

## **L'évolution des conceptions des enfants sur le monde physique : propositions théorique et méthodologique issues d'une étude concernant le phénomène de la formation des ombres**

---

**RESTA-SCHWEITZER Marcela, ingénieur d'étude, Laboratoire de psychologie, Université d'Angers, Angers, France. marcela.schweitzer@wanadoo.fr.**

**VILLERET Olivier, maître de conférence, Centre de Recherche en Education de Nantes, IUFM des Pays de la Loire, site d'Angers, Angers, France. olivier.villeret@univ-nantes.fr.**

Mots clés : Conceptions, développement cognitif, enfants, ombres, registres d'expression.

### **Résumé**

*A partir d'une étude concernant le phénomène physique de la formation des ombres, nous proposons un cadre général permettant de rendre compte de l'évolution des conceptions des enfants qui s'appuie sur le modèle développemental proposé par Piaget et Garcia (1983). Nous montrons l'intérêt de solliciter chez l'enfant différents registres d'expression, en contexte d'entretien individuel : explications verbales, réalisation de montage et production graphique. Les données présentées concernent un échantillon de 195 enfants, âgés entre 6 et 10 ans. Elles confirment la pertinence du système d'analyse proposé.*

### **Introduction**

Depuis les ouvrages fondateurs de Piaget – « *La représentation du monde chez l'enfant* » (1926) et « *La construction du réel chez l'enfant* » (1937), les recherches concernant la manière dont les enfants appréhendent les objets et les phénomènes se sont développées de manière considérable (Lautrey, Remi-Giraud, Sander & Tiberghien, 2008). De fait, elles s'inscrivent dans des ordres de préoccupation très différents rappelés ici dans la perspective de situer le travail présenté dans cet article, sans avoir prétention à l'exhaustivité. En premier lieu, cette question a largement été abordée par des chercheurs en didactique des sciences. Pour ces chercheurs qui s'inscrivaient dans la tradition constructiviste piagétienne, il s'agissait avant tout de rendre compte des conceptions premières des élèves, d'explicitier les écarts entre ces conceptions et les conceptions savantes enseignées à l'école, de comprendre les difficultés d'apprentissage des enfants et de trouver des moyens pour les aider à y faire face (cf. Weil-Barais, 2005, pour une présentation générale de ce courant). De leur côté, les psychologues du développement se sont intéressés à cette question, en relation avec une évolution théorique majeure ayant émergé dans les années quatre-vingt et qui peut se résumer brièvement par deux propositions : renoncement à un modèle général du développement intellectuel, prise en compte de la multiplicité des formes de l'activité intellectuelle en relation avec les contextes culturels (Butterworth & Light, 1982 ; Carey, 1985 ; Meadows, 1986). Ceci s'est traduit notamment par une diversification des domaines d'étude en fonction des caractéristiques

spécifiques des champs de connaissance et des activités intellectuelles (Gelman, 2006). Dans une telle perspective, il a ainsi été montré que la construction des invariants physiques qui, pour Piaget, relevait de processus cognitifs identiques, impliquaient de fait des formes de conceptualisation du réel très spécifiques selon la nature des dimensions physiques impliquées (Séré & Weil-Barais, 1988 ; Weil-Barais, Lemeignan & Séré , 1990 ; Weil-Barais, Séré & Landier, 1986). De manière plus récente, les sciences cognitives se sont emparées du sujet dans une perspective à la fois fondamentale et appliquée. Il s'agit de cerner les ontologies qui caractérisent l'esprit humain à travers l'étude des systèmes de représentation que les individus utilisent spontanément. Ce type de travaux intéresse bien entendu les concepteurs de systèmes d'informations qui ont besoin de connaître l'ontologie des différents domaines pour indexer les informations et les organiser de façon à ce que les utilisateurs puissent y accéder aisément.

