

L'animation supprimerait-elle la complexité sémiocognitive des images ?

Duval, R. (Professeur émérite, Université du Littoral Côte d'Opale)

Peraya, D. (Professeur, TECFA, Université de Genève)

Nos connaissances sont indissociables de nos représentations mentales et matérielles. Il n'est donc pas étonnant que les psychologues et les psychopédagogues se soient depuis longtemps penchés sur l'apport des différents systèmes de communication – le langage verbal et les schémas, les illustrations, les différents médias – dans la constitution des connaissances autant que sur leur éventuelle efficacité pédagogique. Il y a dans ce domaine une longue tradition de recherches et de travaux tant psychologiques que psychopédagogiques qu'il serait difficile de répertorier exhaustivement ici ; ce n'est d'ailleurs pas le lieu. On aurait donc pu penser que, travaillant sur les mêmes objets, psychologues et sémiologues aient entrepris de croiser leur regard et de tenter d'articuler l'analyse des représentations matérielles – objets de la sémiotique –, et celles des représentations mentales – objets de la psychologie cognitive. Or, cela a rarement été le cas.

C'est que, le plus souvent, le problème est abordé sous l'angle des modalités perceptives et non sous celui de la fonction symbolique, des registres sémiotiques dont Piaget avait clairement identifié l'importance en analysant la genèse du symbole. Mais ceci revient d'une part, à assimiler registre de représentation et modalité sensorielle et d'autre part, à oblitérer le processus de sémiotisation qui prend place entre la perception et les modalités de représentation en mémoire. On ignore du même coup les autres aspects qui constituent le dispositif médiatique : notamment les zones de coopération sociale de production et de réception et les registres sémiotiques (Peraya, 1998a et 1998b). Autrement dit, les contenus présentés selon des modalités sensorielles différentes, parce qu'ils possèdent la même référence – parce qu'ils se rapportent au même objet – sont supposés être identiques et posséder la même signification. Ce qui n'est évidemment pas le cas. C'est à l'élucidation de quelques uns de ces malentendus, tout d'abord à propos de l'image fixe, que sera consacrée notre contribution. On ne peut en effet aborder les images animées sans une claire conception de ce que sont les images fixes dans leur diversité et leur complexité, trop souvent encore sous-estimées. La dimension dynamique qu'apporte l'animation rend plus nécessaire le travail de compréhension des images fixes.

L'apport de la sémiotique

La première question est évidemment de savoir ce que l'on va considérer comme " image ". En effet la gamme de toutes les représentations que l'on peut opposer au langage, ou que l'on met en parallèle avec un texte ou une explication verbale est extrêmement étendue : des photographies, des plans, des dessins, des croquis, des schémas, des graphes, des figures géométriques.... Toutes ces représentations qui permettent de voir sans recourir à des mots ou à des symboles sont-elles de même nature ? La manière de les comprendre ou de les voir relève-t-elle des mêmes processus cognitifs ?

La sémiotique peut apporter à cette question des éléments de réponse fondamentaux puisqu'elle a pour objet l'analyse des *modus signifiandi*, des systèmes de signification et que les images, dans leur diversité, sont tout à la fois des systèmes de signification et des systèmes de représentation. Pourtant ce n'est pas sans difficultés que la sémiotique a progressivement construit une approche cohérente des images et des différentes représentations visuelles. La première difficulté a été précisément de définir la nature de son objet : qu'est-ce qu'une image ? Qu'est-ce qu'une représentation analogique, une icône ? Peut-on considérer une icône comme un signe, au sens strict – saussurien - du terme ? Peut-on considérer que le degré d'iconicité suffit à distinguer les différentes représentations visuelles ?

Les modèles structuralistes de la langue et de la communication construits par Ferdinand de Saussure se sont développés à la condition de bannir toute tentation psychologique. Certes, Saussure reconnaît à la sémiologie une place déterminée d'avance au sein de la psychologie sociale et de la psychologie générale. Mais le primat méthodologique de la linguistique déteint sur ce nouveau paradigme : la linguistique saussurienne – celle de l'énoncé – s'intéresse à la langue seule, au système, et à son fonctionnement immanent. En conséquence, le modèle exclut de fait toute référence à la parole, aux faits langagiers individuels, au sujet et donc plus généralement à la psychologie.

Dans sa volonté d'extension et de généralisation, la sémiologie s'intéresse très tôt aux langages analogiques et aux signes iconiques, aux représentations qui ressemblent à ce qu'elles représentent : Barthes, rappelons-le, analyse la publicité pour les pâtes Panzini en 1964. C'est à l'occasion de cette extension du verbe à l'image qu'apparaissent les premiers problèmes méthodologiques et théoriques. Les langages visuels dont nous avons l'intuition qu'ils ont quelque chose à voir avec la perception visuelle et la mimesis résistent aux modèles du signe et du code qui ne peuvent en rendre compte. La photographie par exemple, « en raison de sa nature absolument analogique, semble bien constituer un langage sans code. » (Barthes, 1964 :46). C'est que, contrairement au langage verbal, les unités visuelles ne présentent pas nécessairement un caractère discret : elles se présentent comme un continuum visuel – graphique ou figuratif – difficilement fragmentable. Il faut reconnaître que les icônes s'organisent selon des degrés : « Ces modèles

[analogiques] pourraient être appelés “codes” dans la mesure où ils ne dissolvent pas le discret dans le continu (et donc n'annulent pas la codification) mais fractionnent en degrés ce qui apparaît comme continu. Le fractionnement en degrés suppose, au lieu d'une opposition entre le 'oui' et le 'non', le passage du plus au moins. Par exemple, dans un code iconologique, étant donné deux conventionnalisations X et Y de l'attitude de 'sourire', on peut prévoir la forme Y comme plus accentuée que la forme X, et ce suivant une direction qui, au degré suivant, donne une forme Z très proche d'une éventuelle forme X1 qui représenterait déjà le degré inférieur de la conventionnalisation de l'attitude 'éclat de rire'. » (Eco, 1970:26).

La sémiologie structurale fait donc face à deux difficultés majeures. Premièrement, les modèles saussuriens du signe et du code rendent impossible l'analyse des représentations visuelles, l'image ne se laissant réduire à un signe. C'est alors que l'on voit fréquemment invoquer les fameuses distinctions de C.S. Peirce entre indice, icône et symbole¹ sur lesquelles nous reviendrons ci-dessous. Pour cet auteur, un signe analogique – iconique – possède certaines propriétés de l'objet représenté. Certes, cette définition satisfait notre bon sens, mais n'est-elle pas trompeuse ? Que peut bien signifier avoir les mêmes propriétés ? Opérant un premier déplacement au sein du paradigme structuraliste, Eco a alors défendu la thèse selon laquelle la signification prendrait naissance non pas dans le rapport entre le signe et son référent mais dans les mécanismes mêmes de la perception qui fondent les modalités de production des signes : « les signes iconiques ne possèdent pas les propriétés de l'objet représenté, mais ils reproduisent certaines conditions de la perception commune sur la base des codes perceptifs normaux et par la sélection des stimuli qui – ayant éliminé d'autres stimuli – peuvent me permettre la construction d'une structure perceptive. Cette structure perceptive possède – sur la base des codes de l'expérience acquise – la même signification que l'expérience réelle dénotée par le signe iconique. » (Eco, 1970:14). Autrement dit encore, « si le signe [iconique] a des propriétés communes avec quelque chose, il les a non avec l'objet mais avec le modèle perceptif de l'objet ; il est constructible et reconnaissable d'après les mêmes opérations mentales que nous accomplissons pour construire le perçu, indépendamment de la matière dans laquelle ces relations se réalisent » (Eco, 1970: 21). On comprendra que dans le paradigme structuraliste, largement dominant à l'époque, cette position ne pouvait être entendue.

La seconde difficulté s'explique, partiellement du moins par l'histoire de la discipline, par son ancrage tant disciplinaire qu'institutionnel. Si la sémiotique de la langue s'est développée dans les départements de linguistique, de langue ou de littérature, la sémiotique de l'image s'est, elle, constituée dans le cadre des sciences de la communication et développée le plus souvent au sein de départements de communication sociale. Ayant en conséquence pour objet principal les masses médias, la sémiotique naissante s'intéresse principalement aux images analogiques - la photographie, le cinéma et la télévision - dans leurs usages sociaux les plus répandus : publicité, fiction, presse. Elle y rencontre donc ce “ langage sans code ” qui relève des événements perceptifs plus que d'une organisation langagière. Elle bute donc sans cesse sur les problèmes que pose le statut analogique de l'image et dont son cadre théorique ne peut rendre compte. Elle rencontre aussi des difficultés dans le traitement sémantique de l'image. Barthes déjà, dans son article “ Rhétorique de l'image ”, observait « (...) toute image est polysémique, elle implique, sous-jacente à ses signifiants, une chaîne flottante de signifiés, dont le lecteur peut choisir certains et ignorer d'autres. » (1964 : 44).

Ce sont ces débordements mêmes, ces réseaux de significations nés de relations métonymiques ou métaphoriques (Meunier et Peraya, 1993), qui rendent impossible le fonctionnement monosémique de l'image. Le dessin d'une enfant étendue sur une natte “ dira ” que la fillette est couchée. Mais en réalité, est-elle fatiguée, malade, fiévreuse, rêveuse, endormie, en train de faire une sieste ou de se reposer ? (Peraya, 1982) Car si l'image est polysémique, c'est que sa lecture (le décodage) est toujours le fait d'un individu singulier : la photographie de mon frère n'est la photo de mon frère que pour moi qui, justement, suis son frère. Pour tout autre personne qui ne connaît pas mon frère, sa photo est simplement la photo d'une personne. Autrement dit, comme le soulignait Monique Linard, « La représentation humaine n'est pas seulement représentation de quelque chose: elle est toujours représentation “ pour quelqu'un ” ». (1990 : 23). Et ce quelqu'un n'est pas qu'un sujet psychologique, il est aussi sujet biologique, historique et social.

Comment alors juguler ce débordement du sens dans les situations où l'on aimerait que le message reçu corresponde fidèlement au message émis ? En effet, le fonctionnement polysémique de l'image s'oppose radicalement aux contraintes des situations de communication dite fonctionnelle, celles que l'on oppose couramment à la communication expressive ou artistique². Il est vrai que si les panneaux du code de la route étaient tous polysémiques, la circulation routière s'en trouverait considérablement compliquée et le code ne servirait d'ailleurs plus à rien. « La polysémie », dit encore Barthes, « produit une interrogation sur le sens ; or, cette interrogation apparaît toujours comme une dysfonction (...) Aussi, se développent dans toutes les sociétés des techniques diverses destinées à fixer la chaîne flottante des signifiés de façon à combattre les signes incertains : le message linguistique est l'une de ces techniques. » (*ibidem*). C'est donc à la langue et au message linguistique de préciser le sens de l'image, de le fixer, enfin d'arrêter la dérive sémantique à laquelle tout image convie : « La fonction dénomminative correspond bien à un ancrage de tous les sens possible » (*ibidem*). Autrement dit, le sens de l'image ne peut se dessiner qu'au travers de l'interaction avec le texte et

¹ Notons que le recours à ces catégories est précisément l'indice du passage de la linguistique à la sémiotique générale.

² La notion d'image utilitaire se trouve déjà nettement formulée par (Alamassy, 1974), qui distinguait parmi les images statiques les images esthétiques et les images utilitaires (documentaires, publicitaires, informatives). Le concept de communication fonctionnelle est développé par (Moles, 1981 et 1988).

le linguistique dont la valeur est toujours « répressive » (ibidem)³. Il paraît donc paradoxal de voir que certaines méthodes d'apprentissage – en ce qui concerne les langues secondes, les premières phases de l'apprentissage de la lecture à l'école élémentaire – se servent de l'image pour faire apprendre la signification d'unités ou de mécanismes linguistiques, alors que justement ce serait le rapport inverse qui serait plus vraisemblable : l'image n'a de sens que de nommé, disait encore R. Barthes.

