



**HAL**  
open science

## Repérage d'obstacles didactiques et socioculturels au travers de l'ASI des données issues d'un questionnaire

Nadja Acioly-Regnier, Jean-Claude Regnier

► **To cite this version:**

Nadja Acioly-Regnier, Jean-Claude Regnier. Repérage d'obstacles didactiques et socioculturels au travers de l'ASI des données issues d'un questionnaire. *Quaderni di Ricerca in Didattica (Mathematics)*, 2005, 15, pp.63-87. halshs-00405186

**HAL Id: halshs-00405186**

**<https://shs.hal.science/halshs-00405186>**

Submitted on 19 Jul 2009

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



## Repérage d'obstacles didactiques et socioculturels au travers de l'ASI des données issues d'un questionnaire

Nadja Maria Acioly-Régnier\*, Jean-Claude Régnier\*\*

\*EA 3729 Laboratoire de Psychologie de la Santé et du Développement  
 5 Av. Mendes France Université Lyon 2 69500 Bron France

\*IUFM de Lyon  
 5 rue Anselme 69317 Lyon cedex 04  
 Acioly.regnier@wanadoo.fr

\*\*EA 3727 Savoirs Diversité Professionnalisation  
 Université Lyon 2

86 Rue Pasteur 69007 Lyon France  
 Jean-claude.regnier@univ-lyon2.fr

**Résumé.** Cet article relève du champ des recherches sur les rapports entre culture et cognition. Traditionnellement celles-ci sont centrées sur les connaissances développées hors du système scolaire. Toutefois nous n'excluons pas pour autant l'importance de variables contextuelles scolaires dans les processus de conceptualisation. Les rôles de la culture écrite et des stratégies d'enseignement-apprentissage constituent ici notre objet au sens où ceux-ci peuvent engendrer des obstacles spécifiques au développement de conceptualisation. À partir d'une analyse des données issues d'un questionnaire relatif à une situation-problème, il s'agit de mieux comprendre comment l'expérience scolaire peut générer des obstacles aux processus de construction de nouveaux concepts. Ce sont des régularités associées à des enjeux conceptuels qui nous intéressent. L'ASI explicite des règles d'implication et une structure de préordre sur les associations entre réponses. Nous observons des représentations symboliques particulières mettant l'accent sur des aspects particuliers du concept et se constituant même en obstacles didactiques ou/et socioculturels.

### 1 Introduction

En 1744, dans son autobiographie, Tatanga Mani (indien Stoney) commentait ainsi son éducation « Oh oui ! je suis allé à l'école des hommes blancs, j'ai appris à lire leurs livres de classe, les journaux et la Bible. Mais j'ai découvert à temps que ce n'était pas suffisant. Les peuples civilisés dépendent beaucoup trop de la page imprimée. Je me tournais vers le livre du Grand Esprit qui est l'ensemble de sa création. Vous pouvez lire une grande partie de ce livre en étudiant la nature. Vous savez, si vous prenez tous vos livres et les étendez sous le soleil en laissant, pendant quelque temps, la pluie, la neige et les insectes accomplir leur œuvre, il n'en restera plus rien. Mais le Grand Esprit nous a fourni la possibilité, à vous et à nous, d'étudier à l'université de la nature, les forêts, les rivières, les montagnes, et les animaux dont nous faisons partie » (Mc Luhan, 1971 p.110 in Dasen 2001)

S'inscrivant dans la recherche d'une meilleure compréhension des rapports entre *culture* et *cognition* dans le développement cognitif des sujets (Acioly 1985) (Schliemann & Acioly 1989), notre propos prend sa source dans une situation d'enseignement-apprentissage relevant de la didactique universitaire de la psychologie organisée par Nadja Acioly-Régnier. Dit autrement, il s'agit de mieux comprendre comment s'affrontent les règles culturelles et la rationalité, en particulier de mieux saisir le statut psychologique des procédures et des concepts mis œuvre par des acteurs sociaux dans diverses circonstances de travail ou d'étude, ici par des étudiants de psychologie.



À l'origine, il y a une dizaine d'années au Brésil, Nadja Acioly-Régnier introduisait ses cours de psychologie destinés aux étudiants de Mestrado et Doctorat à l'UFPE<sup>1</sup> par une situation problème fondée sur l'injonction suivante :

*Dessinez-moi la lune comme vous la voyez quand elle n'est pas pleine.*

Habités à commencer leurs cours par des situations problèmes visant le développement des concepts en psychologie, ces étudiants ne semblaient pas troublés par cette sollicitation. Force est de rappeler que les dessins produits spontanément provoquaient de vifs débats entre eux sans que pour autant des arguments scientifiques pertinents n'émergent des interactions. Dans une perspective socioconstructiviste, celles-ci opérationnalisèrent le concept de conflit sociocognitif (Doise & Mugny 1981) qu'elle cherchait par ailleurs à introduire dans son cours.

Par la suite, cette situation a été reproduite dans des contextes différents tant par les lieux géographiques que par les publics concernés, sur lesquels nous allons revenir plus loin dans cet article.

La nature des réponses que les étudiants fournissaient, a attiré notre attention dans la mesure où elle évoquait des caractéristiques similaires à celles que divers travaux avaient mis en évidence concernant les performances de sujets analphabètes, illettrés ou de faible niveau de scolarisation, marquées par des caractéristiques culturelles du groupe d'appartenance au détriment d'une conceptualisation scientifique.

Ainsi Luria (1976) avait observé une propension dominante à résoudre des tâches logiques avec des procédures d'argumentation et de déduction issues de leur expérience pratique immédiate, chez des paysans illettrés de l'Ouzbékistan et de Kirghizie dont il étudiait les capacités intellectuelles d'adultes en fonction des conditions culturelles.

Scribner (1977) avait observé une propension dominante, chez des sujets non-scolarisés (nonschooled) à recourir à ce qu'elle a nommé *explication empirique* (empirical explanation) opposée à *explication théorique* (theoretical explanation) pour résoudre des problèmes portant sur des syllogismes, c'est à dire, à recourir à des raisons non pertinentes ou inadaptées prises hors du champ de la tâche à résoudre qui s'avéraient être soumises à de fortes contraintes sub-culturelles. Les données sur lesquelles Scribner s'appuie, concernent entre autre des sujets de l'Asie Centrale, de l'Afrique occidentale, du Mexique et des USA.

En cherchant à mesurer la puissance opératoire des compétences mathématiques développées hors de l'école dans la sphère sub-culturelle au sein de laquelle travaillaient les sujets adultes étudiés, Acioly-Régnier avait observé au Brésil, d'une part (Acioly 1985) chez les vendeurs du jeu de loterie nommé *jogo de bicho*, d'autre part (Acioly 1994) (Acioly-Régnier 1996) chez les travailleurs de la canne à sucre du Pernambuco, une propension, plus forte chez les sujets analphabètes que chez les sujets lettrés, à éviter la confrontation à des situations problèmes mathématiques énoncées au travers d'un habillage non-familier.