Le travail présenté dans cet article s'inscrit à la croisée des deux premières approches que nous avons évoquées, didactique et développementale. De manière générale, nous cherchons à étayer au plan empirique l'idée vygotskienne selon laquelle l'apprentissage des concepts scientifiques stimule le développement intellectuel de l'enfant (Vygotski, 1934/1985). Pour ce faire, nous avons besoin de disposer d'un référentiel développemental de l'évolution des représentations, de façon à pouvoir comparer les évolutions observées dans un contexte d'enseignement-apprentissage - ciblé sur un domaine conceptuel particulier - à l'évolution « normale » observées chez des enfants qui n'en bénéficient pas (Resta-Schweitzer & Weil-Barais, 2007). Les questions que nous abordons ici sont d'ordre méthodologique : quelles données convient-il de recueillir auprès des enfants ? Comment analyser leurs réponses dans la perspective de pouvoir rendre compte des évolutions intellectuelles ? De fait, les représentations du monde nous intéressent en tant qu'elles témoignent des différentes formes de pensée, induites en grande partie par des apprentissages particuliers comme ceux qui s'effectuent au cours de l'enseignement scientifique.

## **Comment « recueillir » les conceptions ?**

Concernant les conceptions, il convient de conserver à l'esprit qu'elles ne sont pas directement observables. En effet, le concept de « conception » renvoie à des entités mentales de type « structure » ou « modèle » qui permettent d'appréhender les aspects de la réalité accessibles par les sens. On ne peut inférer les conceptions qu'à partir des réponses des sujets, à condition que celles-ci soient suffisamment stables. C'est la spécification des raisons justifiant ces inférences qui fondent les catégories de représentation avancées par les chercheurs, ce qui n'est pas toujours fait comme le remarquent avec justesse Schoultz, Saljo et Wyndhamn (2001). Ces auteurs avancent une autre critique qui a trait au contexte des entretiens réalisés. Comparant les réponses obtenues par Vosniadou et Brewer (1992, 1994) à propos de questions relatives à la Terre posées à des enfants, dans un contexte uniquement verbal, aux réponses qu'ils ont eux-mêmes obtenues dans une situation où ceux-ci disposaient d'un globe terrestre, ces auteurs constatent que les enfants qu'ils ont eux-mêmes interrogés expriment des explications beaucoup plus sophistiquées et en accord avec les conceptions savantes que ceux interrogés par les premiers auteurs. Schoultz et ses collaborateurs recommandent ainsi de ne pas négliger les artefacts culturels servant à représenter le monde et à considérer que les réponses des enfants prennent sens par rapport au contexte communicationnel. En effet, au plan culturel, il existe une diversité de représentations pour tout objet ou phénomène. L'adulte qui interroge l'enfant doit donc parvenir à lui faire comprendre qu'il est à la quête des représentations rationnelles du monde et non pas d'autres représentations (religieuses, mythiques, poétiques, etc.), indépendamment du fait que la

formulation des questions et des relances ne doivent pas induire de réponses particulières, à moins de le faire de manière délibérée et contrôlée. Aux suggestions de Schoultz et coll, nous ajouterons le fait que les réponses des enfants peuvent mobiliser différents registres d'expression. Concernant les explications du monde qui font appel à des propriétés et à des relations souvent cachées, au sens où elles font appel à des entités ou à des dimensions qui sont des « construits » cognitifs (par exemple, les atomes, la pression, la propagation rectiligne de la lumière...), il ne va pas de soi que le langage naturel soit le meilleur moyen d'expression. C'est pourquoi dans l'étude présentée ci-après, nous avons demandé aux enfants d'une part de dessiner et, d'autre part, de concevoir un montage, en plus de les interroger verbalement sur le phénomène auquel on leur demandait de s'intéresser. Cette procédure nous a été inspirée par la conception de la connaissance promue par Gérard Vergnaud (2007) selon laquelle la connaissance a une triple dimension : prédicative, analogique et pragmatique. Vergnaud met en avant le rôle de représentations symboliques : langage naturel, schémas, dessins ainsi que les jeux de traduction entre les différents systèmes de représentation dans la construction par l'enfant de domaines conceptuels. L'intérêt de s'appuyer dans le cadre théorique proposé par Gérard Vergnaud est de montrer que la conceptualisation est basée sur des connaissances de différents ordres. En sollicitant les différentes dimensions de la connaissance, nous espérons pouvoir cerner les représentations des enfants.

