinguer des modes de production quand les images sont à faire : mais sans doute faudrait-il parler de "modes de production de la réalité" (13) car il s'agit

en mode
production, ces
niveaux d'image
sont fixés par
la tâche

(11) C'est l'expression que nous avons proposée (cf. *Le travail de l'image : figures, schémas, modèles*, 1989, document interne INRP) pour désigner l'ensemble des "opérations" symboliques dont l'image résulte : il ne s'agit pas seulement d'opérations de codage, mais de la construction d'une représentation cognitive du réel, dont l'image graphique est la matérialisation.

(12) Nous voulons dire par là que le codage graphique est l'expression d'un acte de connaissance. Dans la conclusion de leur ouvrage sur *L'image mentale chez l'enfant* (PUF, 1966), J. Piaget et B. Inhelder soulignent très justement que les images sont des signifiants qui n'ont pas pour signifiés des objets mais des opérations sur les objets.

(13) En produisant une image, l'élève construit symboliquement une réalité. Le problème n'est pas ici de savoir si la représentation graphique ne fait qu'extérioriser une vision mentale qui lui préexistait, ni de savoir si cette réalité correspond à des perceptions possibles dans le monde.

là des niveaux de construction mentale du réel dont les images, en tant qu'intermédiaires symboliques, sont à la fois le témoignage et le support. Même si l'élève (loin s'en faut) ne dispose pas d'outils analogues à ceux qui interviennent dans la production des images qui lui sont fournies, il est possible de caractériser les niveaux de traitement cognitif qu'impliquent les tâches d'expression imagée, selon, par exemple, qu'il s'agit de restituer des détails figuratifs, d'élaborer une représentation schématisée ou encore de proposer une modélisation systémique visualisant des inter-relations.

Enfin, il nous faut mentionner, au titre des principaux paramètres d'une situation-image, les **modalités de réponse** telles que les fixe la consigne. Une réponse est l'expression ou la manifestation du résultat produit par l'élève. Dans les cas où les activités de l'élève et les conclusions auxquelles elles aboutissent ne sont pas observables, il est demandé à l'élève de les extérioriser sur un mode approprié : c'est ainsi que les compréhensions d'images et les raisonnements qui les accompagnent sont le plus souvent traduits sur le plan verbal ; on voit quelle peut être pour de jeunes élèves la difficulté de passer du voir au dire, d'une perception d'image à une mise en langage. Dans le cadre des situations-images, les réponses demandées à l'élève peuvent revêtir trois formes principales.

- Mode "*symbolique*" : les réponses s'expriment sur le mode verbal ou sur le mode graphique ; les réponses sur le mode graphique caractérisent précisément les situations de production d'images (P) ou celles de modification (M) quand justement ces expressions graphiques s'articulent à des images initiales.

- Mode "*structural*" : il est demandé à l'élève d'organiser les données, de mettre de l'ordre dans les matériaux qui lui sont fournis ; selon la nature des liens à établir entre les éléments, on peut distinguer un mode d'organisation de type logique, par exemple quand il s'agit de mettre en correspondance ou d'apparier les éléments, et un mode d'organisation de type figural, quand il s'agit d'assembler les éléments de manière à former une configuration d'ensemble à caractère imagé ; composer à partir d'éléments figuraux un nouvel ensemble figural est une situation que nous rangeons parmi les situations de modification d'images.

- Mode "*pratique*" : les réponses demandées à l'élève peuvent être des conduites pratiques à déployer dans la réalité : il s'agit alors d'utiliser des images soit pour voir, soit pour faire, soit pour des activités d'identification, d'observation ou de repérage, soit pour des activités d'effectuation, de manipulation ou de fabrication ; ainsi, repérer dans le ciel une constellation ou utiliser un schéma de montage.

La tâche peut exiger de l'élève que les réponses soient fournies dans un certain "format" et respectent certaines contraintes d'expression. Ces éléments qui calibrent et cadrent la réponse sont importants en ce qu'ils sont des éléments structurants de l'activité. Ce peut être, pour des

les réponses
des élèves sont
le résultat
observable de
leur activité

... trois formes
principales de
réponse...

... le format de la réponse structure l'activité

expressions graphiques, divers paramètres comme échelle de représentation ou couleurs. Ce peut être des règles de codage, soit explicitées par une légende, soit véhiculées par les termes mêmes qu'on utilise pour désigner des types d'images : "faites un plan, une coupe, un schéma explicatif, une frise...". Ce peut être, enfin, un cadre, un tableau à remplir, une silhouette qui délimite l'espace d'expression, l'équivalent d'un formulaire de réponse. Dans la plupart des situations de modification d'images, il importe de voir que les images fournies à l'élève constituent à la fois un ensemble de données à traiter mais aussi un ensemble d'"instructions figurales" servant à orienter et à guider le traitement des données : l'image induit un traitement analogique de l'information (14).

4. VINGT-ET-UN TYPES DE SITUATIONS-IMAGES

une classification des situations...

Nous appuyant sur les exemples développés dans le cadre de nos expérimentations (15), nous proposons de distinguer vingt-et-un types de situations-images, réparties également dans les trois principales rubriques de lecture, modification et production. Rappelons que les situations sont caractérisées essentiellement du point de vue de l'activité relative à l'image qu'elles engagent de la part de l'élève (16) : on peut donc considérer ces situations comme autant de réponses différentes à la question : des images pour quoi faire ? Considérons cet inventaire "opératoire" comme une première approche des rôles que les images sont susceptibles de jouer, pour des élèves de l'école élémentaire, dans les démarches de construction des savoirs scientifiques.

... du point de vue des activités d'imagerie qu'elles impliquent

-
- (14) Nous entendons ici "traitement analogique" au sens où l'emploie J. Lautrey (1987) par opposition à "traitement analytique" ou "propositionnel". Cf. infra la note 40.
- (15) Les situations-images qui nous ont servi à élaborer cette typologie (ainsi que les activités d'élèves auxquelles elles ont donné lieu) sont développées et analysées dans les ouvrages cités précédemment, en note 4. Faute de place, nous ne pouvons ici qu'énumérer, sans plus, les différentes catégories de situations. Pour plus d'informations, on pourra se reporter au document *Une typologie des situations-images* (document interne, INRP, 1996) qui explicite, pour chacune de ces situations, les logiques d'activité qui les caractérisent et en donne des exemples significatifs.
- (16) Dans la suite du texte, nous emploierons aussi l'expression "*activités d'imagerie*", quand nous voudrions insister sur les opérations mentales qui sous-tendent ces activités relatives à l'image.

Lecture

Sont regroupées sous le chapitre des "situations de lecture d'images" toutes les situations dans lesquelles le matériel imagé fourni aux élèves ne fait l'objet d'aucune manipulation matérielle qui viserait à le modifier ou à le réorganiser pour former de nouvelles images. Selon la nature des tâches et des supports, les sources d'information que constituent les images peuvent être soit directement accessibles à l'observation pendant toute la durée de l'activité, soit consultées au choix, soit avoir été préalablement mémorisées. Une dimension importante qui caractérise nombre de ces situations est la présentation d'une pluralité de données entre lesquelles il est demandé à l'élève d'établir des relations, ces données pouvant appartenir à des registres sémiotiques différents. Les réponses peuvent prendre des formes diverses : expressions verbales, orales ou écrites ; appariement de données ayant un champ sémantique commun ; liens entre images ou entre images et textes ; actions pratiques visant à donner forme au réel pour le lire ou le transformer.

Modification

Sous le chapitre des "situations de modification d'images" sont rassemblées toutes les situations dans lesquelles les données initiales comportent des images qu'il est demandé aux élèves de retoucher, de transformer, de réorganiser. Ce type d'activité, nécessitant lecture et manipulation des données, implique une présence matérielle des images ; si l'activité graphique s'exerce à partir d'images mémorisées, il faut alors la considérer comme une activité de production graphique à part entière. À la différence des situations de simple lecture, dont les modalités de réponse sont le plus souvent verbales, quelquefois pratiques, ces situations de modification débouchent sur de nouvelles images qui témoignent de l'activité mentale des élèves. Les processus de transformation que la tâche sollicite pour passer d'une image ou d'un ensemble d'éléments imagés à une image finale peuvent être plus ou moins importants ; ils peuvent nécessiter un transfert d'un support à un autre et faire alors, éventuellement, intervenir des marquages et des cadres structurants nouveaux dont le but est d'aider ou de contraindre l'expression graphique de l'élève.

Production

Les "situations de production d'images" sont des situations d'expression dans lesquelles les images sont principalement pour les élèves l'occasion de traduire et d'explicitier une représentation mentale. Les contraintes de la mise en forme graphique, les règles de codage et de construction de l'image permettent en retour de donner forme à des contenus de pensée, de leur fournir un format organisateur. La production graphique peut avoir comme source un texte ou une réalité observée ou des souvenirs d'images, elle traduit toujours une construction mentale, à divers niveaux d'élaboration. Quand elle s'inspire d'images, celles-ci ou bien ne sont plus présentes à l'observation au moment de l'activité ou bien n'ont qu'un rôle d'aide pour guider l'expression, sans en être elles-mêmes l'objet. Par ailleurs, comme dans les situations de modification, des "cadres figuraux" peuvent être fournis pour baliser l'expression graphique, pour lui assigner un "espace de jeu" : il s'agit le plus souvent d'un contour, plus ou moins précis, permettant de rapporter l'expression à un espace de référence, de lui fournir des points de repères.

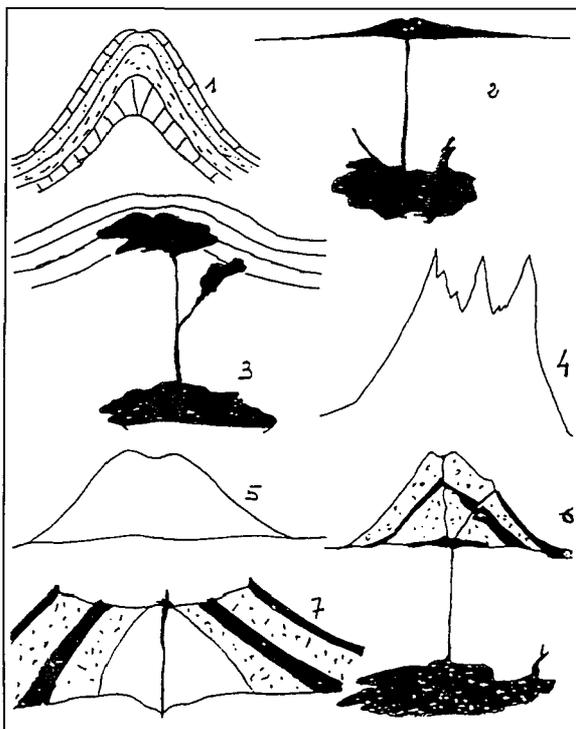
Tableau récapitulatif des situations-images