Historiquement le développement du champ désigné par *culture* et *cognition* s'est appuyé pour l'essentiel sur des travaux portant sur des sujets enfants, adolescents (Carragher, Carragher, Schliemann 1985) ou adultes (Lave 1977) peu ou pas scolarisés appartenant à des sphères culturelles souvent caractérisées par leurs différences à la culture dominante occidentale de référence, celle des lettrés. Dans ce sens, Vergnaud (1987) remarque que l'étude des rapports entre le cognitif et le social ne fait que commencer. Il observe qu'une bonne partie du cognitif qui nous intéresse est un cognitif social (les connaissances des enfants sont des connaissances à la fois individuelles et sociales) et que le processus de construction et d'appropriation est lui-même profondément social. Les travaux sur l'interaction sociale ne constituent pas une contradiction du point de vue *constructiviste* selon lequel le sujet construit ou reconstruit ses connaissances ; cependant ils permettent de mieux préciser les conditions dans lesquelles se fait cette *construction*. Vergnaud ajoute : « Je préfère, pour ma part, parler du processus d'appropriation des connaissances par le sujet, parce que les connaissances dont j'étudie l'apprentissage ont un caractère social marqué et indépendant du sujet. Un enfant ne construit pas une discipline scientifique, mais il ne l'apprend pas non plus sans un travail actif de "reconstruction", au moins partielle. »

<sup>1</sup> Universidade Federal do Pernambuco à Recife au Brésil, ville située dans la zone tropicale de l'hémisphère sud. (8.03S, 34.54W)



L'originalité de la perspective adoptée ici tient en ce que nous nous sommes intéressés à des sujets adultes lettrés, pour la plupart ce sont des étudiants d'un niveau minimal de trois années universitaires dont certains sont déjà des professionnels de la formation ou de l'enseignement.

En ce qui concerne les données de terrain, celles-ci furent construites au travers d'entretiens de type clinique de courte durée ainsi que par le moyen d'une enquête par questionnaire auprès d'un échantillon d'observation obtenu par des méthodes empiriques. Ce sont les données issues du questionnaire (annexe 1) qui sont traitées par l'approche ASI dans cet article. Leurs traitements visent, à partir des concepts d'obstacles aux apprentissages et au développement conceptuel, à décrire et analyser les diverses représentations de la lune et leurs effets, explicitées par des étudiants brésiliens au Brésil, par des étudiants français d'origine kanak ou caldoche en Nouvelle Calédonie, par des élèves de CM2 de Nouméa ainsi que par des étudiants en France métropolitaine. L'existence de représentations différentes et de puissance variée pour traiter une situation est un indice important pour émettre des hypothèses caractérisant la nature des obstacles sous-jacents aux représentations. De là, nous cherchons à extraire de ces données, des éléments pour alimenter une réflexion approfondie sur la nature des obstacles générés par des contextes spécifiques d'apprentissage susceptibles de faciliter ou d'entraver le développement conceptuel.

## 2 Développement cognitif, apprentissage et obstacles

Cet article ne vise pas à étudier les modes d'acquisition des compétences, mais plutôt à comprendre leur organisation à un moment donné par la notion de niveau de conceptualisation qui sous-entend l'idée d'un développement cognitif. Sans remettre en cause la pertinence du modèle piagétien du développement cognitif, notre perspective requiert un cadre théorique qui intègre l'idée d'un développement cognitif chez l'adulte tout au long de la vie. Nous conservons alors la référence à l'ontogenèse en prenant en compte le rôle joué par les contenus des tâches dans les performances des sujets. Dans ce cas, le développement cognitif paraît une référence théorique applicable aux adultes, mais en le rattachant à un modèle d'ordre partiel d'acquisition de compétences, plutôt que à un modèle d'ordre total entre stades de développement. Cette référence au développement sous-entend également que la conceptualisation est construite et que cette construction est fonction de processus internes au sujet, qui s'actualisent dans un contexte social leur imposant autant de limites que de conditions facilitatrices pour ce processus de conceptualisation.

### 2.1 Représentations, concepts et développement conceptuel

Il nous semble alors que les propositions théoriques de Vergnaud (1987c) peuvent contribuer à une meilleure analyse des fondements logiques des représentations et des concepts mis en œuvre. Il en est ainsi du cadre de la théorie des champs conceptuels (Vergnaud, 1990). Nous considérons que le rapport avec le réel, avec les signifiants et les signifiés et avec le concept lui-même sont bien résumés dans le propos suivant de Vergnaud.

« La *représentation* ne se réduit pas à un système symbolique qui renverrait directement au monde matériel, les signifiants représentant alors directement des objets matériels. En fait, les signifiants (symboles ou signes), représentent des signifiés qui sont eux-mêmes d'ordre cognitif et psychologique ».

Vergnaud (1987d) affirme que trois niveaux d'entités doivent être considérés quand on traite de représentation : signifiant, signifié, référence. Le niveau du signifiant consiste en différents systèmes symboliques qui sont organisés différemment. Le niveau du signifié est, d'après lui, au cœur de la théorie de la représentation, dans le sens que c'est à ce niveau que les invariants sont reconnus, les inférences tirées, les actions générées et les prédictions faites. Ce niveau est cognitif en son essence. La référence est le monde réel, comme il apparaît au sujet au cours de son expérience. Le sujet agit dans et sur ce monde en fonction de ses *représentations* conscientes ou inconscientes. Trois problèmes de correspondance, au moins, doivent être discutés lorsqu'on parle de représentation : signifiant et signifié, signifié et référence, correspondance entre les différents systèmes symboliques. Nous considérons que les systèmes symboliques sont arbitraires, n'ont pas un rapport direct avec le réel, et représentent déjà une entité cognitive, un signifié



Les différences culturelles doivent pouvoir être mieux comprises dès lors que l'on considère les problèmes de correspondance entre signifié et signifiant, ainsi que ceux concernant les différents systèmes symboliques. Le sens donné tant aux signifiants langagiers qu'aux systèmes symboliques n'est pas le même d'une culture à l'autre. L'absence de distinction entre signifié et signifiant peut amener le chercheur à prendre les symboles et les opérations sur ceux-ci pour l'essentiel de la connaissance et de l'activité cognitive, alors que cette connaissance et cette activité se situent principalement sur un plan conceptuel.

Vergnaud (1987a) affirme qu'on ne peut raisonnablement pas faire de la psychologie des activités cognitives complexes sans savoir ce qu'est un concept en tant que notion intégrée à celle de représentation. Il définit le concept comme un triplet de trois ensembles :  $C = (S, I, S)$

S (référence) : ensemble de situations qui donnent du sens au concept.