## Présentation de l'étude

### Le phénomène physique

L'étude concerne la formation des ombres, un phénomène intéressant pour étudier l'évolution de la pensée des enfants. En effet, il s'agit d'un phénomène très courant dans l'environnement et qui se prête bien à des investigations, sans danger, auprès de jeunes enfants (Piaget, 1948 ; Devries, 1986 ; Molina & Jouen, 2000 ; Dumas Carré, Ravanis, Weil-Barais & alli, 2003 ; Ravanis, 2005). Sous une apparente simplicité se cachent des modes de pensée élaborés pour pouvoir maîtriser le phénomène. En effet, il implique un raisonnement spatio-causal faisant appel à la construction d'un « déficit visible » plutôt qu'à une « présence » (la matérialité de l'ombre n'en étant pas une, au sens de la matière) : l'ombre est un déficit de lumière ; c'est une portion moins éclairée de l'espace et ce qui est perçu est la projection sur une surface d'un contraste.

Si l'on considère les paliers d'évolution décrits par Piaget et Garcia (1983), la formation des ombres peut relever de la perception immédiate et peut donc être décrite de manière intra-objectale (centration sur les propriétés perceptives : la couleur, la forme, la taille, la localisation). Toutefois, la compréhension du phénomène nécessite de sortir du cadre purement perceptif pour construire des propriétés relationnelles qui ne sont pas données à la perception, ce qui est une caractéristique d'une représentation *inter-objectale* qui, selon Piaget, implique une abstraction réfléchissante alors que les représentations intra-objectales sont le produit de l'abstraction empirique.

### Population

Nous avons interrogé 195 enfants, âgés de 6 à 10 ans, répartis de la manière suivante : 34 en CP, 33 en CE1, 36 en CE2, 48 en CM1 et 44 en CM2. Ces enfants sont scolarisés dans des

écoles primaires publiques proches de la ville d'Angers, accueillant des enfants d'origines sociales assez diversifiées.

### **Protocole d'investigation**

Les enfants sont interrogés individuellement, avec l'accord de leurs parents, dans une pièce attenante à leur classe. Leur maître les a informés préalablement qu'ils participent à une étude concernant les sciences à l'école primaire et que leurs réponses ne seront utilisées que dans ce cadre, de manière anonyme. L'entretien se déroule en trois phases correspondant aux trois registres d'expression que nous avons choisi de solliciter : verbal (sous la forme d'un entretien), pragmatique (réalisation d'un montage) et graphique (production d'un dessin). Chaque phase se différencie par le registre d'expression utilisé et par le type de tâche à accomplir. La première phase peut paraître plus médiatisée par le chercheur puisque son rôle est celui de conduire l'entretien verbal ; cependant, il est important de signaler l'absence d'intention explicite de déclencher un processus d'apprentissage.

#### ***Première phase : entretien (registre verbal V)***

Après avoir mis en confiance l'enfant, un ensemble de questions lui sont posées visant à cerner la connaissance qu'a l'enfant de l'existence du phénomène, des déterminants de son existence ainsi que les explications qu'il en a. Tout en conservant une trame d'entretien identique pour tous les enfants, les formulations s'adaptent aux réponses qu'ils produisent (méthode d'entretien clinique-critique). Les entretiens ont fait l'objet d'enregistrements qui ont été transcrits.