LECTURE	
Analyse d'images :	rechercher dans l'image les informations nécessaires à la compréhension du réel qu'elle représente et en retraduire verbalement le sens.
Raisonnement à partir d'images :	prendre l'image comme point de départ d'un travail de la pensée ; réfléchir, s'interroger, commenter...
Évaluation d'images :	évaluer les images en fonction d'un ou de plusieurs critères ; les sélectionner, classer ou sérier en conséquence.
Comparaison multi-objet :	images permettant de comparer différentes réalités ou différents "moments" d'une réalité et d'élaborer des synthèses.
Coordination multi-vision :	différentes vues offrant des "regards" différents sur une même réalité, qu'il s'agit de coordonner : ce sont des "corrélations interfigurales".
Mise en correspondance de données :	relier en fonction d'un critère logique différentes données ou séries de données, fournies séparément.
Consultation d'images en vue d'usages pratiques :	se servir d'images de référence pour reconnaître ou manipuler des objets dans le réel.
MODIFICATION	
Analyse graphique :	analyse d'images avec réponse graphique structurant l'image initiale pour en distinguer les "parties" essentielles.
Développement graphique :	l'image initiale sert de point de départ à une extension graphique : compléter, insérer, enrichir, expliciter...
Correction graphique :	les retouches graphiques sont le résultat d'une évaluation de l'image ou de ce qu'elle représente.
Synthèse graphique :	l'image produite est le résultat d'un traitement d'informations parcellaires issues d'un corpus d'images, voire d'autres données.
Conversion figurale :	reformuler les informations extraites d'images en changeant la structure de représentation des données.
Organisation figurale :	à partir d'éléments donnés en vrac, effectuer un assemblage qui les relie en une configuration d'ensemble faisant image.
Simulation interactive :	images simulant les modifications apparentes qui résultent de la manipulation active d'un modèle, matériel ou logiciel.
PRODUCTION	
Traduction graphique :	mettre en image un énoncé ou une suite d'énoncés pour en donner un équivalent figuratif.
Description graphique :	mettre une réalité en images pour garder la trace d'une observation et pouvoir l'utiliser ultérieurement.
Rappel graphique :	restituer par l'image une observation antérieure soit du réel soit d'une représentation.
Projection graphique :	donner une expression graphique d'un contenu de pensée ; extérioriser par l'image des représentations mentales.
Schématisation graphique :	représenter ce qu'ont en commun différents objets ou événements particuliers de façon à généraliser, à ne conserver que l'essentiel.
Modélisation graphique :	produire un schéma d'ensemble explicitant des inter-relations, un substitut du réel servant à raisonner, à expliquer, à prévoir.
Conception graphique :	par l'image rechercher différentes solutions possibles à un problème, concevoir des objets nouveaux, dessiner des réalités virtuelles...

QUELQUES EXEMPLES DE SITUATIONS-IMAGES

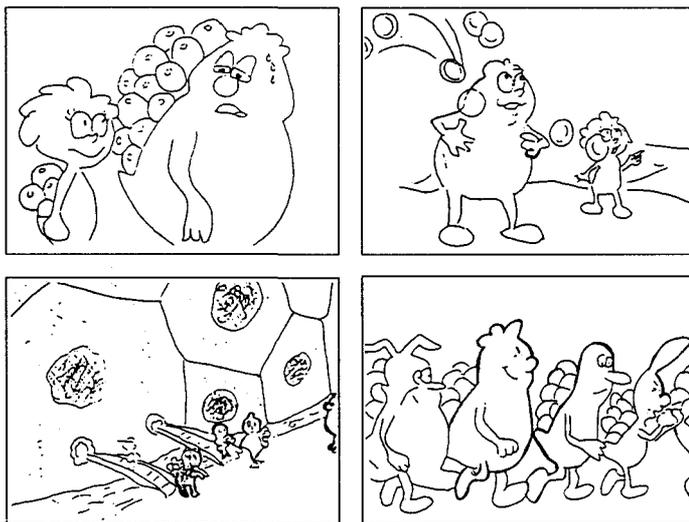
ÉVALUATION D'IMAGES

Parmi plusieurs schémas, repérer ceux qui représentent un volcan et ceux dont on peut être certain qu'il ne s'agit pas de volcan ?



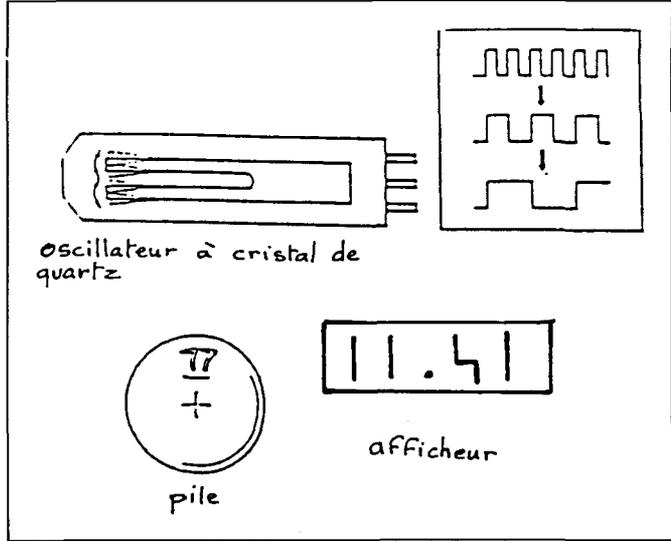
CONVERSION FIGURALE

Représenter par un schéma cyclique un processus (le trajet des gaz respiratoires dans le sang) précédemment reconstitué sous la forme d'une série de vignettes (extraites du dessin animé "Il était une fois... la vie").



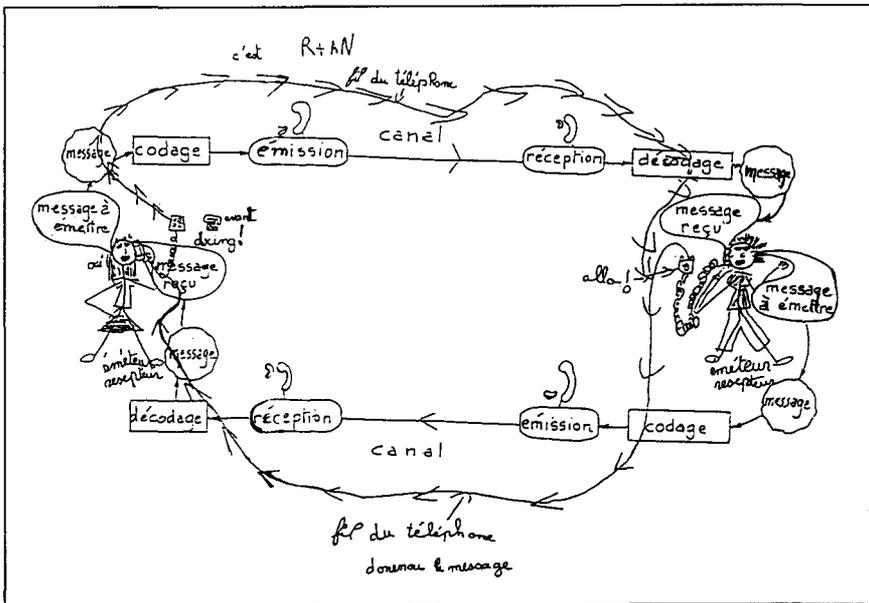
ORGANISATION FIGURALE

À l'aide de vignettes et de flèches, expliquer en les assemblant le fonctionnement d'une montre à quartz.



SCHÉMATISATION GRAPHIQUE

En s'aidant d'un schéma général préalablement réalisé, schématiser une nouvelle situation concrète de communication dans laquelle ont été utilisés des talkies-walkies.



La production d'un groupe d'élèves

EXEMPLE D'UTILISATION DE LA CLASSIFICATION :
UN ENSEMBLE DE SITUATIONS-IMAGES SUR LA REPRODUCTION HUMAINE
 (d'après l'article de C. Gouanelle et de P. Schneeberger, p. 57 dans ce numéro)

Tâche	Libellé	Type de situation
A₁	Décrire ce qu'on voit sur une photographie de fécondation (microscope à balayage) en s'aidant éventuellement d'un schéma correspondant et de formules verbales définissant ce qu'est un œuf.	Analyse d'images
A₂	À partir des mêmes données, répondre à des questions mobilisant des connaissances.	Raisonnement à partir d'images
B₁	Rechercher dans un film documentaire sur la vie intra-utérine (<i>Neuf mois pour naître</i>) des réponses à des questions préalablement formulées.	Analyse d'images
B₂	Après le visionnement du film, faire des dessins pour expliquer la formation de l'œuf et son devenir.	Rappel graphique
C	En reVISIONnant le même film et en s'aidant d'arrêts sur images, caractériser plus précisément les étapes de la fécondation et du développement embryonnaire.	Analyse d'images
D₁	Identifier sur des photographies de fécondation et de développement embryonnaire les phénomènes qu'elles représentent.	Analyse d'images
D₂	Ranger ces photographies de manière à replacer les phénomènes représentés dans leur chronologie.	Organisation figurale
D₃	Comparer l'une de ces photographies avec son "schéma" correspondant pour comprendre ce qu'est schématiser.	Coordination multi-vision
D₄	Schématiser chacune des photographies de la séquence précédemment construite de manière à réaliser une frise chronologique.	Analyse graphique
E	Exprimer sous forme de dessins légendés ses connaissances sur la fécondation et le devenir de l'œuf.	Projection graphique
F₁	Identifier le processus que montre une séquence ordonnée de trois photographies (divisions d'un œuf vues au microscope).	Analyse d'images
F₂	Dessiner les schémas correspondant à ces photographies et les légender.	Analyse graphique
F₃	Reconnaître l'étape de la reproduction correspondant à ces photographies et la situer par rapport aux étapes antérieures et postérieures.	Raisonnement à partir d'images

N.B. Les tâches (A à F) correspondent au découpage proposé dans l'article cité ci-dessus, elles sont ici subdivisées en moments indiqués par des numéros (A1, A2...).

5. DE QUELQUES ENJEUX COGNITIFS DES SITUATIONS-IMAGES

caractériser la
tâche pour
comprendre
l'activité

Les situations-images dont nous venons de présenter les principes sont des propositions d'activités, que nous avons ordonnées principalement en fonction de la place qu'y occupent les images. L'analyse des tâches qu'elles impliquent permet d'esquisser un cadre d'interprétation des conduites réelles, matérielles aussi bien que mentales, que les élèves sont susceptibles d'y déployer (17). Formaliser les situations qu'il est possible de construire autour des images nous paraît essentiel, ne serait-ce que pour repérer les logiques d'activités qu'elles sous-tendent ; il n'en demeure pas moins indispensable, si l'on veut comprendre les activités réelles qu'y déploient les élèves, de préciser le champ notionnel concerné ainsi que les spécificités des images proposées. En effet, d'une part l'activité de l'élève ne prend son sens que par rapport aux objets de connaissance auxquels elle s'applique, l'image étant le moyen d'appréhender et de manipuler ces objets. Par ailleurs, la complexité d'une situation-image, pour des élèves d'un âge donné, dépend précisément des notions et opérations que requièrent aussi bien la tâche qui leur est fixée que les supports imagés auxquels elle se rapporte.