Pourtant, dans un tout autre domaine, celui de la cartographie et du traitement visuel de l'information en sciences humaines, J. Bertin (1960) met au point un traité de sémiologie graphique et la "graphique" : il s'agit ici de la mise en œuvre de signes et de codes stricts « pour retenir, comprendre et communiquer les observations qui lui [à l'homme] sont nécessaires. "Langage" destiné à l'œil, elle bénéficie des propriétés d'ubiquité de la perception visuelle. Système monosémique, elle "constitue la partie rationnelle du monde des images." (1960:6). Ce projet extrêmement solide et cohérent - ses bases constituent encore une référence aujourd'hui - nous intéresse en ce qu'il est tout différent du premier. En effet, la graphique propose un système de représentation d'informations et de connaissances ayant pour but leur communication. Mais elle construit aussi des outils susceptibles de résoudre un certain nombre d'opérations et de problèmes relatifs à ces informations et connaissances : représentations et connaissances se trouvent ici intimement liées. Elle possède en effet « une double fonction de mémoire artificielle et d'instrument de recherche » (ibidem). La mimésis et l'analogie ne jouent alors qu'un rôle très secondaire par rapport à la dimension cognitive de tels systèmes de représentations. La graphique constitue un système de communication adapté à une sphère d'activités et d'interactions sociales strictement définies, celle du langage scientifique : sa caractéristique majeure est d'être monosémique et de relever de la communication « fonctionnelle » (Moles : 1988).

En cela, elle constitue bel et bien une forme particulière de discours. Ce concept trouve son origine dans l'analyse des textes littéraires, notamment chez Bakhtine (1984) pour qui le langage, instrument d'interaction, n'est pas homogène : il se modifie selon les usages et les usagers, constituant ainsi des formes langagières diversifiées, des discours : « Les domaines de l'activité humaine, aussi variés soient-ils, se rattachent toujours à l'utilisation du langage. Quoi d'étonnant si le caractère et le mode de cette utilisation soient aussi variés que les domaines eux-mêmes de l'activité humaine, ce qui n'est pas en contradiction avec l'unité nationale d'une langue. [...] L'utilisation de la langue s'effectue sous forme d'énoncé concrets, uniques (oraux ou écrit) qui émanent de représentants de tel ou tel domaine de l'activité humaine. L'énoncé reflète les conditions spécifiques et les finalités de chacun de ces domaines, non seulement par son contenu (thématique) et son style de langue, autrement dit par la sélection opérée dans les moyens de la langue - moyens lexicaux, phraséologiques et grammaticaux -, mais aussi par sa construction compositionnelle. [...] Tout énoncé pris isolément est, bien entendu, individuel, mais chaque sphère d'utilisation de la langue élabore ses types relativement stables d'énoncés, et c'est ce que nous appelons les genres de discours. » (1984:265). Nous préférons parler, dans ce cas précis, de type de texte, suivant en cela les développements récents de la théorie des discours (Bronckart, 1996)⁴.

Arrivé à ce stade de notre analyse, nous pouvons déjà tirer quelques éléments utiles pour mieux comprendre les analyses que nous présenterons dans la suite. Premièrement, l'opposition entre une sémiotique visuelle des images essentiellement analogiques d'une part et la graphique d'autre part préfigure déjà les classifications actuelles, notamment celle de Darras (1996) qui oppose dans une perspective génétique les images mimétiques et d'origine perceptive - les similis - aux images figuratives qui procèdent, quant à elles, d'une reconstruction d'un matériel cognitif. La notion de discours. On le verra, la classification proposée ici même possède avec celle de Darras un certain « air de famille » selon l'expression de Wittgenstein. Deuxièmement, le fait de considérer, dans ce texte, certaines images analogiques comme non sémiotiques, même s'il peut surprendre ou sembler discutable, s'explique si l'on considère que la classification proposée se restreint aux « genres de textes » scientifiques pour lesquels la fonction référentielle et la monosémie sont des caractéristiques essentielles. Contrairement aux images du cinéma de fiction, de la peinture, etc. qui valent davantage pour elles-mêmes, certaines autres comme les photographies d'identité, les dessins scientifiques, les cartes géographiques, les planches d'anatomie du dictionnaire, etc. s'offrent plutôt comme des intermédiaires - des moyens de connaissance ou de reconnaissance à distance - entre le réel et nous. Si les premières relèvent d'une sémiotique visuelle, qu'elle se réfère au modèle structural ou aux modèles plus récents de la sémiopragmatique et de la sémiotique cognitive inférentielle (Meunier et Peraya, 1993 et 2003), les secondes que Moles appelle « images fonctionnelles » en sont exclues.

³ On rapprochera cette analyse de celle de Coste qui, pour donner à l'image un statut de « monosignifiant », proposait de « [la] brider et [la] bâillonner pour qu'elle ne bouge ni ne parle trop » (Coste, 1975 : 9).

⁴ La théorie du discours oppose aujourd'hui la notion de « type de discours » à celle de « genre de texte » : « Alors que, de par leur relation d'interdépendance avec les activités humaines, les genres sont multiples, voire en nombre infini, les segments qui entrent dans leur composition (segments de récit, d'argumentation, de dialogue, etc.) sont en nombre fini, et ils peuvent, au moins partiellement, être identifiés par leurs caractéristiques linguistiques spécifiques. [...] Ces segments différents entrant dans la composition d'un genre constituent le produit d'un travail particulier de sémiotisation ou de mise en forme discursive, et c'est pour cette raison que nous les qualifierons désormais de **discours**. Dans la mesure où ils présentent de fortes régularités de structuration linguistique, nous considérerons qu'ils relèvent de types, et nous utiliserons pour les désigner l'expression de **type de discours**. » (Bronckart, 1996:78). Mais ce distinguo ne nous intéresse pas fondamentalement dans le cadre de cet article.

Classer les représentations : trois types radicalement différents d’“ images ”

Quand on cherche à classer les différents types de représentation, deux points de vue peuvent être choisis. Tout d’abord, on peut considérer prioritairement la nature de **la relation entre le contenu présenté** par la représentation et **l’objet représenté** par la représentation. Mais le contenu d’une représentation n’est pas la représentation elle-même avec ses possibilités spécifiques de traitement. Et les représentations ne se distinguent pas entre elles uniquement par le contenu qu’elles présentent. Aussi, pour prendre en compte **la représentation dans sa totalité, c’est-à-dire dans sa dynamique propre de transformation** ou de développement, il faut considérer la production de la représentation, ou plus exactement **le système producteur de la représentation**. Il y a au moins autant de types de représentations, et donc de types d’images, que de systèmes permettant de les produire.

1. Iconique versus non iconique

Prenons d’abord le premier point de vue. C’est celui adopté par Peirce. Il conduit à distinguer trois types de relation possibles entre le contenu présenté et l’objet représenté⁵. Les images correspondraient à l’une de ces trois relations, celle qui se caractérise par une ressemblance entre le contenu et l’objet ou le modèle représenté. Ressemblance que Platon qualifiait d’imitation entre la copie et son modèle (République 509e–510b) et pour laquelle Peirce a choisi le terme plus neutre “ iconique ”.

Cette relation de ressemblance peut être établie sur la conservation de certains contours gestaltistes ou sur la conservation de rapports topologiques internes à l’objet représenté (modulo l’échelle de grandeur et la perte de nombreux détails ou informations (évidemment !)). Cette relation de ressemblance peut être plus ou moins précise. Peu importe ici sa validité. L’essentiel est qu’elle permet une reconnaissance, quasi-immédiate et sans recours aux mots, des objets ou de la scène représentée : c’est un arbre, une maison, c’est un cheval qui court, c’est une sphère, c’est une gare aux heures de grand départ... C’est bien l’attitude de la sémiotique visuelle classique qui, à l’instar de Moles (1988), a construit plusieurs échelles d’iconicité permettant de rendre compte de ce degré de ressemblance entre l’objet et sa représentation (notamment Richeaudeau, 1979 ; Peraya et Nyssens, 1995, Peraya et Ott, 2000).

Cette caractérisation de Peirce est suffisante tant qu’on n’entre pas dans les images scientifiques et plus encore tant qu’on ne prend pas en compte tous les types de visualisation mathématiques comme les figures géométriques ou les graphes cartésiens, pour ne retenir que les plus répandus culturellement. Car, et c’est là l’un des obstacles majeurs dans l’apprentissage des mathématiques, toutes représentations qui donnent à voir ne sont pas du tout iconique.

Prenons un exemple élémentaire : le graphe d’une fonction affine. L’analyse des problèmes que pose son apprentissage et son utilisation par les élèves aussi bien au lycée qu’au collège ont montré qu’il y avait trois manières de voir un même graphe cartésien, et que la seule manière mathématiquement pertinente et utile restait inaccessible à plus des deux tiers des élèves, ceux-ci en restant à une perception iconique (Duval 1988, 1996).

manières de VOIR	Ce qui est REMARQUE	Ce qui est MOBILISE
I. La perception-LECTURE : appréhension locale par POINTAGE	des POINTS D'INTERSECTION repérables <i>sur un plan quadrillé à partir de deux axes gradué</i> (la figure-fond)	La REGLE DE CODAGE pour construire le graphe cartésien : <i>point d'intersection / couple de nombres.</i>
II. Perception ICONIQUE : l’image d’une “tendance” ou d’une trajectoire	des déplacements (montée/descente) <i>par rapport à un niveau horizontal</i>	UNE ANALOGIE D'ORIENTATION dans l'espace physique 3D (<i>être plus haut, plus bas</i>), <i>relief du terrain</i>

⁵ *Le rapport entre le contenu présenté par la représentation et l’objet représenté peut être*
— *une relation de référence (c’est-à-dire une pure relation sémiotique : aucun lien motivant une correspondance ou une association entre les signes ou les représentations et les objets représentés)*
— *une relation de ressemblance laquelle peut être sémiotique (image dessinée) ou non sémiotique (photographie)*
— *une relation de causalité, le contenu de la représentation résultant d’un effet physique direct (empreinte) ou indirecte (image produite par une caméra) de l’objet représenté.*

<p>III. VISUALISATION MATHÉMATIQUE :disc rimation des caractéristiques visuelles opposant deux graphes, de même forme ou non</p>	<p>- intrinsèques : <i>des formes D1</i> (droites, courbes) <i>ou D2</i> (zones)</p> <p>- extrinsèques : <i>orientation par rapport aux deux axes</i>, et <i>position</i> des intersections sur les deux axes.</p> <p>(figure-forme/figure fond)</p>	<p>CORRESPONDANCES</p> <p>avec les <i>caractéristiques sémantiques</i> de L'ÉCRITURE SYMBOLIQUE D'UNE RELATION entre deux variables</p>
--	--	---

Figure 1. Trois manières de voir des graphiques cartésiens de fonctions

La perception iconique consiste donc à voir le graphe comme l'image d'un objet qui se déplacerait dans l'espace réel avec ses changements d'orientation. Le graphe cartésien est vu un peu comme un plan de ville ou comme une carte de randonnée : sur le terrain, on les tourne en fonction de la direction où l'on regarde *afin de reconnaître les ressemblances* entre les tracés de chemins (ou de rues) sur le plan ou sur la carte et les sentiers (ou les rues) que l'on voit là où l'on se trouve. Etudiant l'intersection entre deux droites, Lerouge (1993) parlait à ce propos de contagion de référence qui se manifeste lorsque la compréhension du graphique est perturbée par un « souci de réalisme qui conduit donc à ancrer directement le système de signifiants sur des situations de référence, ce qui provoque dans l'esprit des élèves une identification du signifié mathématique à la référence familière. » (1993: 135). A propos des relations entre le temps, l'espace et la vitesse, l'auteur écrit encore : « L'ampleur de ce dysfonctionnement didactique est telle que 65% des élèves interrogés considèrent que le nombre de points de l'intersection de deux droites représentant des mouvements, peut dépendre de la configuration de la route, de la longueur des mobiles, de leur vitesse, ou encore de leur accélération. » (*ibidem*). Citons une justification d'élèves : « La voiture A met un certain temps pour doubler la voiture B, il est donc normal que pendant cette période, les droites se chevauchent sur plusieurs points » (*op.cit.* : 134). Il est clair que, dans ce cas, la lecture et la compréhension du graphique sont déterminées par une lecture analogique de ses composantes.

Au contraire, dans son utilisation mathématique, le contenu visuel du graphe renvoie directement à une représentation symbolique dont le contenu est différent, tout en référant au même objet. Autrement dit, c'est par référence et non pas par ressemblance qu'un graphe mathématique renvoie à une relation entre deux variables. Et le premier problème est de prendre conscience des correspondances et donc de coordonner deux registres de représentations (l'un symbolique et l'autre visuel mais non iconique). Donc si le graphe cartésien est une image, ce ne peut être qu'une image non iconique. Quelles conséquences en résultent-ils pour l'enseignement ?