I (signifié) : ensemble des invariants opératoires (concepts-en-acte et théorèmes-en-acte) sur lesquels repose l'efficacité des schèmes.

S (signifiant) : ensemble des signifiants (formes langagières et non langagières qui permettent de représenter symboliquement le concept, ses propriétés, les situations et les procédures de traitement). Toutefois le symbole n'est que la « partie directement visible de l'iceberg conceptuel » ; le système symbolique n'est que la partie directement communicable du champ de connaissance qu'il représente. Le lexique et la syntaxe ne seraient rien sans la sémantique et la pragmatique qui la produisent, c'est-à-dire sans l'activité pratique et conceptuelle du sujet dans le monde réel. Dans cette perspective, Bachelard (1967) attire notre attention sur le fait que : « à une même époque, sous un même mot, il y a des concepts si différents ! Ce qui nous trompe, c'est que le même mot à la fois désigne et explique. La désignation est la même ; l'explication est différente. ».

Les concepts sont construits et la conceptualisation se fait d'une façon progressive à travers la découverte et la maîtrise de plusieurs sortes de concepts et de théorèmes, qui pour la plupart d'entre eux restent largement implicites. C'est ce caractère implicite qui conduit à parler de *concepts-en-acte* et de *théorèmes-en-acte* (Vergnaud, 1991) « Mais un concept implicite n'est pas tout-à-fait un concept. C'est donc un problème théorique essentiel que d'analyser les signifiants langagiers et non langagiers qui donnent au concept son caractère public, et qui permettent de débattre de sa définition, de ses propriétés, de la vérité des propositions dans lesquelles il s'inscrit. » (Vergnaud, 1990)

La notion de *champ conceptuel* en tant qu'ensemble de situations dont la maîtrise demande un certain système de concepts, de procédures et de représentations symboliques en étroite connexion nous semble ici pertinente pour notre questionnement. Différentes situations d'apprentissage ne privilégient pas toujours les mêmes aspects du concept. Il nous semble que cela peut se traduire par différents niveaux et différentes formes de conceptualisation du réel. Cette conceptualisation peut donc se révéler locale, et ne pas permettre d'établir une relation entre tous les éléments de la situation, ni de reconnaître ces éléments dans d'autres situations.

Dans la seconde composante I du concept, intervient la notion de schème, organisation invariante de la conduite du sujet. Du point de vue méthodologique, Vergnaud précise que, dans un schème, deux niveaux sont à distinguer soigneusement :

- un niveau de surface qui comporte des règles d'action et des anticipations, lesquelles sont assez facilement verbalisables par les sujets. Par conséquent, ce niveau reste assez facilement accessible à l'observateur.
- un niveau en profondeur, à base d'invariants opératoires et d'un système d'opérations qui repose sur ces invariants, et qui permet de générer les règles d'action et les anticipations. La verbalisation des connaissances en jeu à ce niveau reste beaucoup plus difficile. Par conséquent, ce niveau reste assez difficilement accessible à l'observateur.

Ainsi, la possibilité de repérer, pour une situation donnée, les différentes représentations que les sujets mettent en œuvre pour résoudre un problème peut nous donner des informations importantes pour comprendre leur fonctionnement cognitif et leur niveau de conceptualisation. Elles nous révèlent notamment les *obstacles* qui empêchent certains sujets de passer d'un type à un autre type de représentation, mieux adapté et plus efficace.



## 2.2 Obstacles à l'apprentissage et au développement conceptuel.

Dans leurs œuvres largement connues, tant Bachelard que Piaget ont montré comment les erreurs ne participent pas seulement de l'effet de l'ignorance, de l'incertitude, du hasard ou de l'esprit fatigué comme semblent préconiser les théories empiristes ou béhavioristes de l'apprentissage qui ne tiennent pas la notion de représentation comme une notion pertinente et opératoire. Les erreurs sont à considérer comme une manière de connaître, comme l'effet d'une connaissance antérieure qui serait adaptée à des circonstances particulières, mais qui se présente comme fausse ou simplement comme inadaptée à d'autres circonstances. Ainsi, ces erreurs ne seraient ni sporadiques ni imprévisibles, mais elles se constitueraient comme des vrais obstacles qui doivent être dépassés.

Dans le cadre de la didactique des mathématiques, Brousseau (1983) a explicité la notion d'obstacle par sa manifestation au travers des erreurs liées par une cause commune, par une manière de connaître, une conception caractéristique et cohérente, même si elle est incorrecte, par une connaissance ancienne qui fonctionne dans un domaine d'action spécifique. De ce fait, le dépassement d'un obstacle exige un travail de même nature que l'apprentissage d'une connaissance. Une connaissance comme obstacle est le fruit de l'interaction de l'individu avec son milieu, et, plus précisément, avec une situation qui rend cette connaissance pertinente. La variabilité des êtres humains, de la connaissance et des contextes d'apprentissage, conduisent inéluctablement à la construction de conceptions erronées ou sinon localement vraies, mais non généralisables. Cependant, il faut observer que ces conceptions sont guidées par des conditions d'interaction (individu, milieu, connaissance) qui peuvent être modifiables d'une certaine façon. L'identification de ces conditions permet l'utilisation de celles-ci à des objectifs didactiques.

Mais tous les obstacles ne sont pas de même nature. Pour notre propos, nous rappelons rapidement les principales origines de ces obstacles à l'apprentissage et au développement conceptuel.

Nous pouvons trouver des obstacles d'origine ontogénétique qui sont liés à des limitations du sujet dans une période de son développement cognitif. La théorie piagetienne nous offre des exemples multiples des obstacles liés à la période de développement du sujet. D'autres obstacles sont d'origine épistémologique. Il s'agit des obstacles identifiés dans l'histoire du développement conceptuel au sein d'une discipline. Certaines difficultés des élèves peuvent se baser sur des obstacles attestés par l'histoire. Ces obstacles sont rencontrés par exemple dans l'histoire des sciences et leurs indices se retrouvent dans les modèles spontanés des élèves en situation d'apprentissage. Un obstacle épistémologique est alors constitutif d'une connaissance inachevée. Ceci montre qu'il n'est pas le résultat unique d'une erreur fortuite qu'il suffit de corriger ou encore d'une ignorance qui peut être comblée ou d'une inaptitude quelconque. Il peut résulter de circonstances culturelles, sociales et économiques, mais ces causes s'actualisent en conceptions qui résistent même lorsque les causes disparaissent.

Une troisième catégorie d'obstacles s'origine dans les choix du projet éducatif. Bachelard (1938) parle d'obstacle pédagogique et Brousseau (1983) introduit la notion d'obstacle d'origine didactique.