5.1. Élaborer des représentations et des procédures

s'interroger sur les
pertinences des
images pour
apprendre

Les activités d'imagerie qu'impliquent les situations proposées aux élèves, qu'il s'agisse de compréhension, de production ou d'utilisation d'images, sont des activités au travers desquelles sont visés des apprentissages tant sur le plan des élaborations conceptuelles que sur celui des schèmes et des procédures de traitement. En quoi les images, par leurs contenus d'information autant que par leurs modes de construction, sont-elles pour les élèves des moyens d'accéder à des réseaux de concepts ? Dans quelle mesure les images, par les activités auxquelles elles se prêtent, peuvent-elles devenir pour les élèves des outils fonctionnels pour traiter le réel, raisonner, résoudre des problèmes ? Rapport des images aux concepts, rapport des images aux opérations : tels sont les deux aspects de ce que nous appellerions volontiers "la pertinence des images", désignant par là aussi bien leurs **propriétés notionnelles** que leurs **pro-**

(17) C'est là un des thèmes majeurs de la psychologie du travail : la description de la tâche est un instrument d'analyse de l'activité réelle. Cf., par exemple : J. Leplat et J. Pailhous, "La description de la tâche : statut et rôle dans la résolution de problèmes", *Bulletin de psychologie*, XXXI, 332, 1978, ou encore : J.-M. Hoc, "L'articulation entre la description de la tâche et la caractérisation de la conduite dans l'analyse du travail", *Bulletin de psychologie*, XXXIII, 1979.

priétés fonctionnelles. Évoquons brièvement quelques-unes de ces pertinences des images pour apprendre les sciences (18).

• **Pertinences notionnelles des images**

le contenu de
l'image n'est pas
d'emblée une
connaissance

Plaçons-nous d'abord sur le plan des contenus de représentation auxquels les images permettent d'accéder. Le référent de l'image n'est jamais le concept de référence : voir n'est pas savoir. Même la plus abstraite des images n'est jamais qu'une "figure" sensible au travers de laquelle l'élève est invité à appréhender un aspect — et un aspect seulement — de la notion abordée : le schéma de fonctionnement d'une centrale thermique n'équivaut pas au concept d'énergie ; toutes les composantes du cycle naturel de l'eau ne peuvent être saisies par le biais d'une seule image. Pour toute image, d'ailleurs, fût-elle la plus familière, la question se pose de savoir à quels objets de connaissance elle renvoie et de quelle façon elle s'y rapporte (19). En offre-t-elle un exemple, un détail, une trace, une mise en contexte, une conséquence, une métaphore, un modèle graphique, à quelle échelle, de quel point de vue, à quel moment ? Les images constituent des chaînes de représentations en ce sens que ce que l'on y voit représenté au premier degré peut toujours encore être représentant d'autre chose. Une scène champêtre destinée à montrer "comment les plantes se nourrissent" peut ne pas être lue au niveau des relations systémiques qu'elle met en image mais seulement au niveau des éléments concrets qu'elle figure. Il y a tout un chemin cognitif à faire de l'identification à l'interprétation d'une image, **du contenu référentiel** qu'on peut lui associer **au contenu notionnel** qu'il est possible de lui attribuer dans le cadre de la tâche proposée, et nombreuses sont les opérations de pensée nécessaires pour franchir la distance. C'est l'une des fonctions de la tâche, d'ailleurs, que d'orienter et de guider ces opérations, de manière à relier précisément l'image aux concepts en jeu, à l'insérer dans le réseau des significations notionnelles pertinentes.

Si les schèmes et cadres conceptuels déjà construits par l'élève lui permettent de donner sens aux images, de les interpréter, de rapporter ce qu'il voit à ce qu'il sait, en retour on a des raisons de penser que les activités d'imagerie

(18) On s'interroge ici sur les possibilités qu'offrent, en propre, les images sur le plan des apprentissages conceptuels aussi bien que sur celui des apprentissages méthodologiques. Du point de vue du praticien, qui organise et gère les situations à supports imagés, la question de la pertinence devient celle du choix : quelles images ? Voir par exemple l'article de J.-Ch. Allain dans *Aster*, 21, 1995.

(19) F. Bresson (1981) souligne que l'image, à la différence du langage, ne porte pas en elle-même de marques énonciatives qui manifestent les opérations de référence à exécuter : « Rien ne marque si une figure réfère explicitement à tel ou tel objet réel, ou dénote des relations générales ou imaginaires. L'image, contrairement aux apparences, ne montre pas. »

l'image pour
relier les
concepts à des
contextes de
signification

les images
fournissent des
cadres
organisateur

contribuent non seulement à donner du sens aux connaissances mémorisées et à les contextualiser, mais encore à les structurer. Par leurs contenus divers, les images permettent d'associer aux concepts des traits figuratifs et des ancrages contextuels qui les enrichissent en compréhension et leur ouvrent des champs d'application nouveaux. Par les configurations structurales, qui les distinguent à la fois de la perception directe et du langage verbal, elles font apparaître de nouvelles relations, de nouvelles "formes" qui peuvent induire des organisations ou réorganisations conceptuelles : le concept de volcan est-il bien séparable, à un certain stade de sa formation, de la vue en coupe qui en relie figurativement les éléments constitutifs ? Un espace géographique peut-il bien se penser sans la carte qui le représente ? Ainsi les images permettent-elles d'élaborer des représentations au sein desquelles se noue tout un ensemble de liens associatifs entre figures et concepts (20), entre "**aspects figuratifs**" et "**aspects déclaratifs**" de la connaissance. De ce point de vue, il ne fait pas de doute que les images participent à la référenciation des connaissances apprises (21). Mais, répétons-le, les images n'ont pas pour seul rôle cognitif d'évoquer ou d'instancier des concepts sous de multiples visages, elles ne se limitent pas à en donner une pluralité d'équivalences concrètes, ou même une "figure exemplaire" à valeur récapitulative ; elles participent à leur construction par cela même qu'elles leur fournissent des "espaces de représentation" permettant de **mettre en rapport de multiples éléments**, de les rassembler et de les intégrer dans des ensembles. Les tâches d'appariement de données ou d'organisation figurale, celles de coordination multi-vision ou de comparaison multi-objet, ou encore celles de synthèse graphique sont des exemples typiques où l'articulation des données s'effectue non pas dans l'abstrait, mais sur le plan même de la perception et de la manipulation des images. L'espace figural ou interfigural des images leur confère un **pouvoir intégrateur** dont le rôle est essentiel dans l'élaboration des représentations conceptuelles.

• *Pertinences fonctionnelles des images*

- Des tâches à accomplir aux opérations sollicitées

Des images pour quoi faire ? pour accomplir quelles tâches ? On ne saurait évidemment parler, de prime abord, des pertinences fonctionnelles des images que dans la mesure où des tâches à réaliser leur sont associées, et par

(20) L'un des procédés de la vulgarisation scientifique consiste à figurer des concepts, à leur donner forme imagée. D. Jacobi (1975) rapproche ce procédé de l'un des mécanismes qui, dans la théorie freudienne, participe au "travail du rêve" : la prise en considération de la figurabilité.

(21) Faut-il rappeler le mot célèbre de Kant sur la cécité des intuitions et la vacuité des concepts dès lors qu'ils ne sont plus mutuellement reliés ?

rapport auxquelles les images prennent valeur d'outils. Il ne s'agit plus ici de considérer les images du seul point de vue de leur valeur représentative, c'est-à-dire en tant qu'elles permettent d'élaborer des représentations internes de la réalité, mais du point de vue de leur **valeur opérative**, c'est-à-dire en tant qu'elles permettent de conduire des activités finalisées, de les guider, de les organiser.

La fonctionnalité des images repose d'une manière générale sur la correspondance entre les opérations qu'elles peuvent supporter et celles qu'on eût mises en jeu dans le réel si celui-ci avait été accessible et manipulable. Elle inclut donc l'idée d'une validité de ces opérations. Mais toutes les tâches ne se situent pas dans la même position par rapport aux images.

. Ainsi les tâches pratiques d'identification ou d'effectuation portent directement sur la réalité, et les représentations imagées qui y concourent ne font l'objet que d'activités symboliques ayant pour but d'assurer les planifications et réglages de l'action réelle (22) : c'est pour assurer le traitement de ce genre de situations que l'on a recours à ces images "utilitaires" que sont les schémas de montage, les plans d'architecture, les vues éclatées d'objets techniques, les cartes routières, les imageries de diagnostic médical ou encore les planches de champignons dangereux.

. D'autres tâches, celles notamment qui impliquent des analyses quantitatives de données, s'appliquent à la matérialité même des images qui doivent être précisément codées et calibrées pour ce faire : l'image est fonctionnelle en ce qu'elle contient précisément, dans un format adéquat, les informations à traiter (23).

. D'autres tâches encore, qu'on pourrait appeler "tâches d'interprétation" s'appliquent aux objets et phénomènes par le biais des images qui en représentent symboliquement certaines propriétés, sans que l'élève ne sache à l'avance lesquelles ; s'instaure alors un va-et-vient entre ce que l'on croit savoir des réalités représentées et le tableau visuel qu'en offre l'image : la tâche est ici d'abord de comprendre l'image pour comprendre le réel. Pour éviter que ne soient indûment imputées au réel des caractéristiques propres aux signifiants, il devient alors nécessaire de recourir à une plu-

différentes
activités
d'imagerie selon
les tâches

(22) On peut ici se référer aux études qui portent sur "les représentations fonctionnelles" dans les situations de travail, notamment quand ces représentations ne restent pas dans la tête des opérateurs mais sont matérialisées sous formes d'images graphiques : par exemple, J. Leplat, J.-M. Hoc, A. Weil-Fassina, P. Vermersch. Cf. aussi la notion d'*image opérative* de D.A. Ochanine (*Psychologie et Éducation*, 3, 2, 1978).

(23) Le travail de D. Beaufiles et J.-C. Le Touzé, "Des images pour des activités scientifiques", publié dans ce même numéro d'*Aster*, insiste tout particulièrement sur les propriétés fonctionnelles que doivent présenter les images pour se prêter à des activités de mesure et d'analyse en sciences physiques.

ralité de représentations, chacune apportant ses pertinences spécifiques.

. Enfin, toutes les tâches qui visent à élaborer des expressions imagées, que ce soit à partir d'autres images, de fragments figuratifs, de données numériques ou langagières, d'observations, ou encore à partir de ses propres représentations internes, situent les fonctionnalités de l'image à un autre niveau, celui des contraintes d'explicitation et d'organisation visuelle, susceptibles de structurer en retour les contenus de pensée que traduit l'expression imagée (24) : à travers l'activité de réalisation graphique, l'élève manipule symboliquement des aspects du réel, c'est-à-dire les représentations mentales qu'il s'en forme.

Ainsi les activités d'imagerie ne s'inscrivent-elles pas dans les mêmes logiques fonctionnelles selon les tâches qui les sollicitent et les utilisent. Mais quel que soit le degré d'extériorité de ces tâches par rapport à l'image, depuis celles qui portent sur une réalité concrète que l'image aide à structurer jusqu'à celles qui consistent à mettre en image un contenu de pensée, toujours l'image sert de support fonctionnel à des activités de traitement qui mettent en jeu des représentations internes de la réalité. Dans le cas des "usages pratiques", l'image sert à simuler des actions sur l'objet, et donc à agir par anticipation sur les représentations que l'image permet de s'en faire. Dans le cas des réalisations graphiques, l'image est toujours, là aussi, un support d'activités mentales, mais un support qui enregistre et conserve la trace des traitements symboliques du réel, alors que dans d'autres situations, il faut aller chercher ces traces dans des conduites effectives ou des productions verbales.