Tout d'abord il y a un saut considérable entre la lecture analogique, qui est la lecture spontanée et la lecture non iconique qui seule correspond à la lecture et à la compréhension mathématiques. La très grande majorité des élèves ne peut ni soupçonner ni franchir ce saut d'elle-même. Il faut donc organiser des apprentissages spécifiques, dans lesquels les aspects cognitifs soient explicitement pris en compte, et non pas seulement les contenus mathématiques (Duval 1988, 1996). Et lorsque les élèves prennent conscience du fonctionnement non iconique des représentations graphiques, cette lecture leur devient aussi naturelle et aussi spontanée que la lecture analogique : les contagions de référence évoqués plus haut ne se produisent plus. Les élèves ont alors la possibilité de pratiquer les deux lectures, et donc de choisir celle qui est pertinente dans un contexte donné. Il ne s'agit donc pas de lutter contre la lecture analogique mais d'ouvrir à la conscience d'autres types de visualisation sémiotique non iconique. L'enjeu des didactiques et de l'enseignement concerne la nécessité de cette ouverture. Tant qu'elle restera ignorée, les faits observés resteront ceux rapportés par Lerouge et qui, d'ailleurs, avaient déjà été signalés par Clement (1985 : 69-375).

Les représentations graphiques ne constituent pas un cas particulier de représentation visuelle non iconique. L'analyse du fonctionnement de la représentation visuelle en géométrie et des problèmes qu'elle pose aux élèves, conduit aux mêmes conclusions (Duval 2003). La visualisation mathématique n'est pas et ne peut pas être iconique. Cette conclusion peut surprendre. Et pourtant elle est triviale. On la retrouve dans l'histoire de l'art sous une autre terminologie : l'opposition image iconique/non iconique est celle de la peinture "figurative" et de la peinture "abstraite" !

2. Production instrumentale versus production sémiotique

Prenons maintenant le second point de vue, jamais ou trop rarement pris en compte et considérons une situation élémentaire très simple : la représentation du visage de quelqu'un ou la représentation d'un objet de forme cubique (un dé, une boîte...). Il y a au moins deux types de représentations possibles. On peut utiliser une caméra pour obtenir une photo du visage ou du cube ou, on peut produire des tracés sur une surface (avec ses doigts sur le sable, avec un crayon sur papier...). La différence entre ces deux types de représentation est-elle fondamentale ?

Si on s'en tient au critère précédent, celui de l'iconicité c'est-à-dire de la ressemblance entre le contenu de la représentation et l'objet représenté, la réponse est évidemment "oui". Dans un cas comme dans l'autre on reconnaît au premier coup d'œil ce qui est représenté. Il faut évidemment supposer que le geste graphique ne soit pas maladroit, et même soit "artiste", pour que le visage dessiné ne soit pas un visage générique mais celui de quelqu'un que l'on reconnaît, à condition bien sûr qu'on l'ait déjà rencontré en chair et en os ! Et pourtant, même avec cette supposition très forte, il n'y a rien de commun entre les deux représentations qui n'engagent pas la même dynamique de transformation

Une comparaison plus attentive de ces deux types de représentation montre en effet que le contenu de la représentation dépend du système qui a permis de les produire. Et de ce point de vue, trois différences décisives apparaissent entre les deux types de production :

La production graphique d'une représentation (c'est-à-dire sa production par composition de tracés) dépend de règles de représentation. Et ici plus qu'au visage, pensons à la représentation du cube qui exige la représentation en perspective. Et quant au visage on peut aussi penser à des règles plus culturelles, comme le recours ou non à des formes carrées ou rectangulaires pour dessiner ou sculpter un visage humain. L'adresse ou la maladresse du geste graphique est tout à fait seconde. La production instrumentale d'une photo dépend des possibilités techniques du matériel utilisé : à la fois de l'optique de l'appareil et de la sensibilité du support argentique. Il y a alors un problème spécifique à toute représentation photographique : sa résolution et le nombre de pixels !

Le système de représentation permettant la production graphique implique une sélection totalement libre dans la production de la représentation. Pour la représentation d'un visage, elle permet par exemple la caricature. Ce qui veut dire qu'elle peut se limiter à quelques traits typiques et éliminer tous les détails. Elle permet également de représenter des choses impossibles physiquement. Tout le monde connaît le triangle de Penrose⁶ Au contraire, la production instrumentale est totalement contrainte dans la production du contenu de la représentation. Les choix ou les arrangements se font avant (mise en scène) ou après la production de la photo (les retouches et au cinéma les effets spéciaux). Mais l'optique, les filtres, l'angle de vue étant choisis, on a l'empreinte chimique d'un reflet physique, sans aucune sélection. Tout est "pris". Ce qui d'ailleurs constitue un avantage d'un point de vue scientifique pour la constitution et l'enregistrement d'un corpus de données.

La relation entre la représentation et l'objet représenté est strictement inverse pour la production graphique et pour la production instrumentale. Le contenu d'une photographie est le résultat de la présence d'un objet sur un système physique récepteur. Le contenu d'une production graphique est le résultat d'une composition en fonction de règles de représentation laissant par ailleurs tous les degrés d'invention possibles. Si on voulait utiliser la terminologie de Peirce, il faudrait dire que les images produites instrumentalement sont à la fois indicielles ET iconiques tandis que les images produites graphiquement sont à la fois symboliques ET iconiques⁷. En d'autres termes, la production graphique est de nature sémiotique.

Arrêtons nous un instant sur cette rupture et cette opposition entre les représentations produites par un instrument et les représentations produites par composition sémiotique. Elle apparaît dans la nature de la relation entre le contenu de la représentation et l'objet représenté.

- I. Le rapport d'un signe (ou d'une combinaison de signes) à son objet est toujours un rapport de référence et jamais un rapport physique de causalité. Et en ce sens, les photos ne réfèrent jamais à l'objet qu'elle représente, tandis que les productions sémiotiques (dessins ou expressions verbales) y réfèrent. Et à ce titre les photographies sont des représentations indicielles tandis que les dessins sont des représentations symboliques au même titre que les mots ou les symboles mathématiques.
- II. L'existence d'une relation de ressemblance entre le contenu d'une représentation et l'objet représenté se retrouve aussi bien dans les représentations instrumentales que dans les représentations produites par composition sémiotique. En ce sens les photos et les dessins sont des représentations iconiques. Mais, cette

⁶ Il existe pourtant un objet construit, qui sous un certain angle, peut donner lieu à une représentation photographique (un pur enregistrement) identique à la représentation "impossible" de Penrose (Voir Richaudeau, 1973 :15). Le travail menant à l'illusion se fait dans la période précédant la prise de vue : lors de la conception puis de la fabrication de l'objet et dans le choix de l'angle de prise de vue.

⁷ On peut souligner l'utilisation naïve qui a été faite de ces distinctions de Peirce. Ces distinctions portent directement sur la classification des relations entre le contenu d'une représentation et l'objet représenté mais ne permettent pas d'obtenir une classification suffisante discriminante des représentations. Ainsi elles ne permettent pas de distinguer une formule mathématique et une phrase de Proust et pour la question que nous étudions à ne plus pouvoir distinguer une photographie, une caricature et une figure géométrique (Duval, 1999). Ni davantage les images mentales qui sont des représentations sémiotiques intériorisées des images mentales qui ne sont pas des représentations sémiotiques (images mémorielles de ce que l'on a vu et remarqué (Duval, 2003).

relation de ressemblance ne concerne que la rapidité et l'économie, d'une reconnaissance subjective de l'objet représenté. Elle ne modifie en rien la nature de la relation (référence ou causalité) de la représentation à l'objet représenté. Et c'est cette relation qui détermine les contraintes et les possibilités informationnelles du contenu de l'image (supra (b)). En d'autres termes, le caractère d'iconicité est un caractère neutre, que l'on retrouve aussi bien dans les représentations sémiotiques que dans les représentations non sémiotiques. Il ne peut donc pas y avoir d'analyse sémiotique de l'image qui ne prenne pas en compte cette neutralité du caractère d'iconicité.

La prise en compte des deux points de vue à prendre en compte si l'on veut distinguer différents types d'images dans l'immense variété des représentations que l'on considère spontanément comme des images nous conduisent donc à distinguer au moins trois grandes classes d'images comme on peut le voir dans le tableau ci dessous.

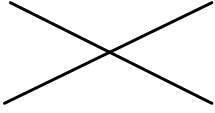
		Relation entre le CONTENU de l'image et l'“ OBJET ” qu'elle représente	
		ICONIQUE : <i>Ressemblance permettant de reconnaître des objets accessibles perceptivement, indépendamment de leur représentation</i>	NON ICONIQUE <i>Toute ressemblance est non pertinente</i>
SYSTEME ayant permis de PRODUIRE l'image elle-même	Un INSTRUMENT (caméra...) Production par enregistrement	Images enregistrées : empreintes, photographies, films	
	DES REGLES de représentation Production par composition sémiotique	Images dessinées : illustrations, caricatures, épures, croquis, bandes dessinées,	Images construites : graphes, graphiques cartésiens, schémas, figures géométriques....

Figure 2. Première classification de différents types d'“ images ”

Cette première classification nous permet de faire trois observations.

Tout d'abord lorsqu'on parle d'“images ”, c'est principalement aux images dessinées que l'on pense et l'on a tendance à assimiler toutes les images construites des mathématiques à des images dessinées, en oubliant la rupture ou la révolution cognitive qu'il y a entre ces deux types d'images. La difficulté de toute visualisation mathématique est qu'elle est non figurative, même si ensuite on peut réaliser soit des maquettes de certaines figures géométriques (3D/3D évidemment, à ne pas confondre avec 3D/2D) ou effectuer des simulations de certaines transformations. L'objet référent des images non iconiques n'est jamais cette réalisation matérielle mais des propriétés ou des relations mathématiques seulement exprimables dans d'autres registres de représentations sémiotiques. C'est pourquoi les images en mathématiques étant à la fois non iconiques et symboliques se lisent autant qu'elles se voient. Et cela est d'autant plus important qu'elles requièrent, comme nous le verrons plus loin, des informations concernant les objets représentés. L'illusion d'iconicité est certainement l'un des pièges majeurs de tout enseignement mathématique et de toute enseignement scientifique devant recourir à une modélisation mathématique.

En second lieu, le contenu des images enregistrées est radicalement différent du contenu des images dessinées, même si on reconnaît les mêmes objets représentés, en ce sens que les premières sont physiquement restreintes et sémantiquement non sélectives. Elles sont physiquement restreintes en ce sens qu'elles sont limitées à ce que l'on peut physiquement enregistrer ou mettre en scène. Au contraire, les images dessinées, c'est-à-dire produites par des compositions sémiotiques de tracés sont coextensives au champ de tous les possibles constructibles en s'en tenant uniquement à quelques règles de représentation. Ainsi, par exemple, on peut dessiner le triangle de Penrose, mais on ne peut pas en construire une maquette physique c'est-à-dire un objet 3D/3D. Et si à partir d'un assemblage triangulaire de trois pièces de bois, par exemple, on peut obtenir une photographie (c'est-à-dire une représentation 3D ou 2D/2D) dont le contenu soit visuellement superposable à la figure construite de Penrose, il faudra chercher l'angle de prise de vue, très précis, où l'illusion devient possible parmi une infinité d'autres possibles où elle ne l'est pas. C'est la restriction informationnelle de l'angle de vue qui, sous des conditions particulières, permet de créer une illusion. Mais, si l'on peut choisir l'angle de vue, en revanche l'angle de vue étant choisi, la caméra enregistre tout ce qui se trouve dans le champ

optique de l'objectif et tout ce dont l'intensité n'excède pas par excès ou par défaut, l'intervalle de sensibilité du support récepteur. Les photographies sont sémantiquement non sélectives. C'est pourquoi d'ailleurs lorsqu'on veut photographier un objet dans le but de donner des informations interprétables, on ne se contente pas d'une seule photographie mais on en prend plusieurs sous des angles différents. Au contraire, par rapport aux photographies, les images dessinées présentent deux différences radicales. La première est que l'image dessinée peut s'affranchir de tout point de vue optique, ne serait-ce que par la juxtaposition de formes d'un même objet relevant d'angles de vue différents. La révolution en peinture au début du XXème a beaucoup exploité cette possibilité. La seconde est que l'image dessinée se limite aux caractéristiques intentionnellement choisies comme représentative ou caractéristique d'une scène ou d'un objet : elle montre uniquement ce qu'il faut voir. Il suffit ici de comparer la photographie (non retravaillée) d'un personnage public et sa caricature.