#### ***Deuxième phase : montage (registre pragmatique P)***

Après l'entretien, on demande à l'enfant de réaliser un montage. Pour ce faire, un ensemble de matériel est mis à la disposition des enfants : des objets fixés sur des supports en bois (un chat en peluche et deux poupées), des représentations des ombres des trois objets dessinées sur des feuilles au format A3 et une lampe orientable. On donne alors une première consigne « Regarde sur la table, il y a plusieurs objets ; je te demande d'y aller voir et de choisir ton objet préféré entre le chat, le petit garçon et la petite fille et de le prendre avec toi ». Lorsque l'enfant a choisi un objet, on lui dit : « maintenant il faut que tu prennes tout ce dont tu as besoin pour construire sur cette autre table l'ombre de ton objet préféré ; tu vas mettre ces objets, chacun à la place que tu crois être la meilleure pour faire l'ombre du personnage que tu as choisi ; il faut savoir qu'on n'a pas le droit d'allumer la lumière. » Cette contrainte permet d'éviter que l'enfant procède par essai et erreur. Il s'agit en effet de voir si l'enfant intercale l'objet entre la source lumineuse potentielle et l'ombre et s'il respecte l'alignement de la source, de l'objet et de l'ombre. Une fois achevé, c'est-à-dire lorsque l'enfant s'estime satisfait de sa réponse, le chercheur photographie le montage réalisé.

#### ***Troisième phase : dessin (registre graphique G)***

On demande à l'enfant de dessiner sur une feuille format A4, avec des feutres mis à sa disposition (noir et couleurs). La consigne est la suivante : « Il faut te dessiner avec ton ombre et avec tout ce dont tu as besoin pour la faire. » Le dessin de l'enfant est conservé.

A l'issue des deux dernières phases, s'il le juge nécessaire pour pouvoir interpréter les productions de l'enfant, le chercheur lui demande d'explicitement verbalement sa réponse.

Le temps fixé pour l'ensemble des phases n'est pas limité. Il s'échelonne entre 15 et 30 minutes, le temps consacré aux enfants les plus jeunes (en CP) étant en moyenne plus long que pour les enfants plus âgés (en CM2), en raison de la rapidité de l'exécution des tâches.

## **Grille d'analyse**

En nous basant sur le modèle développemental proposé par Piaget et Garcia (1983), nous avons distingué deux grandes catégories de réponses pour les trois registres d'expression sollicités (verbalisation, montage et dessin) : intra-objectales et inter-objectales, la catégorie trans-objectale étant absente. A l'intérieur de chacune de ces grandes catégories, nous avons distingué les réponses en prenant en compte d'autres critères que la centration sur des propriétés (intra) ou sur des relations (inter). Ainsi, à l'intérieur des réponses de type « intra-objectal », nous avons distingué celles qui n'évoquent qu'un seul objet ou qu'une seule propriété (catégorie C1) de celles qui en évoquent plusieurs (catégorie C2). A l'intérieur de la catégorie « inter », on a distingué les réponses qui n'expriment que les relations topologiques (C4), de celles qui explicitent en outre les raisons de l'existence du phénomène (C5). A ces quatre catégories, nous avons adjoint une catégorie intermédiaire (C3) : une (ou des) relation(s) sont exprimées mais elle(s) est (sont) erronée(s) ou incomplète(s). Au cas où les réponses ne rentrent dans aucune de ces catégories, elles sont classées en (C0). L'ordre de présentation des catégories traduit la progression dans le traitement du phénomène, du point de vue du modèle développemental utilisé.

Les grilles d'analyse avec quelques exemples sont présentées dans les tableaux 1, 2 et 3.

Tableau 1 : Grille d'analyse, réponses verbales (entretiens)

Registre verbal (V)					
Hors modèle	Intra-objectale		Quasi inter-objectale erronée ou incomplète	Inter-objectale	
C 0 - V	C 1 - V	C 2 - V	C 3 - V	C 4 - V	C 5 - V avec énoncé de la loi fondamentale
L'enfant ne s'exprime pas ou dit « je ne sais pas »	Seulement un composant est nommé.	Seulement un ou deux composants sont nommés et une propriété est énoncée de façon isolée.	Deux éléments ou plus sont nommés. Une coordination ou une ébauche de relation est exprimée mais avec des erreurs.	Deux éléments ou plus sont nommés et au moins une relation est exprimée de manière correcte.	Tous les éléments constitutifs du phénomène sont indiqués ainsi que les relations entre les objets. Énoncé de la loi d'interposition source-objet.
	<i>Avec le soleil</i> (Mathilde CM1) <i>Besoin du soleil</i> (Car CE2)	<i>Quand il y a du soleil, l'ombre est noire.</i> (Max CE1)	<i>Ombre grande, noire, besoin du soleil, d'un mur pour que l'ombre soit dessus.</i> (Mat CM1)	<i>Il faut un peu du soleil et un peu d'ombre. Le soleil est important, s'il fait tout noir on ne peut pas faire l'ombre. La lumière va sur le chat et ça fait l'ombre derrière</i> Ben (CE1)	<i>Besoin du soleil, lumière, d'une chose qui n'est pas transparente.</i> <i>La lumière elle ne peut pas traverser après ça fait l'ombre</i> Cor (CM2)