Ce qui finalement est plus ou moins extérieur à l'image, selon les situations proposées, ce n'est pas l'activité, mais le résultat de cette activité. Dès lors, ce n'est pas seulement du point de vue des résultats qu'elles permettent d'obtenir, que les images peuvent avoir des propriétés fonctionnelles, mais du point de vue des **opérations** qu'elles permettent d'exercer. Ce qui importe, en effet, dans les tâches proposées aux élèves, ce n'est pas le but assigné, qui n'est qu'un inducteur d'activités, mais bien les procédures mises en jeu pour y parvenir, et au travers desquelles se construisent des apprentissages (25). Faut-il préciser que l'essentiel ne réside

fonctionnalités
des images
par rapport à
des activités
de pensée

(24) Les graphismes produits peuvent, bien entendu, être utilisés dans des tâches ultérieures, par exemple, de communication, de fabrication d'objets ou de comparaison avec d'autres images.

(25) De ce point de vue, les "situations-images" se distinguent doublement des usages qui sont faits des images en dehors de l'école : d'une part, elles associent aux images quelque chose à faire, ce qui les distingue des usages de loisir ; d'autre part, les tâches à réaliser avec les images n'ont d'intérêt que par les apprentissages qu'elles permettent d'induire, ce qui les distingue des pratiques utilitaires de l'image, qu'elles soient professionnelles ou vulgarisées.

pas non plus dans les actions matérielles qu'autorisent les images mais dans les activités mentales qui les sous-tendent ? Simplement, la médiation matérielle des images est indispensable pour que ces activités aient lieu, se règlent et s'organisent.

- L'image, espace analogique de traitement et de mise en forme du réel

fonctionnalités
des images en
tant que
constructions
sémiotiques

Les propriétés fonctionnelles des images consistent d'abord en l'éventail des actions qu'elles rendent possibles. Les images, dont il est ici question, ne sont pas des entités mentales (26) : elles sont inscrites sur des supports, associées à des dispositifs techniques de traitement et s'offrent au regard selon des modalités de présentation différentes. Les images ont donc ce qu'il convient de nommer des "*fonctionnalités matérielles*". C'est de ce point de vue que nous nous sommes placés, précédemment, quand il s'agissait de caractériser les données des situations-images (27). Mais les images sont des modes de représentation spécifiques : la façon dont l'information y est codée les distingue clairement, par exemple, des représentations linguistiques (28) ; il importe alors de s'interroger sur leurs "*fonctionnalités sémiotiques*" : en quoi les images, en tant que constructions sémiotiques spécifiques, peuvent-elles favoriser l'élaboration et l'organisation de procédures de traitement, de manière à rendre opérantes les représentations que les élèves se font du monde ? C'est là, nous semble-t-il, l'un des aspects essentiels des fonctions que les images peuvent avoir dans les apprentissages scientifiques. Nous nous bornerons ici à évoquer deux propriétés majeures des représentations imagées : leur **caractère spatial** et leur **caractère analogique**.

l'image comme
représentation
spatiale...

. Ce qui est commun à toutes les images est l'organisation spatiale des informations qui permet de situer les traitements à plusieurs niveaux de regroupement des éléments. L'image permet non seulement de traiter des blocs d'informations (des "*patterns*") sans obliger à procéder analytiquement, elle permet aussi de maintenir la cohérence d'un tout

(26) Dans son ouvrage *Image et cognition*, M. Denis accorde une grande importance aux propriétés fonctionnelles des représentations imagées : ce qu'il développe concerne les images mentales, mais peut s'appliquer en grande partie aux images matérielles, sauf que celles-ci sont perceptibles et manipulables par l'intermédiaire de leurs supports physiques et qu'elles ne dérivent pas, loin s'en faut, de la seule perception visuelle. Les images matérielles peuvent, en outre, remplir une fonction de communication, que ne peuvent avoir les images mentales.

(27) Voir supra : 3. L'image au travail, § 3, p. 21.

(28) C'est ainsi qu'A.-M. Drouin écrit, pour définir le domaine hétérogène des images : « *On se donnera pour règle conventionnelle de désigner sous le nom d'image l'ensemble des objets ayant pour point commun de s'opposer au "langage" ou au "texte"* » (Aster, 4, 1987).

... est un format
de traitement

et l'ensemble des relations qui lui sont inhérentes pendant que l'examen se focalise sur des parties distinctes. À chaque image son propre mode de codage et de mise en forme du réel qui implique des procédures spécifiques de traitement : une vue en coupe, un histogramme, une carte, un dessin technique, une stroboscopie, une vue satellitaire, une pyramide des âges ne sont pas seulement des modes de représentation mais des outils de traitement qu'il faut apprendre à utiliser. Les images ne contribuent pas seulement à l'organisation des représentations du réel ; grâce aux modalités de traitement spatial qu'elles autorisent, elles contribuent aussi au réglage et à la structuration des actions, elles participent à l'élaboration des procédures (29). Au couple piagétien "figuratif-opératif", par trop antagoniste, nous proposerions volontiers de substituer l'articulation plus soudée "**figural-procédural**" pour souligner notamment que l'espace figural, loin d'être un obstacle aux opérations, en est un lieu privilégié de transposition et d'organisation (30) : l'espace visuel est un support de raisonnement (31), et l'on sait que toute la sémiologie graphique (32) repose sur l'art de convertir en relations spatiales les relations de distinction, d'ordre ou de proportion. L'espace de l'image est un

-
- (29) Dans "Outils graphiques, anticipation de la tâche, raisonnement" (*Aster*, 6, 1988), B. Peterfalvi souligne le rôle que peuvent jouer les outils graphiques dans l'organisation d'une démarche expérimentale. Par la vision globale qu'ils procurent, les outils graphiques, et tout particulièrement les tableaux, assurent une double articulation : d'une part, entre anticipation et réalisation effective de la tâche, d'autre part, entre le plan, intellectuel, des raisonnements et celui, matériel, de la succession des actions mises en œuvre.
- (30) Pour souligner aussi que les types de traitement sont intimement liés aux types de codage représentatif. Nous donnons ici à "**figure**" le sens exact d'arrangement de données, qui les dispose à être traitées selon certaines procédures.
- (31) F. Bresson parle de "*calcul figural*" et se plaît à rappeler l'exemple des nombres figurés, chers aux pythagoriciens. Il conclut justement son article "Compétence iconique, compétence linguistique" (1981, p.194) sur le pouvoir des figures pour penser : « *Le figural peut permettre des activités de pensée extrêmement élaborées. [...] L'intérêt de la considération de ces figurations abstraites (que sont les nombres figurés), c'est de faire apparaître que l'on peut penser par figure, ou avec des figures, et ceci d'une manière aussi complexe que la pensée par le langage.* » Les dernières lignes de l'article illustrent parfaitement notre propos : « *La "théorie" spontanée repose sur l'opposition d'un concret et d'un abstrait, d'un immédiat de l'image et d'une médiation du langage. Je pense qu'il est clair qu'il n'en est rien. Le problème est plutôt de développer une réflexion sur les pratiques possibles des différentes formes de représentation, sur les conditions de leur articulation entre elles et sur les conditions offertes pour développer les capacités de traitement des organisations figurales.* »
- (32) J. Bertin (1970, 1977) a particulièrement insisté sur la pertinence fonctionnelle de la "*construction graphique*". Cf. "La graphique" (in *Communications*, 15, 1970), *La graphique et le traitement graphique de l'information* (1977).

“format de traitement” permettant d’opérer sur toutes sortes de données, même les plus abstraites, les plus insaisissables, dès lors qu’elles viennent s’y produire sous une forme spatiale, à la portée de nos capacités de traitement visuel.

l’image comme
représentation
analogique...

. Les images ne sont pas seulement des représentations spatiales, mais des représentations analogiques. Le caractère analogique de l’image ne se limite pas à la ressemblance perceptive, qui n’en est qu’un cas très particulier ; nous ne désignons pas par là, non plus, le mode d’obtention ou le format d’inscription des données visualisables : l’image numérique ou l’image numérisée n’en perdent pas pour autant leurs propriétés analogiques du point de vue sémiotique. Une image graphique comme un histogramme est elle-même analogique puisque convertissant en variables visuelles continues, selon des règles de proportion, des grandeurs numériques. La fonction essentielle de l’analogie, dit à peu près C. Metz (33), est de transférer des significations. Nous dirions volontiers qu’elle est aussi de **transférer des procédés**. La reconnaissance d’une parenté des formes permet d’appliquer à de nouvelles situations les schèmes de traitement et de résolution construits au travers d’expériences antérieures (34). La perception visuelle des choses constitue sans nul doute le lieu d’élaboration première de ces schèmes d’action. Mais les images elles-mêmes, en vertu de leurs propriétés analogiques, contribuent à tisser tout un ensemble de correspondances, tout un jeu d’assonances-dissonances, assurant l’extension autant que la différenciation progressive des structures de traitement de la réalité. L’analogie n’est pas seulement ce qui relie l’image au monde, mais ce qui, d’une image à l’autre, relie entre elles les représentations plurielles du monde, de sorte que s’y appliquent des traitements semblables. Les images permettent d’entrer dans les phénomènes, de les rendre commensurables et de faire apparaître des similitudes à un niveau que la seule perception directe ne peut dévoiler : ainsi la courbe de Gauss permet-elle de regrouper sous le même modèle des phénomènes de probabilité de tous ordres qui ont en commun de se répartir selon

... permet
l’assimilation de
nouvelles
situations

(33) Cf. C. Metz, “Au delà de l’analogie, l’image”, *Communications*, 15, 1970 : « L’analogique, entre autres choses, est un moyen de transférer des codes. »

(34) L’analogie met en mouvement les “structures assimilatrices de nouvelles situations”, ce que les cognitivistes, dans la lignée des théoriciens de la Forme, nomment diversement “schéma”, “cadre”, “scénario”, “plan”, “script”, “prototype”, “collection”, etc. Dans son article “Compétence iconique, compétence linguistique” (1981), F. Bresson souligne l’extrême précocité chez les bébés (dès les premières semaines de la vie) d’une capacité de traitement des formes ; il cite des travaux mettant en évidence que, dès le cinquième mois, les enfants sont tout à fait sensibles à la similarité entre une photographie et l’objet familier qu’elle représente.

une distribution normale. Les “invariants opératoires” (35), par lesquels la pensée a prise sur le réel, ont-ils d'autres fondements que l'analogie ? (36)

Ainsi, les images, articulées à des “domaines de tâches” (37) ont-elles des pertinences notionnelles et fonctionnelles permettant aux élèves de manipuler des connaissances au travers des éléments symboliques sur lesquels porte leur activité : dans quelle mesure vont-ils s'approprier ces schèmes de représentation et de traitement, de sorte que le travail sur l'image soit authentiquement un travail de la connaissance ?

5.2. Difficultés de la tâche et stratégies des élèves

Dispositifs de médiation permettant à un sujet d'agir sur un objet par le moyen symbolique d'une image, telles pourraient se définir les situations-images. Une situation-image est un système “objectivé” de représentation et de traitement dont la visée est de rendre le réel représentable et manipulable. Elle comporte donc pour les élèves une **complexité cognitive** (38), qui tient en partie à la nature des images qu'il leur est demandé de lire, modifier ou produire, en partie à la nature des tâches dont ces images font l'objet.

- Premier niveau de cette complexité des images : leur dimension sémiotique, c'est-à-dire l'activité de codage-décodage qu'elles impliquent de la part des élèves. Mais les règles de représentation recouvrent un niveau plus profond, qui est celui-là même des **structures de représentation** par lesquelles les images “construisent” les réalités qu'elles présentent : les schèmes d'organisation de l'espace et du temps, les formes, partitions et relations au travers desquelles elles donnent à penser le monde. Là réside, à proprement parler, la dimension épistémique des images. S'il est une raison pouvant justifier la place des images dans les

difficultés des images...