En troisième lieu, il faudrait distinguer au moins deux sous-types d'images enregistrées (à l'aide d'une caméra) : les photographies brutes et les photographies qui ont été travaillées soit en amont de leur production (avec une mise en scène de ce qui sera "photographié") soit en aval en intervenant sur la photographie obtenue pour en modifier le résultat. Cette distinction de deux sous-types est importante car elle correspond à deux pratiques radicalement différentes. Le premier type, celui des photographies brutes correspond à une pratique scientifique de recueil et d'enregistrement de données dans le cadre d'une observation ou d'une expérimentation, lorsque par exemple des caméras sont couplées avec des télescopes ou des microscopes. Le deuxième type, celui des photographies travaillées ou arrangées (en aval ou en amont) correspond à une pratique médiatique de communication dans le but de faire passer un message, politique, publicitaire ou autre. Les analyses d'images faites par Barthes⁸ concernent exclusivement ce deuxième type de photographies (voir ci-dessus). Le plus souvent dans la formation des enseignants, lorsqu'il s'agit d'analyser le contenu des images c'est à ce sous-type particulier de photographie que l'on se réfère. Mais une telle distinction entre les photographies brutes constituant un corpus de données à des fins scientifiques et des photographies travaillées à des fins esthétiques ou à des fins pragmatiques et médiatiques de communication est plus d'ordre fonctionnel que d'ordre structural. Ici notre analyse est d'abord structurale. Nous envisagerons les aspects fonctionnels plus loin.

3. Ces trois types d'images s'interprètent-ils de la même manière ?

Pour bien comprendre le problème de l'interprétation des images, il est important de rappeler que "voir" implique deux processus cognitifs radicalement différents : ceux relatifs à la discrimination visuelle de formes différentes, et dont certains modes de fonctionnement ont été mis en évidence par tous les travaux menés dans la mouvance de la Gestaltthéorie, et ceux relatifs à la reconnaissance des objets correspondant aux formes visuellement reconnues. Dans la perception des objets réels de l'environnement ces deux processus sont inséparables. Les opérations relatives à chacun des deux processus semblent fusionner en un seul et même acte immédiat, spontané : la reconnaissance d'une forme coïncide avec l'identification d'un objet. Au contraire, dans la perception d'un dessin et, plus généralement, de toute "image" ou de toute "représentation visuelle", ces deux processus se trouvent dissociés et sont très souvent temporellement séparés. Et c'est ce qui donne les degrés de liberté d'interprétation de ce qui est représenté, car la reconnaissance des formes laisse ouverte l'identification des objets correspondant à ces formes. Avons-nous les mêmes processus d'identification des objets représentés pour chacun des trois types d'images, c'est-à-dire pour les photographies, pour les dessins et pour les images non iconiques de la visualisation mathématique ?

Cette question peut être reformulée et précisée dans les deux questions suivantes :

- I. le contenu d'une image fournit-il tous les éléments ou toutes les informations nécessaires à son interprétation c'est-à-dire à la reconnaissance de ce qu'elle représente, et éventuellement à son exploitation par celui qui la regarde ?
- II. qu'est-il requis de la part des sujets pour être en mesure d'interpréter le contenu d'une image ?

La première question concerne la condition d'interprétabilité propre au type de représentation. La seconde question concerne la condition de réception des images par les sujets. Le tableau suivant rassemble quelques éléments de réponse

	Images enregistrées	Images dessinées	Images construites
	OUI, MAIS	OUI	NON

⁸ On voit ses efforts prodigieux pour utiliser des notions dérivées de la sémiotique de Saussure et de Hjelmslev pour analyser les images. De là viennent les ambiguïtés et les limites qui viennent en quelque sorte limiter ses analyses.

1. <i>Autosuffisance de l'image</i> (en termes de contenu informationnel) (self-contained exhibition : yes or no)	nécessité d'informations externes pour situer ou contextualiser l'enregistrement et pour une utilisation contrôlable Car elles peuvent dans certains cas constituer les plus délicates et les plus complexes à interpréter.	Ouverte à toute association libre avec un autre registre de représentation (le langage) ne serait-ce que pour une légende On ne transmet pas la reconnaissance des formes, seulement leur identification en termes d'objets représentés et donc leur codage lexical	Nécessité de la coordination avec un autre registre de représentation sémiotique
2. <i>Ce qui est requis de la part du sujet pour identifier ce qui est représenté</i>	Des informations sur le contexte d'enregistrement ou sur les objets	Rien de particulier La reconnaissance des formes ouvre le jeu des associations en fonction de chaque sujet	Un apprentissage spécifique visant la coordination du système de représentation mobilisé avec un autre système

Figure 3. Pour la distinction des trois types d'images cfr la figure 2

Arrêtons nous sur la première la condition d'interprétabilité : une image porte en elle-même les éléments suffisants pour son information ou faut-il nécessairement un apport supplémentaire d'informations sous forme de légende, de commentaire ?

Commençons par les images construites, c'est-à-dire toutes les représentations visuelles utilisées en mathématiques et, selon leur utilisation des mathématiques, dans les autres sciences. Ces images (graphes, figures...) en tant qu'images ne sont jamais autosuffisantes. Il faut que des informations viennent préciser les objets ou la situation qu'elles représentent. La seule reconnaissance visuelle de formes ou de tendances (pour un graphe cartésien) ne permet pas d'identifier ce qu'elles représentent ou signifient. Ces informations peuvent être données en parallèle sous forme d'un énoncé ou de formules ou elles peuvent être codées sur la figure.

Considérons maintenant les images enregistrées. Elles semblent d'emblée autosuffisantes, sous la condition qu'elles aient été enregistrées dans un environnement au moins partiellement connu du sujet. Ainsi les photos d'actualité, celles d'un reportage, d'un voyage... Et à ce titre elles peuvent être émotionnellement très fortes. On connaît le slogan qui a servi de devise à un célèbre magazine : le poids des mots, le choc des photos. Souvent de telles photos ne peuvent pas être dissociées d'un message intentionnel plus ou moins explicite et qui transparait dans les phases antérieures à la production instrumentale de la photo. Mais si on se limite aux images enregistrées à des fins scientifiques, les conditions d'interprétation apparaissent un peu différentes. Dans la mesure où elles remplissent la fonction fondamentale d'enregistrement de données observées, elles constituent comme des relevés qui seront toujours des parties intégrantes d'un résultat établi. Il apparaît tout de suite qu'elles requièrent un contexte d'informations externes sur l'enregistrement, cela pour pouvoir situer les données enregistrées et donc les limites de leur utilisation à des fins argumentatives ou explicatives par rapport à un problème étudié. On peut ainsi, par exemple, enregistrer les tâches d'ombre sur la lune. Galilée, certes n'avait pas d'appareil photo, mais il avait l'image disponible quasi en permanence au bout de sa lunette. Nous sommes là aux antipodes des photos enregistrées à des fins médiatiques ou individuelles de communication.

Entre les images enregistrées et les images construites, il y a les images dessinées. Elles sont totalement autosuffisantes parce qu'elles sont ouvertes à toute association lexicale spontanée soit au niveau élémentaire des formes visuelles discriminées par celui qui regarde, soit au niveau plus complexe de la composition des formes en un tableau ou une scène. Les images dessinées peuvent donc être sans légende en dehors de leur cadre ou sans bulle à l'intérieur même du cadre. C'est pourquoi l'interprétation des images dessinées peut dépendre entièrement de chaque individu, un peu comme pour les planches du Rorschach (qui constitue le cas pur d'une interprétation relevant de l'idiosyncrasie de chaque individu). Autrement dit, à la différence des images enregistrées à des fins scientifiques ou des images construites, les images dessinées n'ont pas de conditions d'interprétabilité indépendantes des sujets qui les regardent.

Si l'on se tourne vers la condition de réception, on remarque, là aussi des écarts considérables entre ces trois types d'images. La distance la plus grande est entre les images construites et les images dessinées. L'interprétation des images construites est inaccessible sans un apprentissage spécifique pour apprendre à voir ce type particulier de représentation que sont les images non iconiques. Autrement dit, mêmes les informations ou les explications supplémentaires que l'on apporte ne permettent pas d'entrer le fonctionnement de la représentation visuelle et donc dans son interprétation. Et sans un apprentissage spécifique, les élèves ne peuvent qu'en rester à une interprétation iconique, c'est-à-dire sur une identification par ressemblance. Revenons à l'exemple des graphes cartésiens évoqués plus haut (Figure 1). Une lecture et une utilisation pertinente des graphes cartésiens requièrent que les sujets aient

coordonné ce type de représentation visuelle avec l'écriture algébrique des relations. Or une telle coordination requiert une double discrimination : celle des différentes variations visuelles possibles qui sont représentatives (car toutes ne le sont pas) et celles des variations sémantiques (non numériques) dans l'écriture de la relation. Bref il faut avoir pris conscience d'un jeu de co-variations entre deux systèmes sémiotiques de représentation. Et les graphes cartésiens, dont l'utilisation est très largement répandue, ne sont pas un cas particulier. Tous les systèmes de représentation visuelle en mathématique requièrent, pour pouvoir être utilisables par des sujets, leur coordination avec un autre système de représentation, d'ordre symbolique. Evidemment, nous sommes là aux antipodes de ce qui est requis pour interpréter les images dessinées.

L'existence de trois types d'images, radicalement différents, que nous avons mis en évidence dans la section précédente, se traduit donc par des processus cognitifs d'interprétation qui sont radicalement différents. On ne saurait donc parler d'"image" sans préciser de quel type d'image on parle. Car les problématiques psychologiques, didactiques et pédagogiques de compréhension et d'utilisation des images ne sont pas du tout les mêmes pour chacun de ces types. Trop de travaux et trop de modèles sémiotiques ou cognitifs restent en deçà de cette diversité hétérogène des "images". D'où l'équivocité du mot "image" et surtout l'illusion d'iconicité que cela génère. Les images dessinées sont prises comme le prototype de toute image et les conditions d'interprétation des images construites comme celles des images enregistrées sont ramenées à celles des images dessinées. Autrement dit toutes les images seraient censées être visibles et donc se regarder de la même manière. Il n'est pas alors étonnant que les images apparaissent comme un moyen de représentation plus accessible que les autres, un moyen de représentation que l'on oppose à la complexité du langage, et enfin que leur interprétation soit considérée comme relative à chaque individu. Bref, quand il s'agit d'image c'est l'interprétant qui décide et qui compte. D'ailleurs dans sa définition des *representamen* Peirce faisait aussi intervenir l'interprétant. Et, aujourd'hui, dans les nombreuses références qui sont faites à Peirce dans le milieu Anglo-saxon, c'est surtout cet aspect qui est mis en avant. Mais n'est-ce pas oublier que les connaissances mathématiques et scientifiques ont été conduites à créer des systèmes particuliers de représentation visuelle pour organiser l'information ou pour avoir de nouveaux moyens de traitement ? Et les images produites avec ces systèmes sont-elles d'une interprétation libre comme une affiche publicitaire, des dessins de Matisse ou des illustrations en marge d'un récit ?

Pour les images construites, et pour les images enregistrées, l'interprétation n'a de sens que dans la mesure où le sujet réel s'est approprié en quelque sorte les systèmes de représentation correspondant ainsi que les démarches d'interprétation spécifiques qu'elles génèrent. D'ailleurs, pour ce qui concerne toutes les images construites, le problème de la réception des images par les individus ne peut pas être séparé de celui de la capacité des individus à les produire eux-mêmes ou à transformer les images reçues. Alors qu'on peut identifier des objets représentés dans les images dessinées, sans soi-même être capable de dessiner, il n'est pas possible d'interpréter et d'utiliser des images construites sans être capable soi-même de les construire ou de les reconstruire. Et cela vaut pour toutes les formes de représentation visuelle qui sont utilisées dans les sciences, y compris pour les tableaux. Se placer prioritairement du point de vue du récepteur, en ce qui concerne les images construites, ne peut que conduire à renforcer l'illusion iconique et renforcer les impasses didactiques dans lesquelles on enferme souvent les élèves.

Que montre une animation ?

Tout d'abord ce qu'on appelle animation est censé mettre les images, ou plutôt leur contenu identifiable en mouvement, ainsi que le suggère l'expression "dessin animé". Cela semble donc ouvrir une nouvelle dimension, plus vivante, plus réelle et donc plus "parlante" aux images fixes. D'où l'opposition classique entre les images qui sont ou seraient "statiques" et l'animation qui, étant dynamique, apporterait non seulement davantage d'informations mais serait plus directement lisible ou interprétables. Ici l'aspect sémiotique que nous avons mis en avant pour les images dessinées et pour les images construites s'estomperait pour s'approcher de la tangibilité visuelle des images enregistrées, dont le contenu semble évidemment plus concret qu'une caricature, une esquisse, un schéma une figure géométrique.