Tableau 2 : Grille d'analyse des montages







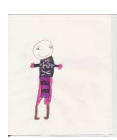
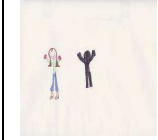




Registre pragmatique (P)					
Hors modèle	Intra-objectale		Quasi inter-objectale erronée ou incomplète	Inter-objectale	
C 0 - P	C 1 - P	C 2 - P	C 3 - P	C 4 - P	C 5 - P
Le montage de l'enfant ne répond à la consigne donnée	Seul un objet est présent	Deux objets seulement sont présents.	Au moins trois objets sont présents mais alignement imparfait et/ou lampe / ombre mal placées et mal placées.	Tous les éléments sont présents avec une relation spatiale correcte ; des décalages dans le positionnement des objets ; pas de continuité objet-ombre.	Tous les éléments sont présents ; alignement parfait des objets. La source lumineuse est dirigée correctement.
					

Tableau 3: Grille d'analyse des dessins

Registre graphique (G)					
Hors modèle	Intra-objectale		Quasi inter-objectale erronée ou incomplète	Inter-objectale	
C 0 - G	C 1 - G	C 2 - G	C 3 - G	C 4 - G	C 5 - G
Le dessin ne correspond pas du tout à la consigne donnée.	Un seul élément présent.	Deux éléments présents.	Au moins trois éléments présents mais disposés de manière incorrecte. Alignement imparfait et/ou détails dans l'ombre.	Au moins trois éléments présents, disposés de manière correcte. Alignement convenable. Pas de détails dans l'ombre.	Présence des 4 composants : lumière – objet- ombre – plan de projection. Alignement parfait. Continuité objet-ombre si nécessaire.
					

## Analyse des résultats

Toutes les productions des enfants ont fait l'objet d'un double codage. Les cas de désaccord inter-juges (environ 5%) ont fait l'objet d'une discussion jusqu'à l'aboutissement d'un accord, ce qui a permis de préciser les critères de catégorisation.

Nous avons tout d'abord examiné si les réponses des enfants étaient stables d'un registre d'expression à l'autre. Du fait de l'absence de concordance des réponses entre registres, nous présentons l'évolution des réponses par registre.

## Stabilité des réponses entre les registres d'expression

Seule une minorité d'enfants produit des réponses relevant de la même catégorie de représentation pour l'ensemble des registres d'expression sollicités (.17). Ceci concerne en majorité les catégories C3 (quasi inter-objectale erronée ou incomplète) et C4 (inter-objectale), qui représentent respectivement des fréquences de .06 et .08.

Tableau 4 : Décalages entre les niveaux de représentation, selon les registres d'expression sollicités

Modalités comparées	Décalage					
	pas de décalage	néгатif supérieur à 1	néгатif égal à 1	positif égal à 1	positif supérieur à 1	
V/P	0,53	0,04	0,17	0,16	0,09	1
V/G	0,37	0,04	0,10	0,42	0,08	1
P/G	0,35	0,06	0,11	0,43	0,05	1

Si on compare deux à deux les registres d'expression, il apparaît que les décalages les moins fréquents concernent les modalités verbales et pragmatiques (cf. tableau 4). Par contre, ils sont importants dès lors qu'entre en jeu la modalité graphique, alors que c'est bien souvent le mode d'investigation privilégié auprès des jeunes enfants. Le niveau de représentation exprimé au moyen du langage est supérieur à celui exprimé pragmatiquement, lui-même étant

supérieur à celui exprimé graphiquement. On remarquera toutefois que les décalages sont peu importants puisqu'ils sont en majorité de un niveau, en plus ou en moins.