-
- (35) On peut relier ce propos à celui que développe G. Vergnaud, à travers la notion d’*“homomorphisme”*. Cf., par exemple “Concepts et schèmes dans une théorie opératoire de la représentation” (in *Psychologie Française*, 30, 3-4, 1985) ou encore “Homomorphismes réel-représentation et signifié-signifiant” (in *Didaskalia*, 5, 1994).
- (36) Dans *Éloge de la simulation* (1986), P. Quéau parle de « cette “*pulsion analogique*” apparemment constitutive de notre pensée ». Dans *Le virtuel* (Champ Vallon, 1993, p. 182), il cite le mot de Platon : « *L'analogie maintient tout.* »
- (37) Par cette expression, proche de ce que G. Vergnaud appelle “*champ conceptuel*”, J.-M. Hoc (*Psychologie cognitive de la planification*, PUG, 1987) entend désigner un ensemble de situations associant, à des objets et à leurs propriétés, des représentations et des traitements qui leur sont liées.
- (38) A. Weill-Fassina développe une approche similaire dans son article “Complexité figurale et complexité opératoire dans la compréhension et l'utilisation de graphismes techniques” (*Bulletin de psychologie*, XLI, 386, 1988, p. 645-653).

apprentissages scientifiques, c'est bien de permettre aux élèves de s'approprier ces schèmes organisateurs dont elles sont porteuses, et qui les amènent justement à percevoir et structurer les choses d'une tout autre façon que ne peut le faire la perception ordinaire mais aussi selon d'autres découpages et d'autres articulations que ceux qu'impose le langage (39).

... et difficultés
des tâches
relatives aux
images

- Mais cette appropriation ne saurait se réaliser qu'au travers d'un **travail sur l'image** : il convient alors d'analyser la complexité que peut comporter une situation-image, non pas seulement sur le plan de ce qu'elle donne à voir mais sur le plan proprement opératoire, compte tenu de ce que la tâche exige de l'élève et compte tenu des "objets" que l'image permet de manipuler. Quelles sont les compétences requises par une tâche-image ? Peut-on raisonner indépendamment des objets sur lesquels on raisonne ? On sait l'importance qu'accordent les post-piagétiens (40) aux contenus et contextes, sources de ces "décalages horizontaux" difficiles à expliquer dans le cadre de la théorie opératoire de Piaget. Une tâche de sériation d'images n'est évidemment pas équivalente à une sériation de bâtonnets : que range-t-on quand on range des images ? On voit à quel point la difficulté de la tâche dépend du type d'image que l'élève est amené à traiter. De la tâche prescrite à l'activité réelle que déploie l'élève, il y a donc tout un ensemble de décalages et de dérives possibles (41). Un élève peut accomplir une tout autre tâche que celle qu'on lui demandait ; cela s'observe souvent, par exemple, quand l'élève se méprend sur le niveau de réponse qui lui est demandé, qu'il s'agisse d'une production verbale ou graphique : décrire au lieu d'expliquer, faire un croquis d'observation quand il est question de faire un plan, réunir

(39) Dans son article "La fonction crée l'organe" (in *Communications*, 33, *Apprendre des médias*), G. Salomon se pose une question voisine au sujet de l'influence des éléments symboliques propres aux médias, notamment cinéma et télévision, sur le développement cognitif : « Certains éléments des médias peuvent-ils être intériorisés et utilisés comme "instruments de la pensée" ? ». Ce thème de l'intériorisation des médiations symboliques s'inspire très directement de L.S. Vygotsky et J. Bruner.

(40) Citons, en particulier G. Vergnaud et J. Lautrey. La thèse de J. Lautrey (1987) prend précisément comme point de départ les nombreuses observations qui tendent à montrer l'influence des contenus sur les structures opératoires. Ce qui conduit l'auteur à proposer, pour expliquer le développement cognitif autant que le fonctionnement dans une tâche, l'idée d'une dialectique entre deux modes de traitement : l'*analogique* et le *propositionnel*, le premier étant justement sensible aux configurations globales, aux ressemblances et aux effets de contexte, le second procédant analytiquement par décomposition-recomposition des éléments.

(41) Sur ce point, voir par exemple : J. Leplat, J.-M. Hoc, "Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations" (*Cahiers de Psychologie Cognitive*, 3, 1983), notamment pour la distinction "tâche prescrite / tâche effective".

comment
les élèves
procèdent-ils ?

des éléments en classes au lieu de les ordonner, etc. Par ailleurs, pour une même tâche, des élèves peuvent procéder de multiples manières ; une même image peut être comprise de façons très différentes. Dans quelle mesure la consigne exerce-t-elle une influence sur la façon de traiter l'image, d'en sélectionner les informations pertinentes, aussi bien en lecture qu'en production ? Les variations des conduites peuvent tenir à la nature des images et au domaine de connaissance concerné ; elles peuvent dépendre des différences individuelles, des connaissances préalables, des procédures disponibles, des styles de traitement, variables d'un élève à l'autre. C'est l'objet actuel de nos investigations que de chercher à identifier les **stratégies des élèves** dans les situations-images qui leur sont proposées. Pour ce faire, deux sortes de dispositions sont envisagées.

- Certaines situations peuvent être aménagées de sorte que ne soient pas accessibles à l'observation seulement les productions finales mais les **cheminements** mêmes des élèves, par les traces ou verbalisations qui accompagnent le déroulement de leur activité. C'est le cas, par exemple, des situations sur ordinateur, par l'adjonction de modules d'enregistrement et d'analyse des réponses (42). C'est le cas aussi des situations où c'est le questionnement de l'adulte qui guide et oriente l'activité de l'élève en définissant, en quelque sorte, la tâche pas à pas (43).

l'explicitation
des activités
mentales liées
aux images

- D'autres dispositions visent à **faire expliciter** par les élèves eux-mêmes certains aspects de leur activité, à les faire revenir, de manière réflexive, sur leur propre démarche. Elles offrent l'intérêt de déclencher d'éventuelles prises de conscience qui peuvent être source de réorganisations conceptuelles (44). Ainsi, les phases de mise en commun sont, en elles-mêmes, des occasions d'explicitation : les élèves, en fin de tâche, confrontent les résultats auxquels ils sont parvenus, discutent des choix effectués, voire recherchent une solution commune. Une seconde manière consiste à inviter les élèves, chacun pour leur propre compte, à expliciter les motifs qui ont guidé leur activité, à justifier les choix opérés : ce type d'explicitation est souvent inclus dans la tâche même (45). Enfin, dans le prolonge-

(42) On trouve dans *Images, systèmes, modèles* (INRP, à paraître) un exemple de cette technique : "Dynamique des populations" (P. Lampin, IUFM Arras).

(43) On peut trouver ici-même, dans ce numéro d'*Aster*, un exemple avec le travail de P. Schneeberger et C. Gouanelle, notamment la première situation de lecture d'une photographie se rapportant à la fécondation.

(44) Cet aspect est abordé dans *Aster*, 12, *L'élève épistémologue*, et repris en partie dans *Compétences méthodologiques en sciences expérimentales*, chap. 4, p. 177-205 : "Compétences méthodologiques et métacognition" (1991).

(45) Les situations-images, pour beaucoup d'entre elles, impliquent des verbalisations. Il faut cependant distinguer entre les "verbalisations premières", qui expriment directement le résultat d'un travail d'ana-

ment d'une situation-image, on peut recourir à des "entretiens d'explicitation", s'inspirant de la méthodologie définie par P. Vermersch (1994) : après la tâche, quelques élèves, individuellement, sont mis en situation de restituer verbalement des contenus de pensée, des impressions et dialogues intérieurs qui ont pu accompagner leurs conduites (46).

Il est clair que chacune de ces approches comporte des biais, qui tiennent à l'influence de l'adulte ou à la perception de ses attentes, à l'induction des questionnements, à la part que prend l'imagination dans la restitution d'événements intérieurs, à la difficulté de mettre en mots ce qui n'est pas nécessairement "réfléchi" dans la conscience de l'élève. Par ailleurs, ces approches ne sont pas toujours compatibles avec les contraintes habituelles que comporte la conduite d'une classe : il faut les voir surtout comme des "zooms" très limités et très modestes par lesquels on tente d'élucider une part de ces immenses zones d'ombre que constitue l'activité des élèves dans leur rapport aux images.

6. IMAGES ET PARCOURS DE CONNAISSANCE

Une situation-image n'est que l'un des moments d'activité d'une démarche, plus complexe, de construction d'un savoir scientifique : elle ne constitue, pour les élèves, qu'un "exercice" possible dans une progression d'apprentissage. La question que nous posons ici est celle de la place et de la fonction des images dans la logique d'une démarche scientifique et non pas seulement dans des situations délimitées qui n'en représentent que des moments particuliers. Les séquences que nous avons expérimentées dans les classes consistent le plus souvent en un enchaînement de situations, dont certaines, d'ailleurs, n'impliquent pas d'activités d'imagerie proprement dites. Il est clair que la signification d'une situation-image, du point de vue des apprentissages scientifiques, provient de la "visée" (47) dans laquelle elle

les situations-
images, moments
d'une démarche

lyse ou de raisonnement sur l'image (la réponse étant demandée sous forme verbale), et les "verbalisations ajoutées", d'ordre métacognitif, qui explicitent le pourquoi des résultats fournis ou qui retracent la démarche suivie. Ce deuxième type de verbalisations — verbalisations d'explicitation — est souvent perçu comme nécessaire par l'enseignant quand justement la tâche s'accomplit de manière non verbale : si l'on demande, par exemple, à l'élève de choisir des images ou de les mettre en ordre, un deuxième temps consistera à lui faire justifier les solutions qu'il propose.

(46) Plusieurs exemples sont fournis dans *Images et construction de l'espace* (INRP, à paraître) : "Croquis de ville, conditions et genèse de l'expression cartographique" (M. Picrel, IUFM Cergy).

(47) Par exemple, en technologie, à l'école élémentaire, concevoir, fabriquer, faire fonctionner, analyser, apprendre à représenter... peuvent constituer des "visées" par rapport auxquelles s'ordonnent les différentes situations-images.

s'inscrit : quelles sont les connaissances qu'elle permet de manipuler ? sur quelles activités antérieures s'appuie-t-elle ? à quelles prochaines activités prépare-t-elle ? Une même situation-image, consistant par exemple, en une mise en séquence de photographies ou en une schématisation graphique, peut s'inscrire dans différentes logiques de progression. Si l'on veut faire jouer aux images un rôle essentiel dans les apprentissages scientifiques, il importe, comme nous l'avons souligné d'emblée, au début de cet article, de leur associer des tâches, c'est-à-dire de convertir les images en supports d'activités ; mais ceci n'est qu'une première étape. Les images, étant insérées dans des tâches fonctionnelles, restent à insérer, à leur tour, ces tâches-images dans des modules de travail, d'ordre supérieur, organisés autour d'un ensemble d'objectifs notionnels et méthodologiques. En d'autres termes, comment se situent les images, et les tâches qui leur sont associées, dans le processus d'élaboration des savoirs scientifiques que l'élève est appelé à mettre en œuvre ?