Il s'agit évidemment là d'une approche très naïve. Ce qu'une animation doit montrer ce sont des **transformations**, c'est-à-dire non seulement des mouvements (déplacements d'un mobile, gestes locomoteurs ou préhenseurs...) mais aussi des évolutions (croissance, décroissance), des processus en train de se produire, des changements (déformations, métamorphoses, anamorphoses...). Il faut donc faire attention à ne pas se limiter au sens physique moderne et très restreint du terme "mouvement" en s'en tenant de manière trop rhétorique à l'opposition statique/ dynamique.

1. Classification des différents types d'animation

Nous pouvons donc partir de la remarque très utile de Bresson : une image ne représente qu'un état, tandis que pour représenter une transformation il faut la succession de deux états, donc la succession d'au moins deux images⁹. Mais ici

⁹ Nous laissons de côté, ici, le cas de la représentation des relations mathématiques qui sont considérées comme des transformations. Par exemple le schéma utilisé pour représenter un calcul de relations et mis en avant par G. Vergnaud pour les problèmes additifs : dans un seul schéma, et donc dans une seule image, deux états, représentés par

il faut être un peu plus précis et pour pouvoir répondre à la question posée il est essentiel de distinguer, dans une succession d'images, deux situations complémentaires différentes : celle d'une séquence d'images et celle d'un flux d'images.

Une séquence d'images présente le déroulement d'une action ou d'une histoire ou encore d'un phénomène par une suite ordonnée d'images fixes. L'exemple prototype en est évidemment la bande dessinée. Là, les images, comme dans les phrases d'un texte, se juxtaposent et coexistent plus qu'elles ne se succèdent réellement. Il y a un ordre de parcours qui est proposé, mais il peut toujours être modifié par les questions et les choix de celui qui regarde. Il y a cependant une contrainte pour toute séquence d'images : entre les contenus de deux images successives des différences importantes et immédiatement perceptibles. Autrement dit, une **séquence d'images présente un caractère discret**. C'est ce qui lui permet de pouvoir représenter des étapes dans un processus ou les moments importants dans le déroulement d'une action. Par exemple pour représenter visuellement les étapes de la construction d'une configuration géométrique, il faut recourir à une séquence d'images. La fusion des images successives en une seule image masquerait à la fois les opérations à faire et leur ordre.

Dans un flux d'images, comme par exemple dans un film, il en va tout autrement. En premier lieu, les images qui se suivent doivent varier de manière infime : leurs contenus doivent être morphologiquement similaires, de manière à pouvoir être superposables de proche en proche. En second lieu les images doivent rapidement se remplacer les unes les autres (selon un débit entièrement contrôlable de n images /seconde). **Le flux d'images recouvre donc, une double continuité** : d'une part une continuité de contenu entre deux images successives (pour qu'une différence devienne perceptible entre deux images d'un flux, il faut donc que plusieurs images intermédiaires aient été produites.) et, d'autre part, une continuité de renouvellement des images affichées à l'écran ((la production ininterrompue permet de faire apparaître au premier plan les variations proximales infimes qui fusionnent visuellement en mouvement ou changement). C'est cette double continuité qui permet de faire voir le mouvement, un changement ou le déroulement d'une action, en train de se produire, et non pas son résultat après coup (la trace de la trajectoire ou la nouvelle position d'un mobile à un moment ultérieur de son déplacement).

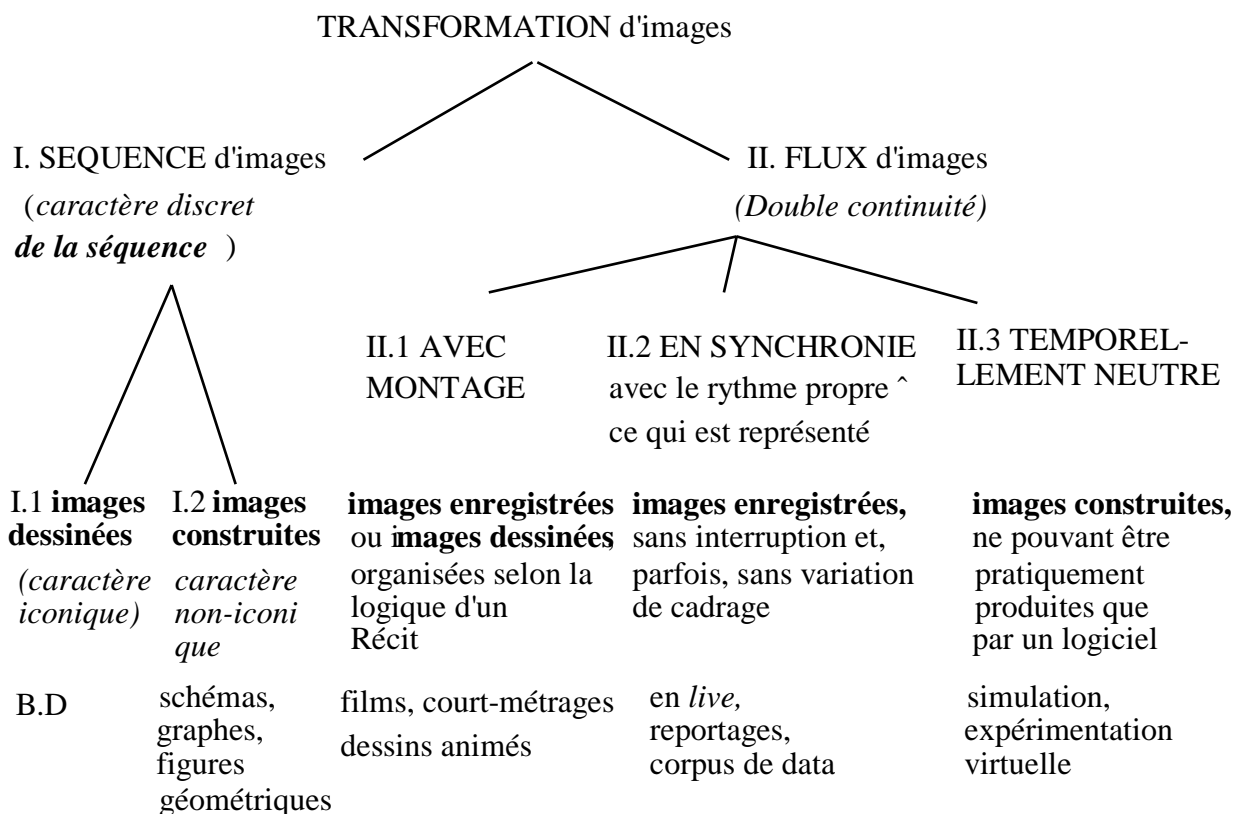


Figure 4. Première classification des différents types d'images animées

Naturellement la situation la plus directement intéressante est celle du flux d'images, puisque c'est seulement dans ce cas que ça bouge comme dans la réalité. Et il n'est pas inutile de rappeler que toute production d'un flux d'images

deux noeuds-cases, sont reliés par un double arc orienté articulé autour d'un troisième nœud case. En réalité la représentation est celle non pas d'une transformation, mais de l'état d'une relation entre deux états. Pour animer cette image il faudrait faire varier au choix les nombres inscrits dans l'un des trois noeuds cases pour voir comment varient les autres nombres inscrits dans les deux autres noeuds-cases.

requiert l'utilisation d'un instrument producteur d'images (caméra) ou une assistance instrumentale (celle d'un logiciel). C'est là une différence importante d'un point de vue cognitif et pas simplement culturel ou technique. Cependant là aussi il faut être prudent, car cela recouvre au moins trois situations radicalement différentes.

Il y a tout d'abord la situation propre au cinéma et peut-être plus largement à toute utilisation de documentaires filmés dans une stratégie médiatique de communication. Ici il est important de voir qu'il y a un travail de montage pour organiser le flux des images enregistrées selon la logique d'un récit : d'où l'importance de l'ellipse, de la suggestion, des rapprochements, des contrastes, etc. Bref, le travail de montage est une la mise en forme rhétorique d'un corpus d'images ayant été enregistrées à des fins narratives ou descriptives.

2. Problèmes soulevés par ces différents types d'animation dans le cadre d'un enseignement scientifique

Les deux situations les plus intéressantes pour notre propos sont les deux suivantes : les images enregistrées en synchronie avec le déroulement d'un processus et les images construites sémiotiquement et temporellement neutres suivantes (II.2 et II.3 Figure 4). Elles se situent, d'une certaine manière, aux antipodes de la situation précédente II.1. Pour la simple raison que les fonctions qu'elles doivent accomplir ne sont plus du tout les mêmes : (1) permettre **l'observation** d'un phénomène qui ne peut pas être observé directement, ou (2) en effectuer la **simulation**, ou encore (3) en **donner une description explicative**. Ce sont là des fonctions cognitives et épistémologiques essentielles pour le développement et pour l'acquisition de connaissances scientifiques. Et c'est à ces deux situations spécifiques que l'on peut réserver la qualification d'animation, du moins tant que l'on reste dans le domaine des enseignements scientifiques et mathématiques ou dans le cadre de la vulgarisation des connaissances scientifiques. D'où les trois questions :

- (A) En quoi le passage d'une fonction de communication (sociale, médiatique ou autre) à une fonction cognitive ou épistémologique entraîne-t-il un changement complet dans les processus d'interprétation des images ?
- (B) Quelle différence entre des animations obtenues par des images enregistrées et celles obtenues par des images construites sémiotiquement ?
- (C) Quel rapport entre des animations obtenues par des images enregistrées et celles obtenues par des images construites sémiotiquement, lorsqu'elles sont censées se rapporter au même phénomène ou au même champ de phénomènes ?

L'animation ne supprime pas ces questions, dont on a vu qu'elles se posaient déjà pour les images non animées, mais ici elles prennent une acuité plus grande.

La première question (A) est triviale. Elle revient à comparer les images enregistrées lorsqu'il s'agit de cinéma ou d'un reportage (I.1) et lorsqu'il s'agit d'un enregistrement en synchronie (I.2). On voit tout de suite, que l'animation se propose de montrer un processus ou un phénomène sans introduire de ruptures (lors de l'enregistrement comme lors du montage) dans la présentation de son déroulement (ce qui d'ailleurs permettra ensuite de " repasser " l'enregistrement en accéléré pour faire apparaître des transformations non directement perceptibles parce que leur rythme relève d'une autre échelle de temps). Il s'agit par exemple de filmer la fécondation d'un ovule et les premières phases du développement embryonnaire, ou encore la croissance d'une plante. Ou encore, il s'agit de filmer, en soufflerie, les flux d'écoulement d'air sur une maquette d'aile d'avion, etc. Trois différences apparaissent alors clairement :

1. Epistémologiquement, aucun message, aucun biais interprétatif ne doit être introduit dans l'animation par des choix de segmentation lors de l'enregistrement ou par un travail de montage. L'animation constitue ici **les données d'une observation** instrumentalement médiatisée et pouvant être reproduites si nécessaire.
2. L'apport de l'animation consiste en la possibilité de repasser en accéléré ou au ralenti les images enregistrées de façon à faciliter le travail cognitif de discrimination, de catégorisation ou d'interprétation plus global. L'apport de l'animation dans cette situation est donc de **permettre une rupture de synchronie avec la réalité observée**, sans altérer pour autant le phénomène observé.

En revanche la seconde question (B) est plus complexe. Tout d'abord rappelons qu'une animation faite avec des images sémiotiquement construites ne peut être obtenue que par l'intermédiaire non plus d'instruments, mais de logiciels, lesquels comme toute machine de Turing sont des " machines sémiotiques ". Mais négligeons ce " détail " pour ne plus regarder que l'écran, lequel ne produit qu'en fonction des instructions qu'on lui donne, et posons nous une simple question : les transformations y sont-elles de même nature que celles obtenues avec des appareils d'enregistrement ? Les images produites par des logiciels peuvent répondre à deux fonctions essentielles. En premier lieu, elles ouvrent le champ immense d'une **simulation sémiotique** (pour ne pas confondre ce type nouveau de simulation avec la simulation physique sur maquette évoquée plus haut). Et comme toute simulation, elle permet une expérimentation,

c'est-à-dire la possibilité d'introduire des variations que l'on commande ou que l'on contrôle. En second lieu elles permettent de fournir **une description explicative** des phénomènes observés, c'est-à-dire de "modéliser" les mécanismes cachés d'une transformation observée. Prenons, pour la première fonction, l'exemple de CABRI-GEOMETRE, un logiciel de "géométrie dynamique".