Ces résultats mettent en évidence l'incidence du registre d'expression sollicité pour inférer les représentations qu'ont les enfants du monde physique.

### **Evolution des réponses en fonction des niveaux scolaires**

Les données concernant les deux registres d'expression pour lesquels il existe un décalage maximal entre les niveaux de représentation manifestés par les enfants : le registre verbal et le registre graphique.

Dans les deux registres, on observe une évolution avec le niveau scolaire qui va d'une prévalence des représentations intra-objectale en CP à la prévalence d'une représentation inter-objectale à la fin du cycle primaire. Ces données valident le modèle développemental ayant servi à construire les catégories de réponse.

Si l'on compare les évolutions selon les registres d'expression, il apparaît que les catégories intra-objectales (C1 et C2) diminuent plus précocement dans le registre verbal que dans le registre graphique. Les évolutions dans le registre pragmatique sont assez similaires à celle du registre verbal. Parmi les catégories inter-objectales, dans le registre verbal c'est la catégorie C5 qui augmente le plus, alors que dans le registre graphique, c'est la catégorie C4. Cette différence rend compte du fait que les enfants ont du mal à représenter graphiquement le plan de projection de l'ombre qui pour eux se confond sans doute avec l'ombre, alors qu'au plan verbal ils peuvent différencier l'ombre et le plan de projection. Ce type de données met l'accent sur l'importance de solliciter différents modes d'expression.

### **Discussion**

Partant de l'intention de construire un référentiel développemental des conceptions qu'ont les enfants d'un phénomène particulier – la formation des ombres – nous nous sommes interrogées sur les données qu'il convenait de recueillir auprès des enfants de façon à pouvoir inférer leurs conceptions. Nous avons d'une part construit une grille d'analyse des réponses et, d'autre part, comparé les réponses en fonction des registres d'expression sollicités pour rendre compte du phénomène (explication verbale, réalisation d'un montage, dessin). La construction de la grille d'analyse s'est appuyée sur un modèle très général proposé par Garcia et Piaget (1983) qui rend compte des transformations des représentations mentales en termes de changement de centration : centration sur les objets et leurs propriétés (approche dite « intra-objectale ») puis centration sur les relations entre les objets (approche dite « inter-objectale »). Comme nous l'avons déjà défendu par ailleurs (Resta-Schweitzer & Weil-Barais, 2007), la référence à un modèle général du développement conceptuel présente l'intérêt de pouvoir mettre en relation des données afférentes à différents domaines de phénoménologie. Les évolutions que nous avons constatées du CP au CM2 confirment la pertinence de ce modèle.

La non concordance des réponses selon les données analysées (productions verbales, montages, dessins), pour la majorité des enfants observés, légitime qu'il soit nécessaire de diversifier les tâches proposées, comme l'a déjà suggéré Teresa Fernandez (2004). Partant d'une critique des recherches qui ne font usage que d'un seul mode de questionnement, cette auteure qui s'est intéressée aux conceptions qu'avaient les enfants de la Terre leur a demandé de fabriquer un modèle réduit de la planète, au moyen de pâte à modeler ; elle a également



utilisé des petits personnages pour explorer leur connaissance de la gravité ainsi que la production de dessins. Cependant elle n'a pas analysé les productions graphiques et langagières de manière séparée comme nous l'avons fait dans l'étude rapportée dans cet article, partant de l'idée d'une unicité de la représentation quelle que soit la tâche à résoudre.