Pour notre part, nous considérons que la conceptualisation du réel ainsi que les représentations sont construites à travers différents types d'apprentissage qui privilégient certains aspects spécifiques du réel, et qui sont eux-mêmes fonction de la culture particulière dans laquelle les apprentissages prennent place. Ces obstacles sont en même temps d'origine pédagogique, didactique et socioculturelle, et sont fonction d'un modèle d'enseignement-apprentissage.



### 2.3 Les phases de la lune : objet d'étude de l'astronomie

Nous rappelons que les phases de la lune désignent les changements apparents de ce satellite de la planète Terre. Ces changements dépendent des positions respectives de la Terre et de la Lune par rapport à l'astre solaire. Selon la période du mois et de l'année, le soleil va éclairer telle ou telle part de la lune. Lorsque la lune se trouve entre le soleil et la terre, sa partie éclairée est invisible, c'est la nouvelle lune. Une première zone éclairée devient visible de la terre, c'est le premier croissant. Lorsque la lune atteint le premier quartier, on perçoit la moitié de son disque. Quand la lune se trouve à l'opposé du soleil par rapport à la terre, c'est la pleine lune, on voit un disque entier. Lorsque la lune a accompli les trois quarts du cycle de ses phases, c'est le dernier quartier, ce qu'on voit est l'autre moitié éclairée du disque. La partie éclairée continue à diminuer, c'est le dernier croissant. Vient ensuite la nouvelle lune. Le cycle des phases de la lune, appelé mois lunaire, dure 29 jours et demi. Pendant le temps d'une rotation complète autour de la terre, la lune effectue également un tour sur elle-même. Dans cette brève description (FIG.1), nous prenons la mesure du niveau élevé de la complexité conceptuelle impliquée dans ce processus mécanique céleste et astronomique. Il s'agit de prendre en considération la lune, la terre et le soleil, mais surtout le rapport entre trois éléments qui ne sont pas statiques. La lune tourne sur elle-même et autour de la terre qui tourne autour du soleil et sur elle-même. Il y a lieu aussi de prendre en compte outre le moment de la journée, la position de l'observateur situé à la surface de la Terre.

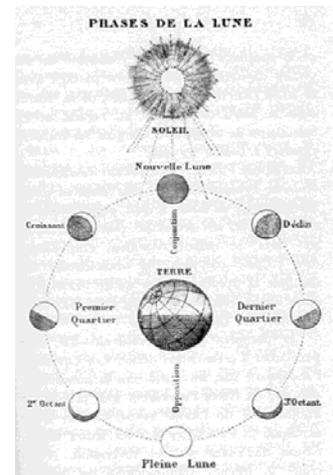


FIG.1 représentation des phases de la lune

### 2.4 La lune et ses diverses représentations socioculturelles

Nous ne pouvons ici aborder en détail l'ensemble des questions que la lune a soulevé chez les hommes et les femmes (Harding 1953/2001), ainsi que des représentations qui ont constitué des réponses au cours de l'histoire de l'humanité. De nombreux ouvrages traitent de cette question parmi lesquels nous pouvons citer *The Moon, myth and image* de Jules Cashford (Cashford 2003). Une des représentations dominantes de la lune apparaît au travers de l'image d'une barque lunaire sillonnant le ciel nocturne. Les figures (FIG.2, FIG.3, FIG.4) montrent des représentations picturales anciennes tandis que les figures suivantes (FIG.5, FIG.6) apportent des représentations imagées de la lune auxquelles les sujets peuvent être confrontés dans leur vie quotidienne d'aujourd'hui. Les dessins (FIG.6, FIG.7) sont extraits de bandes dessinées produites dans l'hémisphère sud respectivement par (FIG.6) Mauricio de Sousa, au Brésil et par (FIG.7) Bernard Berger en Nouvelle Calédonie.

A cela il faut ajouter l'ensemble des photographies scientifiques produites par les satellites ou même par le fait que l'homme a pu se rendre directement, à plusieurs reprises, sur l'astre lunaire. Il y a aussi celles produites synthétiquement par les outils informatiques.



FIG.2 L'entrée du Sanctuaire de Vénus à Paphos (Harding 2001 p.92)



FIG.3 Lune Ailée assyrienne (Harding 2001 p.96)



FIG.4 L'arbre lunaire sacré entouré de treillis et de flambeaux (Harding 2001 p.93)



FIG.5 Noir/Clair Création Editions M.D.



FIG.6 Chico Bento n°163 (1993) Mauricio de Sousa Editora GLOBO São Paulo Brésil



FIG.7 Petit Bateau mais gros la cale. La Brousse en Folie n°10 (1996/2002) Bernard Berger Edition La Brousse en Folie Nouméa Nouvelle Calédonie

Quant aux phases de la lune, nous pouvons trouver des représentations artistiques telles que la FIG.8

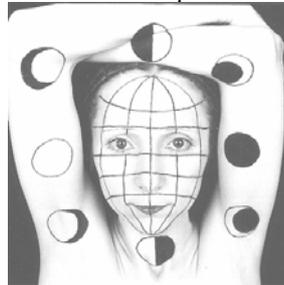


FIG.8 Lunation 1990 Photographie de Rimma Gerlovina & Valery Gerlovin

## 2.5 Les phases de la lune : objet d'un apprentissage de la vie quotidienne

La lune dans toutes ses phases apparentes constitue un objet de *l'expérience sensible* de la vie quotidienne dès le plus jeune âge de l'enfance. L'observation dont elle peut être l'objet constitue alors *une expérience première* au sens bachelardien. Les représentations mentales que les sujets construisent de cette manière, peuvent constituer des obstacles d'origine épistémologique auxquels ils se trouveront confrontés quand il s'agira de comprendre le phénomène des phases de la lune. Au sens de Vygotski, cette observation conduit à la formation spontanée de concepts quotidiens relatifs au phénomène du mouvement apparent de la lune et de ses phases, de son lien avec le mouvement apparent du soleil, avec un faible concours du langage. Ces concepts sont isolés les uns des autres et se développent en dehors d'un système déterminé. Leur portée est locale mais ils conduisent aussi à des généralisations qui peuvent être abusives. Leur faiblesse se manifeste par une incapacité à l'abstraction ; une inaptitude au maniement volontaire. Ce qui domine ces conditions est



leur utilisation incorrecte. Ils sont saturés de la riche expérience personnelle du sujet. Dans cette perspective, nous parlons d'obstacles socioculturels au développement conceptuel.