Ce logiciel présente pour notre propos un avantage considérable. Il permet de prendre un point et d'effectuer des déplacements quasi-physiques de ce point dans l'espace de l'écran (qui est aussi une représentation de l'espace). Et l'on voit alors les figures construites se transformer : les contours de la figure de départ changent complètement ou conservent certains aspects invariants, les surfaces augment ou diminuent... Et même, on peut garder la trace de la trajectoire des points que l'on a déplacé ainsi que celle des modifications qui en résultent pour la figure. Il introduit donc pleinement la dimension du "mouvement" dans la géométrie (Laborde, 1994). Et pratiquement il donne la possibilité de manipulations expérimentales des figures. Cependant dans les simulations sémiotiques produites par ce logiciel, il y a trois spécificités essentielles.

1. Le mouvement n'est pas intrinsèque aux phénomènes ainsi observés par simulation. En d'autres termes, les transformations géométriques ne sont ni statiques ni dynamiques, sinon elles ne permettraient pas une modélisation de tous les phénomènes physiques. Le mouvement est un biais pour faire apparaître les propriétés géométriques d'une structure qui reste invariante à travers des variations visuelles des formes perçues. Le mouvement ici relève d'abord d'une variable indépendante. **Et on ne voit vraiment que lorsqu'on arrête.**
2. Il y a, ici, isomorphisme entre les images d'un flux d'images (II. 3) et les images d'une séquence d'images (I.2). La seule différence concrète, et elle est didactiquement importante, est qu'entre la figure de départ et la figure finale de la transformation, on peut s'arrêter sur autant de figures intermédiaires de transition que l'on veut.
3. La nature de l'animation, ici, consiste dans ce que l'on a désigné par le terme barbare d'"interactivité", lequel n'a évidemment rien à voir avec ce que l'on désigne habituellement par le terme pluriel d'"interactions" (sociales ou autres). Cela veut dire que toute l'animation résulte d'un jeu de variations indépendantes, chacune étant commandée par une ou plusieurs instructions du logiciel. Par conséquent la lisibilité ou l'interprétation des images vont entièrement dépendre des possibilités de manipulation auxquelles celui qui regarde a accès ainsi que de la maîtrise qu'il acquiert des possibilités de manipulation que le logiciel offre. Le degré de liberté laissé à celui qui regarde est entièrement subordonné au degré de maîtrise dans l'utilisation du logiciel.

On peut résumer toutes ces remarques concernant ce type d'animation en disant que l'animation consiste en la variation d'une ou plusieurs variables qui sont représentées de manière indépendante, chacune étant directement contrôlable parce que directement accessible. En d'autres termes la différence qui sépare les animations obtenues par des images enregistrées et les animations obtenues par des images construites sémiotiquement est la différence qui sépare la vision et la visualisation.

La troisième question (C) est la question la plus importante, les deux premières ne servant en quelque sorte qu'à mettre en lumière sa très grande complexité. Elle peut être abordée de deux points de vue différents. Il y a tout d'abord celui, plus objectif ou plus scientifique, de ce que montrent des images enregistrées et de ce qu'explicitent des images construites sémiotiquement. Ce rapport peut être envisagé soit comme **un rapport d'illustration**, c'est-à-dire la présentation d'un phénomène réel censé être directement accessible, soit comme **un rapport de modélisation**, c'est-à-dire la présentation dépouillée et généralisée des relations pertinentes pour la compréhension du phénomène observé. Et contrairement à tout ce qui est plus ou moins implicitement admis, ces deux rapports sont loin d'être simples et immédiats. Il suffit de se rappeler ici le triple problème cognitif soulevé par la vision de tous les enregistrements de phénomènes physiques ou biologiques. Pour notre propos, ici, nous nous attacherons davantage au point de vue subjectif : comment et à quelles conditions un sujet peut articuler, ou mettre véritablement en correspondance, des représentations hétérogènes dont les contenus n'ont explicitement aucun rapport apparent, même quand on lui affirme qu'elles se rapportent aux mêmes phénomènes ?

C'est là la question cognitive cruciale pour tout enseignement scientifique. Elle déborde très largement le cadre de cette étude. Nous avons pu en montrer l'importance pour les mathématiques où les seules représentations pertinentes sont les représentations sémiotiques. Nous voudrions simplement indiquer ici que cette question se complexifie encore lorsque l'on aborde les autres domaines scientifiques, puisque l'articulation des représentations doit être en quelque sorte élargie : il faut non seulement être capable de pouvoir articuler plusieurs registres de représentation sémiotique (cfr Figure 1) mais aussi articuler des représentations sémiotiques et des représentations non sémiotiques ! Mais pour tous ceux que ces quelques considérations pourraient effrayer, disons en simplifiant à l'extrême que cela renvoie à la question : comment les images s'articulent à d'autres types de représentations, les représentations discursives du langage ordinaire, ou celles du langage plus technique d'une discipline ou encore celles d'un langage formel ?

Les “ images ” : quels traitements propres et quelle(s) articulation(s) avec le “ langage ” ?

Jusqu'à présent nous ne nous sommes intéressés uniquement qu'à ce que l'on appelle “ image ” pour mettre en évidence la variété sémiotiquement hétérogène des représentations visuelles que l'on désigne par ce mot et nous les avons regroupées en trois grandes classes ; les images produites par enregistrement, les images produites par composition libre de tracés (dessins) et les images produites selon des règles sémiotiques de représentation (Figure 2). Et nous avons déjà indiqué pourquoi leur “ traitement ”, c'est-à-dire leur utilisation à des fins cognitives, peut être complètement différent, quand on passe, par exemple, des images enregistrées aux images dessinées et pourquoi il doit être radicalement différent pour les images construites (graphes, schémas figures géométrique..) car ce sont des visualisations non iconiques qui, cependant, fonctionnent comme des images et non pas comme des discours. Maintenant il nous faut entrer dans la question de leur “ traitement ”, c'est-à-dire de leur apport informationnel spécifique et des conditions pour accéder à cet apport informationnel. Or, pour bien poser ce problème du traitement et de l'interprétation, il est nécessaire de procéder à une double analyse : une analyse fonctionnelle des images et une analyse “ structurale ” de leur organisation interne.

1. L'analyse fonctionnelle des images

On peut partir d'un constat relativement évident, mais dont les conséquences ne sont toujours pas réellement prises en compte dans beaucoup de recherches : une “ image ” ne se regarde pas de la même manière selon les raisons pour laquelle on la regarde, ou selon ce qui est attendu de sa contemplation ou de son examen. Par exemple s'il s'agit de comprendre un mode d'emploi pour effectuer l'assemblage d'un meuble, de comprendre les mécanismes physiques de transmission de mouvement (poulies, engrenages, différentiel, systèmes bielle-manivelle..), d'identifier l'objet déterminé par une définition, de saisir la variation d'une relation, de coordonner les éléments de la description d'un itinéraire ou celle de la structure d'un paysage (en géographie), etc. on utilise généralement des images dessinées, des images construites ou des images enregistrées. Or ces images peuvent être présentées soit à la place d'explications verbales plus ou moins longues, avec juste un titre comme légende pour situer l'image dans le déroulement plus globale de l'activité, ou au contraire en complément et en interaction avec une explication verbale laquelle deviendrait plus économique ou plus libre. Ce sont là deux situations radicalement différentes dans lesquelles les images ne remplissent pas les mêmes fonctions et ne conduisent donc pas au même type de traitement (Duval 1999, p.49-56). D'où les deux questions suivantes qui sont fondamentales pour déterminer toute problématique des recherches concernant le relevé de données et l'établissement des faits sur l'interprétation des images :

- 1) les images sont-elles intrinsèquement des représentations qui peuvent être considérées et donc être utilisées comme visuellement **auto-suffisantes**, c'est-à-dire sans apport complémentaire relevant d'un autre registre de représentation ?
- 2) lorsque les images sont considérées et utilisées comme des représentations auxiliaires d'autres représentations (par exemple de l'énoncé d'une propriété, d'une définition, de l'explication verbale d'un fonctionnement) leur traitement n'est-il commandé et focalisé par la fonction qu'elles remplissent par rapport à la représentation à laquelle elles sont associées ?

Répondre à ces questions dépasse évidemment le cadre de ce chapitre. Mais on peut rapidement donner quelques éléments de réponse pour justifier le caractère fondamental de ces questions, trop souvent absentes des problématiques de recherche.

Tout d'abord, concernant la première question, on peut affirmer qu'aucune des images construites n'est autosuffisante. Et cela pour deux raisons. La première est que la construction des images implique au moins la mise en œuvre d'une règle de codage, ou à défaut d'un lexique de codage. Elle est clairement explicite dans les graphes cartésiens : à chaque point d'intersection d'un plan que l'on “ quadrille ” en fonction de deux axes orientés, on peut associer un couple de nombres. Pour les schémas ou pour les figures géométriques, on parlera plus d'un lexique de codage, dans la mesure où l'on se donne des unités visuelles primitives de traçage, auxquelles on associe la représentation d'un “ objet ”. La seconde raison apparaît nettement avec les figures géométriques, mais on la retrouve aussi pour les schémas : il faut des “ hypothèses ” qui fixent dans ce que l'on peut voir, ce qui est géométriquement ou scientifiquement pertinent. Autrement dit, non seulement les images construites ne sont pas des images pures, mais elles requièrent l'articulation avec des représentations discursives en langue naturelle ou en langage symbolique.

La situation pourrait sembler totalement différente pour les images enregistrées et pour les images dessinées. Mais cela n'est pas si simplement. Étant donné que leur autosuffisance repose sur leur iconicité, on voit tout de suite une double limite. La première limite de leur autosuffisance tient au fait que le contenu de l'image renvoie à des objets de l'environnement ou à des objets ayant une analogie avec ceux de l'environnement. Ce qui n'est pas une restriction négligeable du point de vue scientifique ou du point de vue de la liberté de l'imagination. La seconde tient à ce que l'iconicité implique une association verbale. Et ici on ne peut que rappeler le principe de base de l'interprétation des

rêves : l'association d'images élémentaires en une image plus globale recouvre une association de mots. On peut ainsi voir dans la caricature ci-dessous, parue dans le Canard Enchaîné (17-1-1996) après la mort de Mitterrand, que l'image se tient à la place du mot qui reste non dit : "tortueux "

INSERER Caricature (voir document papier à envoyer par voie postale par R Duval)

Figure 5

La deuxième limite tient au fait qu'en dehors des expositions (peinture, photographie, dessins) les images sont toujours "(con)textualisées". Il suffit d'ouvrir un manuel scolaire, une encyclopédie, un magazine, etc. pour constater le caractère massif de cette pratique culturelle. Autrement dit si en droit les images enregistrées et les images dessinées peuvent être visuellement auto-suffisantes, elles fonctionnent en fait très souvent comme des représentations auxiliaires. Et cela nous conduit à notre seconde question.

Mobilisée comme représentation auxiliaire, une image peut remplir des fonctions multiples par rapport à d'autres représentations (Duval : 1999 :7-62). Or, comme d'un point de vue structural, une image comporte beaucoup d'unités figurales qui peuvent soit apparaître au premier plan ou rester non remarquées en arrière plan, soit se combiner ou non avec d'autres unités figurales, il n'y a pas une manière de voir une image mais plusieurs manières très différentes de voir une image. Et ces manières de voir sont souvent sans rapport entre elles. Insistons sur ce point décisif : d'une manière de voir à une autre la même image ne semble pas avoir le même contenu ! En d'autres termes, les images enregistrées et les images dessinées, à la différence des images sémiotiquement construites, sont presque toujours plurivoques. On comprend alors pourquoi la fonction donnée à l'image dans une situation, ou la fonction que donne à l'image celui qui la regarde va conduire à sélectionner l'une des manières de regarder. Et cette sélection est commandée par le discours implicite ou explicite qui motive la production de l'image ou qui motive l'attention qu'on y prête. Mais indépendamment des fonctions et des discours implicites qui peuvent motiver le "choix" ou la "sélection" d'une manière de regarder, il y a un problème structural : celui des possibilités et des impossibilités de correspondance entre le contenu d'une image, quelle qu'elle soit, et un discours, quel qu'il soit. Ce problème commande la compréhension des points d'ancrage qu'un individu peut trouver dans un image pour y associer non seulement des mots mais une description, une explication ou un raisonnement.