Pour notre part, il nous a semblé intéressant de comparer les niveaux de représentation qu'on peut inférer à partir des différents registres de production (symbolique langagier, symbolique graphique, manipulateur). Nous avons vu que les productions graphiques sont de moindre qualité que les montages réalisés et les explications verbales, du point de vue du modèle scientifique que ces productions sous-tendent. Ceci conduit à interroger le statut qu'on accorde aux productions des enfants. Ou bien l'on considère qu'elles sont l'expression de leurs représentations mentales, ce que de nombreux auteurs ne discutent pas. Dans ce cas, on comprend mal qu'elles puissent différer selon le registre d'expression sollicité, au plan intra-individuel, sauf à envisager que ces représentations auraient un caractère instable, ce qui ruine le concept même de représentation mentale qui suppose une certaine invariance à un moment donné du développement. Une interprétation alternative est de supposer que les productions des enfants sont déterminées à la fois par leur structure de pensée et par leur capacité à faire usage des systèmes de représentation, de communication et de production requis par les tâches. Même si l'on retient une conception cognitive représentationnelle symbolique qui postule que les représentations mentales déterminent les activités, on peut considérer que l'expression de représentations particulières est en soi un problème qui relève de compétences spécifiques aux registres des conduites sollicités. Ainsi, pour les enfants, est-il plus facile d'expliquer au chercheur (bienveillant et attentif) les conditions de la formation des ombres, que de réaliser un montage (sans être autorisé à procéder par essai et erreur) ou de se dessiner avec son ombre (pour un but non explicite, hormis répondre à la demande du chercheur). Des éléments, tel que le plan de projection, qui s'imposent lors de la réalisation d'un montage ne sont pas nécessairement représentés, l'enfant pouvant graphiquement confondre l'ombre avec le plan de projection ou considérer que l'espace graphique fait office de plan de projection. Rappelons que les codes graphiques de représentation de l'espace tridimensionnel ne sont pas enseignés à l'école primaire. Les difficultés liées aux techniques graphiques ainsi que l'absence d'observation du phénomène étudié (Calmettes, 2000), peuvent s'avérer des obstacles à la représentation de l'ombre. Il se pourrait également que les formes graphiques conventionnelles familières aux enfants fassent obstacle à l'élaboration personnelle d'un dessin rendant compte de la situation évoquée. Ceci a depuis longtemps été relevé par Piaget et Inhelder (1948), notamment à propos de la manière dont les enfants représentent l'horizontalité de l'eau dans un récipient. Pour les enfants, la ligne de niveau d'eau est toujours tracée perpendiculairement aux parois du récipient qui la contient, indépendamment de l'angle d'inclinaison de celui-ci, alors même que lorsqu'on demande aux enfants de montrer avec la main le niveau de l'eau, ils fournissent une bonne réponse. Ces différentes raisons permettent d'expliquer que les dessins soient globalement d'un moins bon niveau que les autres productions.

La variabilité intra-individuelle des réponses des enfants imputable aux différences dans les registres d'expression sollicités se retrouve même lorsqu'on regroupe les catégories de réponses en grandes catégories réunissant les catégories « intra-objectales » et « inter-objectales ». Bien entendu, la fréquence de réponses concordantes est alors beaucoup plus élevée (.64 *versus* .17 lorsque les six catégories de réponse sont utilisées). Ceci montre bien que la question des formes d'exploration des conceptions du monde des enfants est importante et qu'il convient d'être très prudent quant aux interprétations qu'on peut faire des données recueillies. Les données rapportées ici incitent à poursuivre les études des représentations qu'ont les enfants du monde physique en contrôlant mieux les conditions d'exploration du

point de vue de la connaissance qu'ils ont des systèmes symboliques servant à les exprimer et des artefacts utilisés. Il serait également intéressant d'étudier les changements provoqués par l'apprentissage de nouveaux systèmes symboliques, comme le dessin géométrique par exemple, ou les règles du dessin en perspective.

Pour terminer on relèvera que l'étude présentée offre des pistes intéressantes au plan de la recherche en didactique et des pratiques scolaires. En effet, comme nous l'avons déjà signaler, la grille d'analyse que nous avons construite peut être adaptée dans de nombreux domaines, la distinction intra et inter-objectale étant très générale. Son intérêt est de pouvoir diagnostiquer des changements de représentation importants du point de vue développemental et de pouvoir comparer des domaines d'expérience très diversifiés. L'usage d'une telle grille pour interpréter les productions des enfants recueillies dans des contextes très variés permettrait de sortir du pointillisme qui caractérise souvent les recherches sur les conceptions des enfants. L'emploi généralisé d'une grille comme celle que nous avons proposée permettrait de conduire des recherches comparatives (entre domaines et entre systèmes éducatifs) qui font défaut actuellement mais qui pourtant seraient nécessaires. Au plan de l'enseignement, une telle grille peut être utilisée au titre de référentiel développemental. Elle définit en effet des niveaux hiérarchisés pouvant être atteints et, ainsi, des objectifs raisonnables pour les enfants concernés, dans un système d'enseignement qui se préoccupe prioritairement du développement intellectuel des enfants.