Des données issues d'entretiens avec huit sujets analphabètes adultes des milieux ruraux brésiliens et pauvres en *culture écrite* illustrent notre propos. Ces sujets se caractérisent tous pour avoir peu de contact avec cette *culture écrite*. Interrogés sur « *comment ils voient la lune quand elle n'est pas pleine* », ils fournissent des réponses donnant des indices sur la nature des obstacles repérés dans cet article. Ainsi Maria, 60 ans, femme de ménage, d'une ville du sertão, dans le Nordeste du Brésil, dessine la lune B (Annexe 1) et m'explique que « c'est comme le chapeau de Lampião » (personnage nordestin célèbre et connu dans cette ville). Avec le dessin de la lune C (Annexe 1), Nen, 40 ans, m'explique que « c'est comme un sourire », et Neta, 35 ans, que « la lune se présente comme un hamac ». Ces données complémentaires confortent notre interprétation sur les effets des apprentissages scolaires, abordés plus loin, comme obstacles aux processus de conceptualisation, mais semblent aussi révéler l'aspect local des connaissances des sujets analphabètes.

## 2.6 Les phases de la lune : objet d'un apprentissage scolaire

Concernant les *concepts scientifiques*, Vygotski affirme qu'ils naissent d'un contact indirect avec l'objet et ne peuvent être acquis que par un processus allant du général au particulier. Ils se forment sous l'action intentionnelle de l'école, en ayant pour point de départ, une explication du maître qui expose une formulation scientifique du concept. Leur faiblesse réside d'une part dans son verbalisme, principale source des dérives qui engendrent des obstacles à son développement, d'autre part dans son insuffisante saturation en concret. Cependant, nous soulignons, en reprenant l'idée de Piaget (1969) qu'il existe aussi un verbalisme de l'image ce que l'analyse des données de cette recherche illustre bien.

Par le biais d'une enquête par entretien menée au cours de cinq dernières années auprès d'enseignants de l'école primaire et du collège en formation initiale ou continue au sein de l'IUFM de Lyon, nous avons recueilli des données permettant d'identifier trois grandes catégories d'approches pédagogiques de la question des phases de la lune réalisées dans leurs cours en France. La première était décrite plutôt comme une façon ludique de faire aborder le concept de phases de la lune par de jeunes enfants, la deuxième se fondait sur des éléments plus techniques faisant appel à des moyens mnémotechniques qu'eux-mêmes avaient acquis au cours de leur propre formation scolaire et concernant plutôt la formation au collège, enfin la troisième destinée tant aux élèves de l'école primaire qu'aux collégiens et qui s'appuyait sur une modélisation impliquant une démarche scientifique d'observation analogue à celle des astronomes. Nous avons trouvé dans un article de Toussaint (1999) une description tout à fait pertinente et adéquate à ce que nous avons observé relativement aux deux premières démarches au travers des discours des enseignants interrogés.

### 2.6.1 Première démarche : la lune est une menteuse...

La notion est introduite par l'intermédiaire d'une situation ludique. L'injonction suivante qui est adressée aux élèves, résume tout à fait l'esprit de la démarche « N'oublie pas que la lune est menteuse ... Quand elle a la forme de la lettre C, elle ne Croît pas, elle Décroît ; et quand elle a la forme d'un D, elle Croît. ». La reconnaissance des phases de la lune est construite sur la base d'une analogie entre les croissants de lune et les initiales des verbes croître et décroître. Force est de constater que cette approche n'aborde en aucune façon la conceptualisation du mouvement astronomique de la lune. L'accent est uniquement sur les signifiants qui permettent aux sujets de reconnaître une position de la lune sans aucune prise en compte des relations dynamiques. Par ailleurs, le concept n'est ici associé qu'à une seule situation et enfermé dans un seul signifiant pour rendre compte de toutes les représentations que les sujets auront par ailleurs construites au travers des *expériences premières* en regardant la lune dès leur plus jeune âge. Cette approche pour ludique qu'elle soit, ne donne pas les conditions optimales de dépassement par les sujets apprenants, des concepts quotidiens concernant les phases de la lune pour parvenir à des concepts scientifiques au sens de



Vygostki (1985). Par ailleurs les images données par les formes D et C constituent des représentations *prototypiques* des phases de la lune au sens de Rosch (1975)

### 2.6.2 Deuxième démarche : la lune n'est plus une menteuse... !

Ici la question des phases de lune est introduite avec des notions plus techniques. Toussaint (1999) en rend compte en faisant appel à son propre vécu de collégien.

« Plus tard, j'ai rencontré une autre règle qui ne faisait plus mentir la lune (c'était moins drôle !) : en prolongeant judicieusement le diamètre qui va d'une corne à l'autre, on peut écrire en caractères minuscules un p au premier quartier et un d au dernier. ». Nous voyons que dans ce cas il apparaît un concept géométrique, le diamètre, qui peut donner l'impression d'une approche plus savante. Mais l'appel à ce diamètre n'apporte rien de plus que la mise en correspondance d'une position lunaire avec l'une des deux lettres p et d, qui ne sont mobilisées que comme des signifiants de manière identique à la première démarche. Toutefois les enseignants semblent considérer cette approche comme requérant un niveau de conceptualisation plus élevé. L'indice que nous avons utilisé, est que cette seconde démarche n'était jamais proposée aux élèves de l'école primaire.

### 2.6.3 Troisième démarche : vers une modélisation scientifique des phases de la lune...

Cette troisième approche moins fréquente fait appel à des observations systématiques et à une modélisation avec les élèves. Les informations que nous avons recueillies sont issues d'un cours de formation des professeurs des écoles en didactique de la physique. Dans cette démarche, il est demandé de verbaliser les représentations des phases de la lune, puis de réaliser des observations systématiques de la lune auxquelles sont confrontées les représentations. Enfin les enseignants-stagiaires sont confrontés à un modèle sous la forme d'une maquette du système terre-lune-soleil qui reproduit les mouvements de ces astres. À partir de ce dispositif mécanique, ils sont confrontés à des problèmes du type : comment apparaît la lune dans ses différentes phases en fonction d'un point terrestre ?

Il ressort que cette modélisation, malgré ses caractéristiques matérielles concrètes, ne permet qu'une compréhension limitée pour les professeurs-stagiaires dans la mesure où ils ne la reproduisent pas ou peu dans leur pratique d'enseignants quand ils abordent les phases de la lune. L'argument dominant porte sur le coût didactique d'une situation d'enseignant-apprentissage qui repose sur un tel dispositif. Toutefois il est clair que cette démarche pour coûteuse qu'elle soit, sollicite une activation du processus de conceptualisation.