2. L'analyse structurale des images

Pour introduire à l'analyse structurale des images, nous pouvons partir de la comparaison entre un tableau de Matisse, et un tableau de Chagall :

INSERER document (à envoyer par voie postale par R Duval)	INSERER document (à envoyer par voie postale par R Duval)
Matisse. Nu bleu IV (1952)	Chagall. Au-dessus de Vitebebsk (1922)

Figure 6

Le contraste entre ces deux images dessinées montre qu'il faut distinguer dans toute image deux niveaux : celui des **unités figurales** que l'on peut distinguer et celui de la **composition** des unités figurales, c'est-à-dire leur assemblage par juxtaposition ou par recouvrement.

Dans le tableau de Matisse, la distinction des unités figurales est donnée par l'artiste, puisque les différentes parties du corps (membres) sont visuellement détachées les une des autres. Mais par delà cette observation ici triviale, on remarque que, prise séparément, aucune des unités figurales ne ressemble vraiment à une partie du corps. C'est

seulement au niveau de leur composition topologique que l'assemblage ressemble à la forme d'un corps. Autrement dit, aucune unité figurale n'est iconique, c'est seulement la composition finale qui est iconique. Dans le tableau de Chagall, c'est en quelque sorte l'inverse qui se produit. Toutes les unités figurales que l'on peut distinguer sont iconiques, mais leur composition cesse d'être iconique, c'est-à-dire de ressembler à la réalité. On pourrait également choisir un troisième tableau dans lequel à la fois les unités figurales et la composition des unités figurales sont iconiques.

Cette simple comparaison nous conduit donc à distinguer dans les images dessinées et, éventuellement dans les images enregistrées, trois degrés dans la diminution du caractère figuratif, c'est-à-dire non abstrait, d'une image : (1) les unités figurales et leur composition sont iconiques, (2) seules les unités figurales sont iconiques, (3) seule la composition est iconique. Ensuite on glisse dans des représentations non iconiques. Rappelons, à ce propos, que l'iconicité ne se détermine pas seulement sur des analogies de formes, elles se déterminent aussi en fonction d'arrangements topologiques et aussi en fonction de similitudes de déplacements (un plan de ville est une image iconique !).

Ces premières distinctions, très simples mais essentielles peuvent être affinées et généralisées pour permettre une analyse structurale de tous les types d'images. Le schéma ci-dessous en donne un premier aperçu.

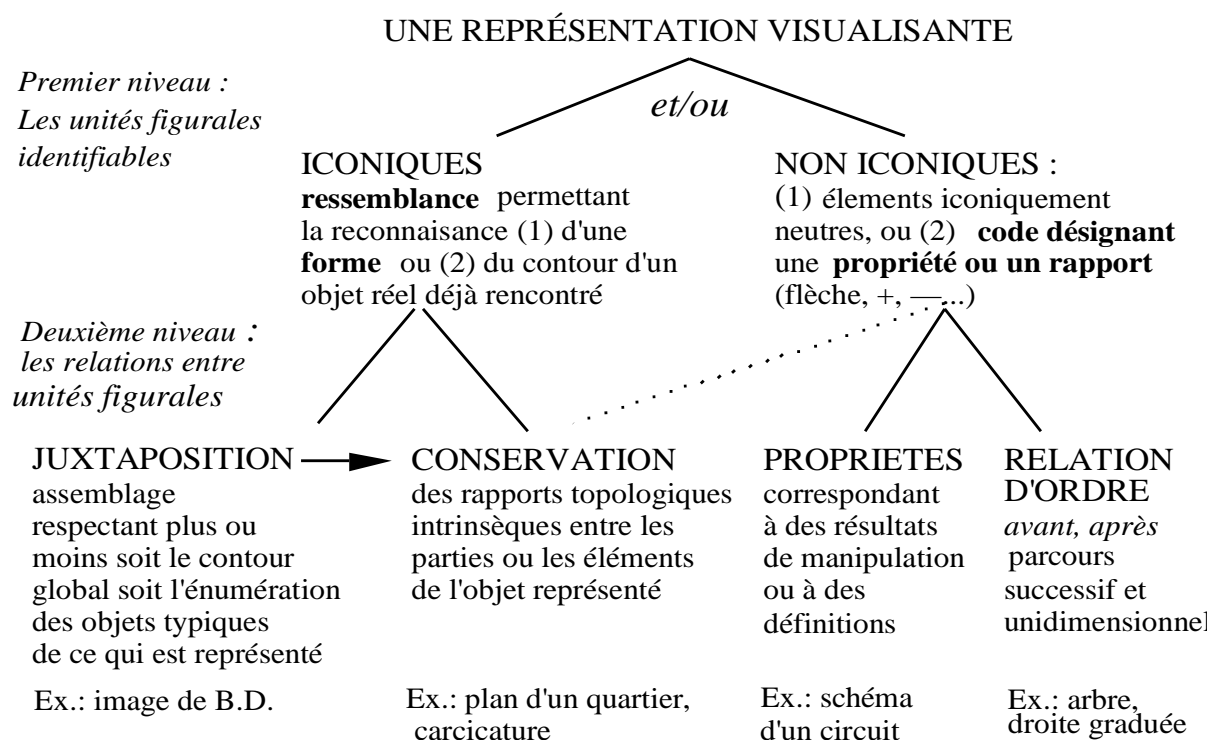


Figure 7 Les deux niveaux de représentation figurative dans le "sens" d'une image

L'analyse structurale des images s'impose chaque fois qu'une image doit implicitement ou explicitement être mise en correspondance, pour des fonctions d'illustration ou d'explication ou d'apport supplémentaire d'informations, etc. avec d'autres types d'informations. Car c'est seulement lorsque des tâches de mise en correspondance des images avec des explications verbales qu'apparaît la plurivocité des images que nous évoquons plus haut. Car si dans une image on peut distinguer deux niveaux d'articulation du sens, en revanche dans les textes et dans les discours les plus rudimentaires, il est fondamental de distinguer trois niveaux d'articulation du sens. Or ne serait-ce que pour la mise en relation d'une description et d'une image, cela ouvre un nombre important de possibilités de mise en correspondance, dont la plupart ne sont pas pertinentes ou même peuvent constituer des obstacles (Duval, 2003).

3. Peut-on parler d'un traitement¹⁰ propre aux images ?

Cette question sur la nécessité d'une double analyse des images peut sembler provocatrice, puisqu'une réponse positive s'impose en toute évidence (il y a une première reconnaissance quasi-immédiate et automatique, bien que souvent très partielle et non toujours pertinente) et que toute réflexion conduit non moins évidemment vers une réponse négative

¹⁰ Nous entendons traitement au sens que nous lui donnons habituellement, par opposition à la conversion. Il s'agit d'une opération qui demeure interne au registre sémiotique de la représentation. La conversion, au contraire, implique la mobilisation d'un autre registre, par exemple la langue dans le cas d'une description.

(toute image est le résultat d'une production qui impose sélection et composition d'unités figuratives ou non). Et cela correspond au fait que souvent il y a conflit entre d'une part cette reconnaissance quasi-immédiate, ce qu'elle suggère par associations verbales implicites ou explicites, et d'autre part ce que les systèmes mobilisés pour produire l'image permettent de représenter de manière pertinente. Autrement dit ce que l'on voit sur une image peut être sans rapport avec ce qu'elle est censée montrer.

Ainsi les images, de par la diversité fonctionnelle de leur utilisation, de par la plurivocité des unités figurales qui les composent, et également de par l'hétérogénéité des systèmes permettant leur production donnent lieu à une très grande diversité de traitements et d'interprétation. Et cela conduit à s'interroger sur la pertinence des problématiques et des méthodes de recherche qui ne prennent pas en compte ces différents facteurs de variation. Mais la prise en compte de tous ces facteurs de variation n'est pas seulement importante pour la recherche, elle l'est aussi pour l'enseignement. Car l'utilisation des images dans l'enseignement, et principalement dans les différents domaines de l'enseignement scientifique confronte sans cesse les enseignants à ce conflit, qui vient sans cesse démentir la croyance en la simplicité et en la transparence cognitive des images : très souvent les élèves ne voient pas sur une image ce que les images doivent montrer et, chaque fois, il faut dire ce qu'il faut voir.

Variation des degrés d'interprétation des types d'“ images ” et d'animation ?

Le problème de l'interprétation des représentations visuelles est crucial et se pose avec beaucoup d'acuité dans la pratique pédagogique puisque, dans ce cas particulièrement, ces représentations sont censées guider, faciliter ou induire l'apprentissage. Dans de nombreux cas, l'apprentissage requiert des représentations fonctionnelles, qui se lisent et se comprennent sans susciter de multiples interprétations concurrentes ou contradictoires. Or, si le degré d'interprétation est grand, on risque d'induire une compréhension sans rapport avec celle attendue et d'augmenter la charge cognitive au détriment de l'apprentissage ce qui a par ailleurs été attesté par de nombreuses recherches depuis plus de 25 ans. La polysémie de l'image que nous avons évoquée dans l'introduction ne constitue qu'un des aspects de ce problème. Par ailleurs, un certain nombre de pistes déjà ont été avancées tout au long de ce texte à l'occasion de la définition des différentes images et des animations. Il a, en effet, souvent été question des conditions nécessaires à leur compréhension. Nous aimerions cependant revenir sur la question de l'interprétation des “ images ” et des animations car elle est complexe.

Il nous semble pouvoir identifier plusieurs familles de variables qui, chacune à leur niveau, peuvent avoir une influence sur l'interprétation des représentations visuelles : a) celles relatives au lecteur, au sujet ou à l'apprenant ; b) celles qui dépendent des types d'images et d'animations et qui sont donc de l'ordre des registres sémiocognitifs ; c) celles qui, relatives notamment aux intentions de la communication, déterminent des types de discours, identifiables à des catégories génériques de genre mais aussi parfois, nous l'avons vu, de disciplines; d) les zones d'interactions sociales de production et les pratiques correspondantes ; e) les zones d'interactions sociales de réception et les pratiques de réception correspondantes. Il est difficile de présenter un inventaire exhaustif de toutes les situations rendues possibles par le croisement de ces différentes variables mais nous pouvons en rappeler quelques aspects importants.

Les variables individuelles, certaines en tous cas, sont loin d'être ignorées par les études psychologiques ou psychopédagogiques. Ces dernières s'intéressent cependant trop peu aux caractéristiques plus générales qui déterminent les mécanismes sémiocognitifs. La littérature identifie tout d'abord les encyclopédies d'interprétation : le découpage de l'univers proposé par les signes est toujours relatif : il dépend des groupes sociaux; à l'intérieur de ces groupes, il dépend des personnes et de leur statut, et, chez ces personnes, des circonstances (Klinkenberg, 1996). Elles s'alimentent aux expériences vécues des sujets et des communautés auxquelles ils appartiennent. Le contexte socioculturel est évidemment important, ce que rappellent avec force toutes les expériences trans- ou multiculturelles en matière d'utilisation pédagogiques de représentations visuelles. La littéracie, enfin constitue un des facteurs déterminant pour la compréhension, l'interprétation de toutes formes de communication visuelle. Pour rappel la *International Visual Literacy Association* la définit comme “ *a group of vision competencies a human being can develop by seeing and at the same time having and intergrating other sensor experiences. The development of these competencies is fundamental to normal human learning. When developped they enable a visually literate person to discriminate and interpret the visual actions, objects, and/or symbols, natural or man-made, that [encountered]in [the]environment.* ” (Fransecky & Debes, 1972 : 7, cité par l'IVLA.). Enfin, le niveau de connaissances et l'expertise dans la discipline enseignée sont, eux aussi, essentiels.

Les caractéristiques des différents types d'images et d'animations que nous avons identifiés ne s'interprètent pas de la même façon et demandent des modes de traitement très différents. Nous avons évoqué les conditions d'interprétation que chacune des ces représentations différentes impose au lecteur (cfr ici même Figure 3). Nous avons aussi souligné une des conditions propres aux images construites puisqu'elles demeurent totalement inaccessibles sans un apprentissage spécifique, ce qui nous renvoie bien sûr à la notion de littéracie. Nous avons encore montré la nécessité d'une double analyse, fonctionnelle et structurale, des représentations visuelles et l'impact de celle-ci pour leur traitement. Dans le cadre plus général de l'analyse des médias, nous avons rappelé l'importance des réseaux de relations métonymiques ou métaphoriques comme des mécanismes inférentiels pour l'interprétation des images

médiatiques (voir ci-dessus). Enfin, pour ce qui regarde les animations, pour les représentations iconiques en tous cas, le cinéma pourrait apporter un certain nombre d'enseignements utiles. Si l'on considère les arrangements strictement linéaires comme ceux que nous propose ce média, les différents types de syntagmes distingués par Metz (1971) dans sa grande syntagmatique de la bande-image pourraient apparaître comme le résultat, figé en procédés de montage, de l'interaction d'une technique vouée à l'enchaînement successif des images avec les opérations cognitives d'intégration rendues possibles et à la fois contraintes par la séquentielle du plan de la dénotation (Meunier, 2003, communication aux auteurs).