6.1. Les images, entre langage et réalité

Remarquons d'abord que dans ce processus interviennent, outre les images, des éléments de langage et des éléments de réalité. Transmissions verbales et observations du réel ont même assurément une place plus grande dans l'enseignement des sciences que les images elles-mêmes ; par ailleurs, langage et réalité donnent lieu à toutes sortes d'activités, puisque les élèves sont, en principe, assez généralement conviés à manipuler des textes et des objets, à en fabriquer eux-mêmes, en rapport ou non avec des images. Au sein même des situations-images, il n'est guère d'activités qui n'impliquent des verbalisations à comprendre ou à produire, et, dans de nombreux cas, le réel n'est pas seulement évoqué au travers d'images figuratives, il est présent et accessible à l'observation, voire à la manipulation, comme, par exemple, dans les situations de technologie. La question des rôles spécifiques que les images peuvent jouer dans la construction des savoirs scientifiques revient donc à poser celle de leurs rôles par rapport au langage d'une part, au réel d'autre part, et, très certainement, enfin, de leurs **rôles médiateurs** entre les deux. Toutes les considérations que nous avons développées jusqu'ici montrent bien que nous n'assignons pas seulement à l'image un "rôle par défaut", un rôle supplétif qu'on pourrait ainsi formuler : l'image, quand on ne peut plus dire, ou l'image quand on ne peut plus voir ; l'image quand le langage fait défaut ou que la réalité s'obstine à ne pas se montrer... Les images ne sont pas plus des substituts de réalité qu'elles ne sont des substituts de langage ; ou alors, il faut concevoir que la substitution transforme au point de rendre pensable et opérable, sous des formes originales, ce qui ne l'était pas dans le format initial. Nous aurions même un penchant à considérer la per-

une nécessaire
pluralité des
registres de
représentations
et d'activités

les images jettent
des ponts entre
le réel et le
discours

ception visuelle des choses comme une espèce d'image, car le "réel" ne se réduit pas à ce que nos sens en perçoivent, et nous ne serions pas loin d'accepter de considérer, avec F. Dagognet (1973, 1984), que les écritures conventionnelles sont aussi des espèces d'images (48). Remarquons simplement que par rapport au langage verbal, ce que nous avons jusqu'ici appelé "images" opère une mise en référence, pour ne pas dire une **mise en visibilité** (par le truchement d'un espace figural), alors que par rapport au réel, l'image opère une mise en symbole, pour ne pas dire une **mise en langage** (49) : mais l'image ne recopie pas le texte du monde, elle le réécrit.

les niveaux
d'images laissent
entrevoir des
progressions
possibles

Toutes sortes d'"images" interviennent donc dans les démarches de construction des savoirs scientifiques, toutes sortes d'images qui ont des pertinences différentes par rapport à ce que l'on étudie et qui présentent des niveaux différents de complexité pour ceux qui sont invités à les observer, les comprendre, les utiliser, les réorganiser, les fabriquer, en vue de construire, par leur médiation, des connaissances. La complexité d'une situation-image tient principalement, comme nous l'avons souligné, aux schèmes opératoires que sollicitent les tâches proposées, compte tenu des types d'images qu'il s'agit de travailler : ainsi les schèmes spatiaux que mobilise l'expression cartographique ne sont-ils pas de même niveau que ceux que requiert la compréhension d'une vue perspective du même territoire (50). La notion d'échelle implique des schèmes de proportionnalité dont on sait qu'ils ne sont guère acquis avant la fin de l'école élémentaire. La coordination des différentes vues d'un objet en trois dimensions implique des possibilités de décentration qui sont également fonction de l'âge. Les situations-images peuvent ainsi se distribuer selon des **progressions** qui, pour un domaine notionnel donné, prennent en compte non seulement la difficulté formelle des tâches demandées aux élèves mais aussi et surtout ce que nous appelons les "niveaux épistémiques" des images, c'est-à-dire les niveaux de traitement cognitif du réel qu'elles impliquent, aussi bien en compréhension qu'en production. Bien que les règles de codage soient, en elles-mêmes, sources possibles de nombreux obstacles (51), la difficulté d'une

(48) Textes et images ont au moins en commun d'être des "inscriptions", et l'on sait toute l'importance que leur accorde, par exemple, B. Latour (1985) dans l'élaboration des savoirs scientifiques.

(49) Nous avons développé cet aspect dans la conclusion d'*Images et construction de l'espace* (INRP, à paraître) : "De l'image à la pensée".

(50) Cf. *Images et construction de l'espace*, INRP, à paraître.

(51) Sur ce point, on peut se reporter à : "Aspects de la schématisation en didactique des sciences" (J.-P. Astolfi, Y. Ginsburger-Vogel, B. Peterfalvi, *Bulletin de psychologie*, p. 694-700, 1988), ainsi qu'à : "Obstacles liés à l'usage de graphismes" (J.-P. Astolfi, B. Peterfalvi, A. Vérin, *Compétences méthodologiques en sciences expérimentales*, p. 129-135, INRP, 1991).

image provient essentiellement de la complexité des propriétés et relations qui se trouvent, par son intermédiaire, devoir être appréhendées et manipulées. On peut alors considérer que le "niveau d'image" est l'une des dimensions susceptibles d'avoir une importance dans la construction d'une démarche de connaissance. Il paraît naturel, en effet, de commencer l'étude d'un domaine par des images proches des apparences perceptives pour progresser dans le sens d'images plus abstraites impliquant, par le biais de langages graphiques spécifiques, le maniement de structures conceptuelles plus difficiles d'accès : ainsi les images, prenant leurs distances d'avec le spectacle des apparences immédiates, permettraient de déplacer progressivement les activités cognitives du plan de la perception à celui de la conceptualisation, rendant ainsi possible la mise en langage de la réalité.

6.2. Figurer, schématiser, modéliser

Cependant, si l'on prend comme point de départ les conditions dans lesquelles nous percevons les choses, *hic et nunc*, c'est-à-dire les référents empiriques auxquels les élèves peuvent se rapporter, les images ne s'en éloignent pas dans une seule direction, qui serait celle de l'"abstrait", comme l'échelle d'iconicité d'A. Moles (52) semble le supposer, mais plutôt dans trois directions bien différentes. D'abord, elles amènent au visible ce que nos sens ne peuvent par eux-mêmes percevoir ; ainsi nous permettent-elles d'observer l'invisible. Ensuite, elles structurent les choses, les rendent lisibles, en nous donnant à voir non pas tant un "réel", qu'un savoir organisé sur le réel ; elles imposent à la réalité les schèmes de la pensée. Enfin, les images nous arrachent aux déterminations du réel en nous faisant concevoir des mondes possibles ; elles modélisent et simulent pour explorer ou faire comprendre la complexité de notre monde réel. *« Les images comportent ainsi une triple puissance de figuration, de schématisation et de modélisation. Nous dirons qu'elles assument une triple visée : rendre visible, rendre lisible, rendre prévisible... On peut dès lors apercevoir le lien étroit que les images entretiennent avec les démarches scientifiques et les singulières possibilités qu'elles ouvrent d'observer le monde, de le conceptualiser et de le manipuler*

les images
s'éloignent de
la perception
dans trois
directions
différentes

figurer,
schématiser,
modéliser

(52) A. Moles développe dans *L'image, communication fonctionnelle* (1981), dans le chapitre II qu'il consacre au schéma, l'idée d'une "échelle d'iconicité" (iconicité décroissante, corrélatrice d'une abstraction croissante). Cette dimension de "schématisation", sur laquelle peuvent se situer les différentes sortes d'images selon leur degré d'abstraction, est reprise par l'auteur dans de nombreux écrits. Cette échelle, qui comporte initialement chez A. Moles 12 degrés d'abstraction, n'en comporte plus que 5 dans l'emprunt qu'en fait A.-M. Drouin (*Aster*, 4).

par l'interposition de représentations symboliques qui sont des médiations de connaissance. » (53)

- Dans ce travail de la connaissance, le rôle premier de l'image n'est pas de quitter le plan de la perception, mais tout au contraire d'y ramener de la manière la plus sensible, par des procédés symboliques de figuration, ce qui échappe à l'emprise de nos sens : son rôle est d'abord de convocation et de mise en évidence des objets à connaître. Certes, l'image peut se limiter à les évoquer quand ils nous sont familiers et qu'il s'agit surtout de les désigner, de les reconnaître comme étant ce à quoi le discours se réfère, mais toute la puissance de l'image consiste à permettre au regard d'explorer ce qui lui est par nature inaccessible : quels que soient leurs procédés d'obtention, les images sont d'abord des "révélateurs". Ainsi permettent-elles d'élargir la base des données à considérer, les phénomènes et contextes de référence par rapport auxquels les connaissances à construire prendront leur sens.

le travail
de l'image...

- Mais les images n'ont pas seulement une puissance de captation, elles filtrent, délimitent, décomposent, simplifient : elles fonctionnent comme des "analyseurs". Leur rôle n'est plus alors d'observation, mais de structuration des données : ainsi en est-il des schémas, cartes, diagrammes et tableaux. À ce niveau, l'espace de l'image n'est plus seulement un espace de visualisation, mais un espace de traitement graphique permettant surtout de faire apparaître des relations, de distinguer, de classer, d'ordonner, de hiérarchiser. « La schématisation, dit A. Moles, augmente la lisibilité du monde... elle est l'outil essentiel de la pensée. » (54) On retrouve là comme un écho de la formule célèbre d'E. Goblot : « Penser, c'est schématiser. »

- Enfin, l'image reconfigure le réel à sa manière, elle le reconstruit et le fait fonctionner en le faisant apparaître comme une conséquence de la construction symbolique qu'elle propose : elle prend de l'avance sur la réalité, elle en fournit des modèles, c'est-à-dire des matrices ou encore des vues de l'esprit, selon qu'elle fait preuve de calcul ou d'imagination. En termes piagétiens, nous dirions volontiers qu'elle n'est plus sur le versant accommodateur de la connaissance mais sur le versant assimilateur (55). Un

(53) Cf. G. Mottet, *Le travail de l'image : figures, schémas, modèles* (document interne INRP, 1989), fragment repris dans "Représentations imagées et traitement des connaissances", in *Technologies nouvelles et éducation. Le point sur les recherches achevées à l'INRP en 1991 et 1992* (INRP, 1993). Cf. aussi *Volcans et tremblements de terre* (INRP, 1995), p. 53-57, p. 236-239.

(54) Cf. A. Moles, "La visualisation thématique du monde", in *Nouvelles images, nouveau réel* (1987).

(55) Chez Piaget, perceptions, imitations, images mentales sont des instruments "figuratifs" par lesquels le sujet s'accommode à son environnement, tandis que schèmes sensori-moteurs et opérations sont les instruments "opératifs" par lesquels il assimile le réel à ses propres structures.

... est un travail
de la
connaissance

modèle graphique est opératoire en ce qu'il est un instrument dont la fonction n'est plus seulement de représenter une réalité, quel que soit son niveau de généralité, mais d'en simuler certains aspects et donc d'en générer, par manipulation symbolique, de multiples versions possibles. Les images n'ont plus alors simplement des vertus de mise en évidence ou d'analyse du réel, elles fonctionnent comme des "synthétiseurs" (56). Reste à "accorder" les représentations qu'elles génèrent aux observables qu'elles fournissent par ailleurs.