## Références bibliographiques

- Butterworth, G & Light, P. (Eds.) (1982). *Social cognition : Studies of the development of understanding*. Chicago: University of Chicago Press.
- Calmettes, B. (2000). Les dessins d'observation dans les premières phases d'étude d'objets et de phénomènes. *Aster*, 31, 217-244.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA : MIT Press.
- Devries, R. (1986). Children's conceptions of shadow phenomena. *Genetic, Social and General Psychology Monographs*, 112(4), 479-530.
- Dumas Carré A., Weil Barais A., Ravanis, K., Shourcheg, F. (2003). Interaction maître-élèves au cours d'activités scientifiques à l'école maternelle : approche comparative. *Bulletin de psychologie*, 56(4), 493-508.
- Fernandez, M.T. (2004). Concepciones del planeta tierra. *Infancia y aprendizaje*, 27 (2), 189-210.
- Gelman, S. A. (2006). Early conceptual development. In K. McCartney & D. Phillips (Eds), *Blackwell handbook of early childhood development* (pp 149-166). Malden, MA, US : Blackwell Publishing.
- Lautrey, J., Rémi-Giraud, S., Sander, E. & Tiberghien, A. (2008). *Les connaissances naïves*. Paris : Armand Colin.
- Meadows, S. (1986). *Understanding child development*. London : Hutchinson.
- Molina, M., & Jouen, F. (2000). Des objets et des ombres : La contrainte de solidité des objets s'applique-t-elle aux ombres? *Archives de psychologie*, 68, 15-24.
- Piaget, J. & Garcia, R. (1983). *Psychogénèse et histoire des sciences*. Paris: Flammarion.

- Piaget, J. & Inhelder, B. (1948). *La représentation de l'espace chez l'enfant*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Ravanis, K. (2005). Les sciences physiques à l'école maternelle : un cadre sociocognitif pour la construction des connaissances et/ou le développement des activités didactiques. *International Review of Education*, 51, 201-218.
- Resta-Schweitzer, M., & Weil-Barais, A. (2007). Éducation scientifique et développement intellectuel du jeune enfant. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 1(1), 63-82.
- Schoultz, J., Säljö, R., & Wyndham, J. (2001). Heavily talk: discourse, artefacts and children's understanding of elementary astronomy. *Human Development*, 44, 103-118.
- Séré, M.G., & Weil-Barais, A. (1988). Nouvelle approche de la conservation des grandeurs physiques ; étude transversal de la conservation de la quantité de gaz auprès des élèves de 11 à 14 ans. *Enfance*, 41(1), 21-37.
- Vergnaud, G. (2007). Héritages. In M. Merri (Coord.). *Activité humaine et conceptualisation* (pp 27- 37). Toulouse : Presses Universitaires du Mirail.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental models and the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18, 123-183.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth : A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.
- Vygotski, L.S. (1934/1985). *Pensée et langage*. Paris : Editions Sociales.
- Weil-Barais, A. (2005). Approches psycho-didactiques. In M. Goffard & A. Weil-Barais (Dir). *Enseigner et apprendre les sciences* (pp 133- 171). Paris : Armand Colin.
- Weil-Barais, A., Lemeignan, G., & Séré, M.G. (1990). Acquisition de connaissances scientifiques et développement In : G. Netchine- Grynberg (Dir). *Développement et fonctionnement cognitifs chez l'enfant* (pp .247-259). Paris : Presses Universitaires de France.
- Weil-Barais, A., Séré, M.G., & Landier, J.C. (1986). Etude de l'évolution de l'interprétation d'expériences mettant en jeu l'air chez des élèves de CM2. *Journal européen de Psychologie de l'Education*, 3, 9-30.