Nous traiterons ici simultanément des trois dernières familles de variables parce qu'elles paraissent très étroitement liées. Il est en effet impossible d'isoler les trois composantes majeures d'un dispositif de communication médiatisée.- production, produit, réception - et de les considérer en dehors de leurs rapports de codéterminations réciproques, sauf bien sûr, pour des raisons méthodologiques à certaines étapes de l'analyse. Dans l'introduction, nous avons brièvement abordé la notion de discours et nous défendons l'idée selon laquelle il existe, à l'instar des productions linguistiques, au sein de la communication visuelle, des types de discours et des genres de textes (Bronckart, 1996). La notion de discours appliquée aux productions médiatiques, n'est pas récente tout au contraire. On la trouve déjà chez Cohen Seat en 1961... Un exemple parfaitement convaincant est celui de l'opposition entre le récit filmique classique analysé par Metz (1977) et le film pédagogique, sous-catégorie du documentaire dont l'intention est explicitement didactique étudié en détails par Jacquinot (1977). La différence porte sur ce que Metz appelle les syntagmes chronologiques et les syntagmes en accolade qui « représentent des événements que le film donne comme des échantillons typiques d'un même ordre de réalité en s'abstenant de les situer les uns par rapport aux autres dans le temps, pour insister au contraire sur leur parenté supposée au sein d'une catégorie de faits que le cinéma a précisément pour but de définir et de rendre sensible par des moyens visuels. ». Pour Jacquinot cette différence de discours et donc d'intention de communication se marque dans l'organisation et l'importance relative des différents syntagmes filmiques : « Ce qui donne lieu au plus grand développement dans la syntagmatique de la bande-image du film de fiction (les divers types de syntagmes chronologiques) est ce qui donne lieu au plus petit développement dans celle du film pédagogique (...) Par contre, ce qui est marginal dans la syntagmatique du film de fiction (la conceptualisation représentée par le syntagme en accolade) devient essentiel et prend diverses formes dans celle du film pédagogique (...) » (1977 : 82).

Cette distinction entre la fiction et le documentaire ne se marque pas seulement dans une construction différente des syntagmes. Elle implique des postures de réception très différentes (Fastrez, 1997 et 1998). En effet, chaque émission induit, selon le genre auquel elle appartient, des postures cognitives de réception particulières. Dans la même perspective, comparant des manuels scolaires de biologie et d'économie, nous avons montré que l'usage de ce qu'il est convenu d'appeler des paratextes – principalement des plages ou des unités d'informations visuelles – était déterminé par la discipline : la nature de ces paratextes, leur fonction, leur fréquence d'utilisation et leur rapport au texte sont différents selon la disciplines au point de pouvoir considérer les manuels relevant de chacune d'elles comme des sous-ensembles discursifs et textuels spécifiques (Peraya & Nyssen, 1994 ; Peraya, 1995).

Un deuxième exemple important est celui des images enregistrées, quelles soient statiques ou animées. Nous les avons considérées à l'égal des enregistrements de données dans la mesure où elles s'intègrent à une pratique scientifique (à l'exception des mathématiques) pour laquelle la fonction référentielle de la représentation visuelle est dominante. La fonction de la représentation est alors essentielle et dans ce cas, la représentation devrait idéalement – nous avons vu aussi que ce n'est pas toujours le cas - être transparente et s'effacer devant l'objet, le phénomène représenté. Ce choix détermine les conditions mêmes de la production, puisque tout travail en amont sur l'objet se voit proscrit, comme d'ailleurs toute opération de montage. Mais, que l'on change radicalement d'usage communicationnel et social, que l'on considère un instant les images enregistrées pour et par les médias de masse, et l'analyse change radicalement : la production peut s'autoriser tout travail de reconstruction ou de modification de l'objet, à toutes les étapes du processus de production : en amont de l'enregistrement, au moment de l'enregistrement et puis au montage. Les genres de texte comme les postures cognitives de réception, les attentes des spectateurs, etc. s'en trouveront complètement modifiés.

Un dernier exemple, celui des représentations mathématiques, retiendra notre attention. Nous montrons dans ce texte que ces représentations jouissent, au sein des représentations de toutes les autres disciplines scientifiques d'un statut particulier puisqu'elles ne renvoient à aucune réalité mondaine. Dans ce cas, c'est bien le facteur discipline qui a) explique les particularités du systèmes de représentation ; b) est à l'origine d'un genre de texte visuel très spécifique ; c) implique un mode de lecture absolument non analogique et donc une posture cognitive de réception *suis generis*.

Conclusion

Nous avons comme objectif, bien plus que de présenter l'inventaire des recherches sémiotiques sur les animations de type informatique – la liste en aurait été brève -, de tenter de définir l'apport de la sémiotique à ce paradigme de recherches. Mais ce faisant, il nous a paru indispensable de revenir largement sur l'élucidation de ce qu'est une image. Du point de vue de l'empirie, tout le monde s'accorde sur la multiplicité et l'hétérogénéité des objets particuliers que l'on peut subsumer sous cette catégorie générale. Mais une telle définition s'avère totalement inapte à expliquer la

nature et les différents mécanismes de lecture, de compréhension et d'interprétation propres à chacune de ces représentations particulières. Bien plus, nous pensons que parler d'“images” en général perpétue l'ambiguïté et empêche de penser les statuts sémiotique et cognitif des représentations visuelles. Notre propos a donc été de distinguer et de définir au sein de leur diversité, différentes grandes familles de représentations en prenant comme critère, leur mode de production au lieu du degré de ressemblance avec l'objet représenté comme cela a été longtemps le cas. Si l'analyse sémiotique met en évidence la diversité de ce que d'aucuns s'obstinent encore à considérer comme des objets homogènes, elle fera aussi apparaître la diversité des types d'animation et leur complexité. Une taxonomie de ces dernières reste encore à constituer, mais elle devra, en tout état de cause, s'appuyer sur les connaissances produites sur les images fixes. Aussi, dans un second temps, nous sommes-nous attelés à la définition de ce nouvel objet. Enfin, nous avons tenté de montrer l'importance de facteurs rarement pris en compte : les fonctions que les producteurs donnent aux représentations en fonction de leurs intentions de communication et du genre de discours dans lequel ils s'inscrivent, les modes de production, les pratiques de réception et les postures cognitives qui leur correspondent.

Une représentation peut donc être lue et interprétée de façon complètement différente selon le contexte – au sens large – car c'est son statut sémiotique et cognitif qui s'en trouve modifié. Et cette question du statut sémiocognitif des représentations visuelles, constitue un préalable à toute analyse de leur utilisation pédagogique.

Bibliographie

- Almassy, P. (1974). Le choix et la lecture de l'image d'information. *Communication et langages*, 23.
- Bakhtine, M. (1984). Esthétique de la création verbale. Paris : Gallimard.
- Barthes, R. (1964). Rhétorique de l'image. *Communications*, 4, 91-134.
- Bronckart, J.P. (1996). *Activité langagière, textes et discours. Pour un interactionnisme sociodiscursif*. Berne : Peter Lang.
- Clement, J. (1985). *Misconceptions in Graphing*. P.M.E.
- Cohen Seat, G. (1961). *Problèmes du cinéma et de l'information visuelle*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Coste, D. (1975). Les piétinements de l'image. *Etudes de linguistique appliquée*, 17, 5-29.
- De Corte, E. (Ed) (1993). Comprehension of Graphics in Texts. *Learning and Instruction* [Numéro thématique], 3(3).
- Duval R. (1988) Graphiques et équations. *Annales de Didactique et de sciences cognitives*, n°1 235-253.
- Duval, R. (1995). Sémosis et pensée humaine. Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels. Berne : Peter Lang.
- Duval, R. (1999). Conversion et articulation des représentations analogiques, Séminaire de recherche 1, Direction de la recherche et du Développement, IUFM Nord Pas de Calais
- Duval R. (1996) Les représentations graphiques: fonctionnement et conditions de leur apprentissage in Actes de la 46ème Rencontre Internationale de la CIEAEM, tome 1, 3-15 (Ed. Antib), Université Paul Sabatier, Toulouse.
- Duval R. (1999) Conversion et articulation des représentations analogiques. Séminaire de Recherche IUFM . Vol 1 (Duval Ed.). IUFM Nord-Pas-de Calais : Lille.
- Duval R. (2003) Décrire, visualiser ou raisonner : quels “apprentissage premiers” de l'activité mathématique ? *Annales de Didactique et de sciences cognitives* , n°8, 13-62.
- Eco, U. (1970). Sémiologie des messages visuels. *Communications*, 15, 11-51.
- Fastrez, P. (1997). *Analyse comparative de l'attitude documentaire et de l'attitude fictionnelle dans la réception du message iconique. Etude expérimentale* (Mémoire de licence). Louvain-la-Neuve : Département de Communication, Université Catholique de Louvain.
- Fastrez P. (1998). Pour une approche expérimentale de la réception, attitudes documentaire et fictionnelle. *Recherches en Communication*, 10, 141-160.

- Fransecky, R.B. & Debes, J.L. (1972). *Visual literacy. A way to learn - A way to teach*. Washington. DC: Association for Educational Communications and Technology.
- Greimas, A. J. (1962). Observations sur la méthode audio-visuelle de l'enseignement des langues vivantes. *Etudes de linguistique appliquée*, 1, 137-155.
- International Visual Litteracy Association (2002). Site consultable en ligne à l'adresse <http://ivla.org/organization/whatis.htm> (dernière consultation le 30 août 2004).
- Jacquinet, G. (1977). *Image et pédagogie*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Jacobi, D. (1985). Références iconiques et modèles analogiques dans le discours de vulgarisation scientifique. *Information sur les sciences sociales*, 24(4), 847-867.
- Klinkenberg, J.M. (1996). *Précis de sémiotique générale*. De Boeck : Bruxelles.
- Lerouge, A. (1993). Contagion du signifiant et contagion de référence sur la conceptualisation mathématique de l'intersection de deux droites. In J. Baillé & S. Maury (Ed.), *Les représentations graphiques dans l'enseignement et la formation* [Numéro thématique], *Les sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle*. 1(3), 119-136.
- Linard, M. (1990). *Des machines et des hommes*. Paris : Editions universitaires.
- Metz, C. (1971). *Langage et cinéma*. Paris : Larousse.
- Metz, C. (1977). *Le signifiant imaginaire*. Paris : Union générale d'éditions.
- Meunier, J.P. & Peraya, D. (1993/2004). *Introduction aux théories de la communication. Analyse sémio-pragmatique de la communication médiatique* (Première édition). Bruxelles : De Boeck. (3^{ème} édition revue et augmentée à paraître en 2004)
- Moles, A. A. (1981). *L'image communication fonctionnelle*. Tournai : Casterman.
- Moles, A. A. (1988). *Théorie structurale et société*. Paris : Masson.
- Peraya, D. (1982). Image et langue. Le langage de l'image. *Revue belge de psychologie et de pédagogie*, 44, 182-185.
- Peraya, D. & Nyssen, M.C. (1994). Les paratextes dans les manuels de biologie et d'économie: une première approche. *Médiascope*, 7, 13-21 (Centre de recherche et de documentation pédagogique de Versailles).
- Peraya, D. (1995). Vers une théorie des paratextes. *Recherches en communication*, 4, 119-156.
- Peraya D., (1998a). Le cyberspace : un dispositif de communication et de formation médiatisées, Communication orale aux Rencontres REF98, *Symposium Cyberspace et autoformation*, Université Toulouse Le Mirail, Département des Sciences de l'Éducation, 26 et 27 octobre 1998, Toulouse.
- Peraya D., (1998b). Les dispositifs de communication éducative médiatisée: médiatisation et médiation, Communication orale aux *Journées d'études sur la médiation culturelle, La médiation culturelle ou naissance d'une nouvelle professionnalité ?* Société Française des Sciences de l'Information et de la Communication (SFSIC), 18 et 19 septembre, Avignon.
- Richaudeau, F. (1973). *Le langage efficace*. Paris : CEPL.
- Tardy, M. (1975). Image, langue et parole en didactique des langues. *Linguistique appliquée*, 17, 29-43.