## 3 Repérage des niveaux de conceptualisation et des obstacles associés

Comme nous l'avons présenté dans l'introduction de cet article, notre problématique centrée sur la question du repérage des niveaux de conceptualisation et des obstacles associés résulte, à l'origine, d'une observation dans le cadre de situation d'enseignement-apprentissage de la psychologie en Mestrado et Doctorat à Recife au Brésil. Par la suite, le champ de référence de cette problématique a, en particulier, été étendu à d'autres situations d'enseignement-apprentissage en France métropolitaine et en Nouvelle Calédonie impliquant des étudiants en licence et en maîtrise de sciences de l'éducation, étudiants en formation de psychologue scolaire, des travailleurs sociaux en formation universitaire de sciences de l'éducation, mais aussi des enseignants-stagiaires en formation initiale et même des enseignants en formation continue. Dans tous les contextes dans lesquels Nadja Acioly-Régnier a conduit ces séquences d'enseignement, l'invariant de la situation pédagogique résidait dans l'injonction de dessiner la lune telle que chacun pouvait la voir quand elle n'est pas pleine. Ce qui a attiré notre attention, c'est que la caractéristique dominante des réponses graphiques renvoyait à une représentation plus marquée par des facteurs de la culture écrite que par l'observation directe réalisée par les sujets. Quant aux arguments apportés par les sujets, leur caractéristique dominante pourrait



être résumée ainsi : *les réponses graphiques tiennent plus à ce que nous voyons au travers de l'iconographie environnante que de ce que nous pouvons observer directement en regardant le ciel.*

### 3.1 Une situation problème initiale centrée sur les phases de lune

Ce qui nous avait frappé à l'origine, c'était que les étudiants brésiliens confrontés à l'injonction de dessiner la lune telle qu'ils la voyaient depuis cette zone tropicale subéquatoriale, ont produit systématiquement des dessins caractéristiques d'une représentation de la lune telle que nous pouvons l'observer dans le ciel français métropolitain. La grande majorité présentait la lune sous la forme d'un croissant tourné vers la droite du type FIG.6 et les autres la représentaient par un croissant tourné vers la gauche du type FIG.5. La confrontation de ces deux catégories de réponses donnait lieu à une réelle situation de conflit socio-cognitif. Toutefois en restant à ce niveau d'échange, la nature des réponses construites sur la base de *l'expérience première* et sur les instruments fournis par *l'environnement culturel* et la *culture écrite*, n'offrait pas les conditions d'une élévation significative du niveau de conceptualisation. Pour modifier ces conditions, ils étaient invités ensuite à observer directement la lune et à confronter leurs perceptions avec leurs dessins. Le résultat de cette confrontation semblait alors provoquer une véritable déstabilisation cognitive et un désir de comprendre la situation d'un point de vue conceptuel. Dans ce cadre d'enseignement-apprentissage de la psychologie, cette situation portant sur les phases de la lune a conduit ces étudiants à un travail d'analyse de manuels scolaires pour y repérer le rôle et la place des représentations iconiques dans les apprentissages scientifiques. Piaget, lui-même, (Piaget 1969 p.110) considérait que : « ...l'image, le film, les procédés audio-visuels dont toute pédagogie voulant se donner l'illusion d'être moderne nous rebat aujourd'hui les oreilles, sont des auxiliaires précieux à titre d'adjuvants ou des béquilles spirituelles, et il est évident qu'ils sont en net progrès par rapport à un enseignement purement verbal. Mais il existe un verbalisme de l'image comme un verbalisme du mot... ». Ce travail d'étude a conduit les étudiants à verbaliser leur prise de conscience que les réponses qu'ils avaient fournies initialement étaient surdéterminées par l'apprentissage scolaire qui, au nom de l'efficacité immédiate, privilégie la simplification excessive et réduit l'apprentissage à la mémorisation des signifiants sans travailler les concepts auxquels ils sont rattachés.

Cette perspective est renforcée, dans *l'environnement culturel*, par les représentations graphiques de la lune, que nous trouvons au travers des médias, des bandes dessinées (FIG.6), de la publicité, etc..

De l'autre côté de l'océan Atlantique, en France, à l'Institut Universitaire de Formation des Maîtres de Lyon, ainsi qu'à l'Université Lyon2, cette situation pédagogique a alors été transposée avec une modification du protocole auprès d'étudiants et des professeurs stagiaires. En effet la situation problème était basée non plus sur l'injonction de dessiner eux-mêmes la lune, mais sur une histoire construite de la manière suivante : « Au Brésil, nous avons demandé à des étudiants de dessiner la lune telle qu'ils la voyaient. Comme ils ont fourni des dessins présentant la lune sous la forme d'un croissant vertical ou légèrement incliné, tourné vers la droite (en grande majorité) ou vers la gauche, je leur ai demandé d'aller l'observer directement en regardant le ciel. J'ai alors introduit un enjeu en lançant un pari. Ceux qui verraient la lune telle qu'ils l'avaient dessinée, seraient récompensés par un café que je leur offrirais. » Nous ajoutons : « Aucun étudiant n'est venu répondre à mon invitation. ». La question adressée aux sujets français était : « Pourquoi en a-t-il été ainsi ? »

Par une approche qualitative, l'analyse des réponses fournies par les sujets a conduit à construire cinq grandes catégories. Les sujets ont pu par ailleurs fournir des réponses multiples au cours de leur argumentation ou encore changer le sens de leur réponse en fonction de la confrontation avec leurs pairs.

Une première catégorie [CAT1] de « réponses surdéterminées par la dimension socioculturelle ». Ainsi sont les réponses suivantes : « *Ils n'ont pas osé parce que vous étiez mariée, ou vous étiez professeure, ou encore votre mari était jaloux. Parce qu'ils voyaient la lune en étant couchés dans un hamac. Etc.* »

Une seconde catégorie [CAT2] de « réponses surdéterminées par des caractéristiques personnelles du sujet ». Ainsi sont les réponses suivantes : « *Ils n'aimaient pas le café, ou les bistrots, ou etc..* »



Une troisième catégorie [CAT3] de « réponses surdéterminées par des conditions locales, contextuelles ou circonstanciées ». Ainsi sont les réponses suivantes : « *Ils habitaient en ville et ne pouvaient donc pas distinguer le ciel, ou il y avait du brouillard. Etc..* »

Une quatrième catégorie [CAT4] de « réponses surdéterminées par les connaissances réelles du contexte de la situation problème » Ainsi sont les réponses suivantes : « *Je ne peux rien dire car je ne suis jamais allé là-bas ou je suis allé là-bas et effectivement la lune n'est pas comme ça. Etc..* »

Une cinquième catégorie [CAT5] de « réponses surdéterminées par les connaissances scolaires ». Ainsi sont les réponses suivantes : « *Je crois qu'il doit y avoir une histoire d'ombre et de lumière, ou il doit y avoir quelque chose à voir avec la lune, le soleil et la terre et les hémisphères. Etc..* »

Force est de rappeler ici l'analogie de certaines de ces réponses avec celles que Luria (1976) avaient identifiées chez les paysans ouzbeks illettrés ou analphabètes. Naturellement étions-nous face à des faits rassemblés comme des anecdotes rendant compte de comportements individuels de sujets confrontés à une situation problème purement scolaire en situation de formation de niveau universitaire ou bien face à des indices révélateurs d'obstacles d'origine socioculturelle, d'origine pédagogique et/ou didactique ou encore d'origine épistémologique qui venaient s'opposer à l'élévation du niveau de conceptualisation ?