Ainsi semble se dessiner comme un **parcours de connaissance** au terme duquel l'image n'a plus en charge de véhiculer les formes perçues de la réalité mais d'exprimer les modélisations provisoires de la pensée. Les trois directions d'imagerie que nous venons de signaler — figurer, schématiser, modéliser — peuvent être vues comme des indications d'étapes dans la construction des savoirs scientifiques par les élèves (57). À chacune de ces étapes, le rôle permanent de l'image est de transposer dans le registre de la perception visuelle ce qui lui échappe, et, ce faisant, de permettre une emprise possible sur ce qui est représenté. Mais ce parcours n'est qu'indicatif et les différences peuvent s'avérer nombreuses selon les domaines d'étude considérés et selon les objectifs visés ; les incursions dans chacune des directions d'imagerie peuvent être plus ou moins poussées. Ainsi, selon le thème abordé, il est possible que le travail d'observation soit réduit au profit d'un travail plus important de structuration ou représente au contraire l'essentiel des activités proposées aux élèves ; quant aux démarches de modélisation, peu de domaines s'y prêtent encore à l'école élémentaire (58), mais est-ce en raison des difficultés de l'approche ou du manque de supports appropriés ?

(56) Cf. P. Quéau (*Le virtuel*, op. cit., p. 174) : « Toute image est **synthétique**. On n'entend pas ici le mot de "synthèse" au sens de "génération par ordinateur", mais au sens de "corrélation". »

(57) Les niveaux de traitement cognitif du réel, qu'impliquent les images, ne doivent pas être confondus avec des étapes pédagogiques ; celles-ci peuvent, cependant, dans leur progression, les prendre en compte comme d'ailleurs cela se voit dans les illustrations de la plupart des manuels scolaires. Analysant l'imagerie didactique liée à la géologie, nous notons dans *Volcans et tremblements de terre* (1995) : « Une photographie vient généralement avant une vue en coupe, une carte de répartition des volcans avant une carte fléchée des mouvements des plaques tectoniques, une vue du fond des océans avant la schématisation du rift océanique. »

(58) Voir plusieurs exemples développés dans *Images, systèmes, modèles* (INRP, 1996, à paraître). Sur la question de la modélisation à l'école élémentaire, voir aussi : *Modèles et modélisation* (Aster, 7, 1988) ainsi que les deux ouvrages issus des travaux de l'équipe INRP/LIREST sur *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences* (INRP, 1992 et 1994).

7. CONCLUSION : LA MÉDIATION DES IMAGES ET DES ACTIVITÉS

7.1. Par la médiation des images, tisser des relations multiples

Ce parcours de connaissance, que suggèrent les différentes catégories d'images, de par les actes cognitifs qu'elles présupposent, est loin d'être linéaire et à sens unique. Connaître, en effet, n'est pas se détourner des apparences, mais en rendre compte, et donc toujours y revenir (59). Aussi, les images n'ont-elles pas pour fonction de nous éloigner du réel que nous percevons, mais de le comprendre tel qu'en lui-même, c'est-à-dire de le situer au **croisement des multiples représentations** qu'elles nous offrent, celles de l'invisible, de l'abstrait, du possible. Un modèle, s'il est autre chose qu'une métaphore, se confronte à l'expérience ; un concept s'éprouve dans des contextes particuliers ; ce qui échappe à la perception (l'infiniment grand, petit, rapide, lent, le rayonnement non visible...) a besoin d'être rapporté à nos propres échelles de référence, à notre propre "mesure". L'image alors fait aussi retour au réel ; par d'incessantes navettes, elle travaille à tisser des liens entre différents niveaux et différents registres de représentation : son rôle n'est pas tant de présenter que de connecter et de rassembler. Du point de vue de la construction des connaissances, la signification des images ne réside pas tant dans les informations qu'elles livrent que dans les **trajets cognitifs** qu'elles rendent possibles. Les différentes progressions d'apprentissage, que nous avons expérimentées dans les classes, mettent bien en évidence ce va-et-vient constant qu'assurent les images entre le connu et l'inconnu, l'ici et l'ailleurs, le présent et l'absent, le concret et l'abstrait, le phénomène et son modèle, la réalité et la fiction : l'analogie ne fonctionne pas seulement entre une image et son référent, mais d'une image à l'autre ; son rôle est de propager des schèmes d'intelligibilité. Une situation-image n'est que l'un de ces moments privilégiés, parmi d'autres, où des représentations entrent en résonnance, l'activité de l'élève consistant essentiellement en une "activation de représentations". Ainsi se construit peu à peu une intelligence du réel, par mise en correspondance et mise en réseau d'une multiplicité de représentations.

les images créent
des liens de
toutes sortes...

(59) Le parcours de connaissance, indiqué précédemment (figurer - schématiser - modéliser), implique justement, dans sa logique, de constants va-et-vient entre constructions de pensée et réalité empirique.

... équivalences
paradigmatiques...

Propagation dans le sens **paradigmatique**, mais propagation aussi dans le sens **syntagmatique** (60) : les activités auxquelles donnent lieu les images permettent de dégager des formes intelligibles, sous lesquelles par comparaison se rassemblent ou s'opposent les réalités représentées ; elles ont aussi pour visée de raccorder entre elles les représentations, de les articuler, de les agencer de manière à construire des ensembles, permettant ainsi de rétablir en pensée les continuités, les connexions, les cohérences que la perception des choses ne nous montre pas. Accorder et raccorder les représentations : double processus par lequel les représentations se relient les unes aux autres, par le jeu des "analogies" d'une part, par celui des "implications" d'autre part (61). Au travers des images s'opère un double travail :

... articulations
syntagmatiques

- travail de la similarité et de la différence, qui ouvre la voie aux généralisations conceptuelles, qui en provoque l'extension ou le remaniement ;
- travail des combinaisons et recombinaisons figurales, par le jeu desquelles se dégagent, d'un contexte à l'autre, des régularités, des équilibres, des invariances.

Tout à la fois l'image décline et conjugue, ordonne et coordonne, instaure des séries d'équivalences et des mises en système (62). "Faire image", c'est donner à comprendre par

(60) La terminologie "paradigme/syntagme" (L. Hjelmslev, A. Martinet) est devenue la plus courante pour distinguer ce que F. de Saussure appelait "*rappports associatifs*" et "*rappports syntagmatiques*". Issue de la linguistique, cette distinction, dont on sait la portée générale que lui a donnée R. Jakobson, est capitale pour analyser les "structures de représentation", qu'elles soient cognitives ou objectivées dans des systèmes sémiotiques. L'axe paradigmatique est celui des "substitutions" ou "sélections" (ou-ou) fondées sur la similarité (C. Metz parle plus justement de "comparabilité"), la dimension syntagmatique est celle des "combinaisons" ou "articulations" (et-et) fondée sur la contiguïté, c'est-à-dire la coprésence des éléments dans une configuration d'ensemble (ou dans une chaîne textuelle). La métaphore est une figure paradigmatique, la métonymie une figure syntagmatique : la première se fonde sur des rapports de ressemblance, la seconde sur des rapports de contiguïté, spatiale, temporelle ou causale. On peut expliquer un phénomène particulier par la loi générale à laquelle il obéit (paradigme), ou par ses causes immédiates (syntagme). Pour approfondir, se reporter notamment à C. Metz (1977).

(61) Dans *Images et construction de l'espace* (INRP, à paraître), nous nous référons à la notion piagétienne d'"*implications significantes*". Voir, en particulier, dans la conclusion, la partie 3 : "Niveaux d'image, niveaux de pensée".

(62) On peut rapprocher cette analyse de celle que développe J.-F. Vezin à propos des schémas : outre leur "*valeur de concrétude*", les schémas ont une "*valeur de généralité*" et une "*valeur synoptique*". La valeur de généralité correspond, pour nous, à une certaine position sur l'axe paradigmatique ; la valeur synoptique joue, quant à elle, sur la dimension syntagmatique par laquelle l'image donne à voir une simultanéité de relations. On sait qu'A. Moles (1981) discerne aussi, dans l'univers des schémas, deux dimensions fondamentales : leur degré d'abstraction (iconicité décroissante) et leur degré de complexité (nombre d'éléments en inter-relation).

le moyen d'une analogie ("voir comme..." disait L. Wittgenstein (63)), mais c'est aussi relier des éléments disjoints en une vue d'ensemble, les rassembler en un réseau d'implications réciproques ("voir ensemble...").

L'analyse des activités qu'impliquent les situations-images fait clairement apparaître ces deux sortes de mises en relation fondamentales : équivalences paradigmatiques et articulations syntagmatiques. À première vue, certaines situations assignent plutôt à l'élève des tâches de recherche ou de production d'équivalences : ainsi, les situations de comparaison multi-objet, de coordination multi-vision, d'appariement de données ou encore de traduction graphique. D'autres situations-images sont nettement orientées vers la construction et l'assemblage syntagmatique : ainsi, les situations d'organisation figurale, de conversion figurale, de modélisation graphique ou encore de développement graphique, quand il s'agit par exemple de compléter des schémas par des flèches. En fait, si l'on y regarde de plus près, toutes les situations-images comportent cette double dimension, qui consiste à circuler dans l'univers des représentations en en reliant les éléments selon un **principe de ressemblance** ou selon un **principe de connectivité**. Demander à l'élève un rappel graphique, ce n'est pas seulement l'inviter à restituer une équivalence figurative, c'est l'amener à faire un travail de réagencement interne des éléments rappelés. De même, une tâche de conversion figurale implique, à travers le réarrangement des éléments, la conservation d'invariants. Quelles que soient les activités qu'elles mettent en jeu, les situations-images sont, pour les élèves, productrices de séries indéfinies d'équivalences et révélatrices de nouvelles corrélations et solidarités entre les choses.

encore faut-il
que les élèves
actualisent
ces liens...

... au travers
d'activités
d'imagerie...

... qui leur
permettent de
travailler sur leurs
propres
représentations

D'une image à l'autre, entre images et textes ou au sein d'une même image, ces mises en relation ne sont pas à constater, mais à construire. Que les images soient données à lire, qu'il s'agisse de les assembler entre elles, qu'elles fassent l'objet de transformations ou qu'elles soient le produit d'une expression de l'élève, les activités ont toujours pour sens **d'effectuer ces mises en relation** auxquelles invitent les images, et, ce faisant, d'activer et de mettre en fonctionnement des représentations internes de la réalité. Les représentations mentales des élèves ne sont pas seulement mobilisées quand il s'agit d'en produire une expression graphique, mais dans tout acte de lecture et d'interprétation. Par le biais des images, les élèves travaillent sur leurs propres représentations du monde, c'est-à-dire justement sur ces liens — de correspondance et d'articulation, d'accord et de raccord — qu'ils établissent mentalement entre les choses. Les tâches qui portent sur les images ne portent donc ni sur le support matériel de ces images, ni même sur

(63) Cf. L. Wittgenstein, *Investigations philosophiques*, IIe partie (1953, trad. fr. Gallimard, 1972).

leurs référents empiriques, mais sur les conceptions du réel qui vont se trouver ainsi activées, interpellées, remises en jeu et retravaillées.