Pour aller plus loin dans l'explicitation des réponses hypothétiques à cette question fondamentale, nous avons eu recours à une enquête par questionnaire (Annexe 1) en vue d'explorer plus avant les représentations mentales relatifs aux phases de la lune des sujets selon différents contextes géographiques et socioculturels.

### 3.2 Exploration des représentations mentales des phases de la lune

Ainsi un premier questionnaire (Annexe 1) a été élaboré en tenant compte des observations évoquées dans les sections précédentes. Il s'inscrit dans la perspective d'une construction de données fondées sur la reconnaissance de formes statiques proposées *a priori* aux sujets et non plus sur la production d'une forme graphique supposée représenter la lune pour les sujets. Les quatre formes A, B, C, D en relation auxquelles les questions Q1, Q2, Q3 et Q6 sont formulées, reproduisent les formes graphiques retrouvées dans les écrits au cours de l'histoire et qui ont pu tour à tour être les formes *prototypiques* à diverses époques et contextes. Les questions Q4 et Q5 reprennent les approches pédagogiques que nous avons décrites dans les sous-sections 2.6.1 et 2.6.2. Par ailleurs le sujet répondeur est le sujet directement concerné par l'injonction de la question Q1. Dans les questions Q2 et Q3 la référence à un sujet particulier à la place duquel le répondeur doit se situer, vise à introduire la variabilité de la position de l'observateur à la surface de la Terre. Ainsi diverses modalités du questionnaire ont été soumises en faisant en sorte que la situation du sujet désigné dans la question Q3 soit géographiquement celle réelle du sujet répondeur et soit géographiquement opposée dans la question Q2. Le but de la question Q6 est de faire émerger les représentations que les sujets ont à l'égard de la perception de la lune depuis chacun des hémisphères terrestres et depuis l'équateur.

#### 3.2.1 Enquête par questionnaire

Cette enquête par questionnaire a été conduite auprès d'échantillons d'observation obtenus par des méthodes empiriques situés respectivement en France métropolitaine à Lyon, à Nouméa en Nouvelle Calédonie et à Recife dans le Nordeste du Brésil sur une période allant de 2001 à 2004. L'échantillon global est constitué de 198 sujets et se décompose de la manière suivante :



Nouvelle Calédonie		France métropolitaine		Recife Nordeste Br	
Étudiants de licence de sciences de l'éducation en situation de formation	Élèves de classe de CM2 à Nouméa	Professeurs-stagiaires de 2 <sup>ème</sup> année à IUFM de Lyon		Curso normal superior da UFRPE	
Adultes professionnels de l'enseignement, de la formation ou de l'éducation	Enfants	Adultes en situation de professionnalisation (enseignants)		Adultes en situation de professionnalisation (futurs enseignants)	
EchNC Ad	EchNC Enf	Ech IUFM		Ech UFRPE	
119	22	28		29	
Q1 ; Q2 ; Q3 ; Q4 ; Q5 ; Q6	Q1 ; Q2 ; Q3 ; Q4 ; Q5 ; Q6	Q1 ; Q2		Q1 ; Q2 ; Q3 ; Q4 ; Q5 ; Q6	

TAB.1 Constitution de l'échantillon global en fonction des contextes.

Notons que les individus de l'échantillon Ech IUFM n'ont été soumis qu'aux deux questions Q1 et Q2

	EchNC Ad		Ech IUFM		Ech UFRPE		EchNC Enf	
	Masculin	Féminin	Masculin	Féminin	Masculin	Féminin	Masculin	Féminin
Effectifs des sujets ayant renseigné sexe	50	68	4	24	4	25	15	6
Effectifs des sujets ayant renseigné sexe et âge	47	60	4	24	2	25	15	6
Âge minimum	23 ans	27 ans	24 ans	22 ans	18 ans	17 ans	10 ans	10 ans
Âge maximum	49 ans	51 ans	33 ans	45 ans	32 ans	40 ans	12 ans	12 ans
Âge moyen	38,49 ans	37,62 ans	29 ans	26,41 ans	25 ans	23,04 ans	10,73 ans	10,63 ans
Écart-type de l'âge	5,17 ans	5,65 ans	3,67 ans	5,88 ans	7 ans	6,24 ans	0,68 an	0,70 an
Effectifs des sujets ayant renseigné sexe et Durée exp. prof.	48	66	X	X	2	18	X	X
Durée exp. prof. min.	2 ans	3 ans	X	X	5 ans	0 an	X	X
Durée exp. prof. max.	27 ans	31 ans	X	X	10 ans	20 ans	X	X
Durée moyenne exp. prof.	14,5 ans	14,3 ans	X	X	7,5 ans	2,85 ans	X	X
Écart-type durée exp. prof.	5,57 ans	6,54 ans	X	X	2,5 ans	4,81 ans	X	X

TAB.2 Caractéristiques des sous-échantillons selon l'âge, le sexe et la durée d'une expérience professionnelle.

Si nous tenons l'âge en tant que variable rendant compte de la durée d'une *expérience de vie* et la durée de l'expérience professionnelle en tant que situant la partie de l'expérience de vie consacrée à la profession, comme des variables permettant de traduire l'étendue du segment temporel au cours duquel les sujets construisent leurs représentations au travers de leur lecture du monde, il apparaît que les groupes « adultes » sont plutôt homogènes entre eux par rapport aux caractéristiques statistiques de position et de dispersion.



### 3.2.2 Traitement et analyse statistique implicative : modélisation et description

Dans sa partie initiale, le questionnaire comporte 7 questions constituant le signalétique fournissant des informations relatives aux sujets telles que le sexe, l'âge et la durée de l'expérience professionnelle. À la variable SEXE nous avons fait correspondre le vecteur-variable (MASC ; FEMI) dont les deux composantes sont des variables binaires supplémentaires. Nous avons aussi introduit une variable « lieu de résidence » dont une forme détaillée correspond à l'appartenance à une « aire coutumière culturelle kanak » en Nouvelle Calédonie. Cependant nous l'avons restreinte ici au couple de variables binaires supplémentaires (HN ; HS) désignant respectivement les hémisphères nord et sud. La variable « Age » a été modélisée par le couple de variables binaires supplémentaires (Enfant ; Adulte)

La question Q1 portant sur la reconnaissance ou non des formes et positions apparentes de la lune est représentée par un vecteur-variable à 12 composantes binaires (1Asim ; 1Anao ; 1Anr ; 1Bsim ; 1Bnao ; 1Bnr ; 1Csim ; 1Cnao ; 1Cnr ; 1Dsim ; 1Dnao ; 1Dnr). Nous avons codé xxnr l'absence de réponse.