7.2. Par la médiation des activités, s'approprier les images

Si nous voulions résumer la thèse que nous avons défendue tout au long de ce travail, nous dirions qu'il est illusoire de croire en un lien direct entre images et acquisition de connaissances : ce lien ne s'établit que par l'intermédiaire des activités et des démarches de pensée que les images rendent possibles, compte tenu de la nature de ces images et des tâches fonctionnelles qui leur sont associées. Or, si les activités relatives aux images ont une signification par rapport à des apprentissages scientifiques, c'est qu'elles impliquent la mise en jeu et la manipulation de représentations internes, qui sont des constructions mentales du réel. Ainsi s'instaure, par le biais des activités, une confrontation dialectique entre les constructions symboliques propres aux images et les constructions mentales dont les élèves disposent : dialogue de l'image et de la pensée. La différence entre regarder des images sans plus et une tâche de sériation d'images est que celle-ci provoque à un plus haut degré l'activation et la mise à l'épreuve des liens et des trames de pensée au travers desquels les élèves se représentent les choses.

En ce sens, les images ne sont pas des moyens pour communiquer des connaissances, mais pour les élaborer au travers d'activités qui ont pour effet de solliciter et de remettre en cause les modèles mentaux déjà construits. Évoquons à grands traits, pour conclure, quelques-unes de leurs **fonctions élaboratives**. La fonction première des images est de servir de points d'application à des activités — activités d'observation, de mise en relation et de construction de sens, dont le propre est justement d'activer des représentations. Une autre fonction est de permettre aux élèves de manipuler des entités abstraites par le biais des figurations qui leur correspondent, comme le fait le géomètre à travers la figure qu'il trace : les images matérielles sont bien en ce sens des "supports" permettant d'objectiver, de mettre en visibilité, de placer sur le terrain de la perception et de la manipulation externe le jeu interne des représentations (64).

ce ne sont pas
les images qui
font apprendre
mais les activités
d'imagerie

l'image
activante...

...l'image
correspondante...

(64) Cette fonction "sensible" de l'image est régulièrement soulignée par les auteurs qui l'opposent à l'abstraction des concepts. Dans sa caractérisation des schémas, J.-F. Vezin parle de "*valeur de concrétude*" ou encore de "*valeur d'objectivation*", ce que A.-M. Drouin (1987) reprend sous l'expression "*pouvoir de concrétisation*". J.-F. Vezin distingue également entre le réalisme immédiat d'un schéma descriptif et le "pseudo-réalisme" par lequel le schéma habille une connaissance abstraite sous les apparences d'un objet concret ; dans le même sens, J.-P. Astolfi, Y. Ginsburger-Vogel et B. Peterfalvi (1988), puis J.-P. Astolfi, B. Peterfalvi et A. Vérin

...l'image
questionnante...

...l'image
structurante

Les images, par les données ou configurations nouvelles qu'elles présentent, sont susceptibles de résister au pouvoir assimilateur des conceptions, de créer des "conflits cognitifs", sources possibles de remaniement et de restructuration : elles obligent, de proche en proche, à une rééquilibration des représentations, elles ont une fonction questionnante. Par les structures qui les caractérisent, enfin, les images invitent à une "mise en ordre graphique" des contenus de représentation (65) ; qu'il s'agisse de comprendre une coupe, une carte, un schéma d'électricité, ou qu'il s'agisse de les réaliser, toujours l'image impose à la pensée sa discipline, ses règles d'expression et d'organisation, son lexique des formes et sa syntaxe figurale.

Les activités relatives aux images ont pour signification, comme nous l'avons amplement souligné, de permettre aux élèves de se construire tout un répertoire diversifié de schémas de représentation ; grâce à ces instruments, il leur devient possible non seulement d'imaginer les choses en allant bien au-delà de ce qu'en donne à saisir la perception, mais de les organiser en pensée, de les concevoir, de les relier de multiples façons, de les anticiper, de les recombinaisonner. Ces activités visent essentiellement à leur permettre de **s'approprier les images** : ainsi pourraient-ils apprendre à s'en servir comme de véritables langages opératifs de la pensée, comme des instruments de manipulation et d'intégration des connaissances. Car les images inscrites sur des supports aussi bien que celles que nous portons dans la tête, risqueraient finalement, sans les activités qui les animent, de n'être que des illusions de centration, des effets déformants, comme le sont les perceptions sans les compensations d'une pensée opératoire.

Gérard MOTTET
Département "Technologies nouvelles
et éducation"
INRP

(1991) parlent "d'effets de concrétisation" en distinguant "réalisme premier" et "concrétisation secondaire".

- (65) Dans leur ouvrage *Compétences méthodologiques en sciences expérimentales* (1991), J.-P. Astolfi, B. Peterfalvi et A. Vérin insistent sur le rôle structurant de l'écriture et des graphismes en général : « la mise en forme textuelle est souvent l'occasion, et même le support, d'une mise en forme d'ordre conceptuel ». Ainsi peut-on dire des langages graphiques qu'ils sont des outils de pensée. C'est la thèse que développe J. Goody, dans *La raison graphique* (1977), qui souligne combien la dimension spatio-visuelle de certaines structures de représentation contribue à la mise en ordre de la pensée.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Communications, 15, L'analyse des images (1970).

Communications, 33, Apprendre des médias (1981).

Image et science (1985), Centre Georges-Pompidou, Herscher.

Cahiers Internationaux de Sociologie, vol LXXXII, Nouvelles images, nouveau réel (1987), PUF.

Le Courrier du CNRS, 66-67-68, Imageries scientifiques (1987), Éditions du CNRS.

Aster, 4, Communiquer les sciences (1987), INRP.

Cibles, 25, La schématisation (1991).

ASTOLFI J.-P., GINSBURGER-VOGEL Y., PETERFALVI B., (1988), "Aspects de la schématisation en didactique des sciences". In *Bulletin de Psychologie*, 386, XLI, 13-16, p. 694-700.

ASTOLFI J.-P., PETERFALVI B., VÉRIN A. (1991), *Compétences méthodologiques en sciences expérimentales*, INRP.

BERTIN J. (1970), "La graphique". In *Communications*, 15.

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

BRESSON F. (1981), "Compétence iconique, compétence linguistique". In *Communications*, 33.

BRESSON F. (1987), "Les fonctions de représentation et de communication". In *Psychologie* (Piaget, Mounoud, Bronckart), Gallimard, p. 933-982.

DAGOGNET F. (1973), *Écriture et iconographie*, Vrin.

DAGOGNET F. (1984), *Philosophie de l'image*, Vrin.

DENIS M. (1989), *Image et cognition*, PUF.

DROUIN A.-M. (1987), "Des images et des sciences". In *Aster*, 4, Communiquer les sciences, INRP.

DUVAL R. (1995), *Sémiosis et pensée humaine. Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*, Peter Lang.

GIORDAN A., MARTINAND J.-L., éd. (1984), *Signes et discours dans l'éducation et la vulgarisation scientifiques, Actes des 6èmes journées internationales sur l'éducation scientifique de Chamonix*, Université Paris VII.

- GIORDAN A., MARTINAND J.-L., éd. (1987), *Modèles et simulation, Actes des 9èmes journées internationales sur l'éducation scientifique de Chamonix*, Université Paris VII.
- GOODY J. (1979), *La raison graphique*, Seuil.
- JACOBI D. (1984), "Figures et figurabilité de la science dans des revues de vulgarisation". In *Langages*, 75, Larousse, p. 23-42.
- JACOBI D. (1987), *Textes et images de la vulgarisation scientifique*, Peter Lang.
- JACOBI D., VEZIN J.-F. (1988), "La communication par images". In *Bulletin de Psychologie*, 386, XLI, 13-16.
- JACQUINOT G. (1977), *Image et pédagogie*, PUF.
- JAKOBSON R. (1956), "Deux aspects du langage et deux types d'aphasies". In *Fundamentals of Language*, La Haye (Trad. in *Essais de Linguistique générale*, chap. II, Éditions de Minuit, 1963).
- LATOURE B., NOBLET J., éd. (1985), "Les vues de l'esprit". In *Culture technique*, 14, CRCT.
- LAUTREY J. (1987), *Structures et fonctionnements dans le développement cognitif*, Thèse d'état, Paris V.
- METZ C. (1977), "Métaphore / Métonymie, ou le référent imaginaire". In *Le signifiant imaginaire*, 10/18.
- MOLES A. (1981), *L'image, communication fonctionnelle*, Casterman.
- MOLES A. (1985), "Une approche fonctionnelle de l'image scientifique". In *Prospective et santé*, 33.
- MOTTET G. (1993), "Représentations imagées et traitement des connaissances. Images et connaissances scientifiques à l'école élémentaire". In *Technologies nouvelles et éducation. Le point sur les recherches achevées en 1991-1992*, INRP, p. 59-68.
- MOTTET G. (1993), "Images et démarches scientifiques, une orientation de recherche". In Giordan A., Martinand J.-L., Raichvarg D., éd., *Science et technique en spectacle. Actes des 15èmes journées internationales sur la communication, l'éducation et la culture scientifique*, Université Paris VII.
- MOTTET G. (à paraître), *De la vulgarisation aux activités scientifiques. Un dessin animé à l'école*, INRP.
- MOTTET G. & al. (1994), "Des images pour apprendre les sciences. Approche de la diversité des rôles de l'image dans la construction des connaissances et des démarches scientifiques". *Actes du Colloque "Audiovisuel et formation des enseignants"*, INRP, p. 117-146.

MOTTET G. & al. (1995), *Volcans et tremblements de terre. Images descriptives, images explicatives*, INRP.

MOTTET G. & al. (à paraître) *Images et construction de l'espace. Apprendre la carte à l'école*, INRP.

MOTTET G. & al. (à paraître) *Images, systèmes, modèles. Approches figurales de la complexité*, INRP.

MOTTET G., MEIN M.-T., VUALA J., VIANEY F. (1995), "Des images pour apprendre les sciences. Images et activités à l'école". In *Confluences*, 5, Revue de l'IUFM de Lyon, p. 3-24.

MOTTET G. (1996), *Une typologie des situations-images*, INRP (document interne).

PETERFALVI B. (1988), "Outils graphiques, anticipation de la tâche, raisonnement". In *Aster*, 6, INRP, p. 47-90.

PETERFALVI B. (1991), "Construction de schémas par les élèves en classe de sciences". In *Cibles*, 25, *La schématisation*, ENNA Nantes.

PIAGET J., INHELDER B. (1969), "Les images mentales". In *Traité de Psychologie*, VII, PUF, *L'intelligence*, p. 71-116.

QUÉAU P. (1986), *Éloge de la simulation*, INA-Champ Vallon.

VERGNAUD G. (1987), "Les fonctions de l'action et de la symbolisation dans la formation des connaissances chez l'enfant", in *Psychologie*, Gallimard, p. 821-844.

VEZIN J.-F. (1984), "Apport informationnel des schémas dans l'apprentissage". In *Le travail humain*, 47, 1.

VEZIN J.-F. (1986), "Schématisation et acquisition des connaissances". In *Revue Française de Pédagogie*, 77, INRP.

VEZIN J.-F., VEZIN L. (1988), "Illustration, schématisation et activité interprétative". In *Bulletin de Psychologie*, 386, XLI, 13-16, p. 655-666.

WEILL-FASSINA A. (1982), "Représentation de données spatiales symbolisées : la lecture des intermédiaires graphiques en situation de travail et d'apprentissages professionnels". In *Psychologie Française*, 27, 3-4, p. 215-227.

WEILL-FASSINA A. (1988), "Complexité figurale et complexité opératoire dans la compréhension et l'utilisation de graphismes techniques". In *Bulletin de Psychologie*, 386, XLI, 13-16, p. 645-653.