Les questions Q2 et Q3 qui engagent le sujet à se situer d'un autre point de vue, sont chacune représentées par un vecteur-variable à 15 composantes binaires :

Q2= (2sim ; 2nao ; 2nr ; 2Asim ; 2Anao ; 2Anr ; 2Bsim ; 2Bnao ; 2Bnr ; 2Csim ; 2Cnao ; 2Cnr ; 2Dsim ; 2Dnao ; 2Dnr)

Q3= (3sim ; 3nao ; 3nr ; 3Asim ; 3Anao ; 3Anr ; 3Bsim ; 3Bnao ; 3Bnr ; 3Csim ; 3Cnao ; 3Cnr ; 3Dsim ; 3Dnao ; 3Dnr)

Les questions Q4 et Q5 portent sur des jugements d'efficacité et d'adaptation d'une approche pédagogique fondée sur les correspondances des phases de la lune avec les lettres C, D, p ou d. Elles sont modélisées chacune par un vecteur-variable binaire de dimension 4

Q4 = (4ADAP ; 4INAD ; 4EFFI ; 4INEF)

Q5 = (5ADAP ; 5INAD ; 5EFFI ; 5INEF)

Enfin la dernière question Q6 porte sur la prise en compte des trois lieux : hémisphère sud, hémisphère nord et équateur. Elle est modélisée par un vecteur-variable binaire de dimension 15 :

Q6 = (6sim ; 6nao ; 6nr ; 6A\_HN ; 6A\_E ; 6A\_HS ; 6B\_HN ; 6B\_E ; 6B\_HS ; 6C\_HN ; 6C\_E ; 6C\_HS ; 6D\_HN ; 6D\_E ; 6D\_HS)

Les distributions de fréquences de ces variables sont fournies en annexe ( Annexe 2, Annexe 3)

La modélisation des questions par des vecteurs-variables à composantes binaires nous permet de nous placer dans le contexte de l'analyse statistique implicative ASI développée par Régis Gras et ses collaborateurs (Gras, 1979) (Gras et al. 1996) à partir de perspectives dégagées par I. C. Lerman ( Lerman, Gras, Rostam, 1981) et instrumentée par le logiciel CHIC (Couturier). Le tableau des séries statistiques est un tableau de 67 colonnes constitué de valeurs 0 ou 1 décrivant une réalisation des 67 variables binaires.

Les 7 questions ouvertes formulées à partir de l'interrogatif : *Pourquoi ?* donnent lieu à des réponses textuelles et sont donc modélisées par des variables textuelles. Nous ne procédons pas à cette étape de notre travail au niveau de cet article à une analyse de contenu affinée assistée par ordinateur à l'aide de logiciel comme SPAD\_T<sup>2</sup> (Lebart & Salem 1994) qui pourrait être aussi complétée par une approche ASI.

<sup>2</sup> SPAD\_T Système Portable d'Analyse des Données Textuelles (CISIA) Logiciel fondé sur des approches d'analyse de données développées par Ludovic Lebart et A. Salem.



Questions		Oui	Non	Non-Rép.	Effectif total	Oui	Non	Non-Rép.	
Q1	1A	171	21	6	198	86,36%	10,61%	3,03%	
	1B	58	116	24		29,29%	58,59%	12,12%	
	1C	65	110	23		32,83%	55,56%	11,62%	
	1D	160	25	13		80,81%	12,63%	6,57%	
Q2	2	163	34	1		82,32%	17,17%	0,51%	
	2A	40	120	38		20,20%	60,61%	19,19%	
	2B	109	48	41		55,05%	24,24%	20,71%	
	2C	112	40	46		56,57%	20,20%	23,23%	
	2D	54	107	37		27,27%	54,04%	18,69%	
Q3	3	114	51	5		170	62,18%	34,45%	3,36%
	3A	31	102	37			18,49%	63,87%	17,65%
	3B	71	61	38			38,66%	42,86%	18,49%
	3C	65	67	38	38,66%		42,86%	18,49%	
	3D	30	102	38	18,49%		63,03%	18,49%	

TAB.3 Distributions des effectifs et des fréquences des modalités de réponses à Q1, Q2, Q3.

Les résultats (TAB.3) relatifs à Q1 (*Avez-vous déjà vu la lune comme ça dans la réalité ?*) confirment le recours à la mémoire *prototypique* (au sens de Rosch, 1975) dans l'évocation et la reconnaissance de ces formes lunaires. Selon Eleanor Rosch, parmi tous les niveaux d'abstraction possibles, l'un est psychologiquement plus accessible que les autres : appelé « niveau de base », niveau qui permet à l'individu d'obtenir le maximum d'informations avec le minimum d'effort cognitif. Compromis entre un niveau le plus abstrait possible mais qui offre, en même temps, un nombre suffisant d'attributs concrets. Ainsi, les figures 1A (86,36%) et 1D (80,81%) « *croissant orienté verticalement* », apparaissent comme des figures *prototypiques* indépendamment du groupe étudié (Test du  $\chi^2$  Annexe 4) avec une prédominance de 1A « *cornes orientées vers la droite* ». En revanche la figure 1B (29,29%) « *croissant horizontal tourné vers le bas* » et la figure 1C (32,83%) « *croissant horizontal tourné vers le haut* » sont peu citées par les sujets. Ces deux variables dépendent de la variable « groupe » (Annexe 4) avec une *attirance* vers 1B et 1C pour EchNC\_Ad et une *répulsion* pour les trois autres groupes.

Notons qu'aucune dépendance significative (au sens du test du  $\chi^2$  au seuil  $\alpha = 0,05$ ) n'est détectable entre les variables « Sexe », « Age » « Hémisphères » et les variables 1A, 1B, 1C et 1D.

	1Asim	1Aao	1Anr	1Bsim	1Bao	1Bnr	1Csim	1Cao	1Cnr	1Dsim	1Dao	1Dnr	
Masc	59	12	2	24	40	9	25	39	9	57	12	4	73
Femi	110	9	4	33	75	15	39	70	14	101	19	9	123
	169	21	6	57	115	24	64	109	23	158	31	13	196
	$\chi^2 = 3,99$			$\chi^2 = 0,88$			$\chi^2 = 0,23$			$\chi^2 = 1,56$			

TAB.4 Distributions conjointes des effectifs des modalités de réponses à Q1 et « Sexe ».

L'objectif de Q2 (« Si un sujet habitant dans un hémisphère opposé au vôtre, vous dit qu'il n'avait jamais vu certaines de ces lunes dans la réalité, le croyez-vous ? ») et celui de Q3 (« Si un sujet habitant votre hémisphère, vous dit qu'il n'avait jamais vu certaines de ces lunes dans la réalité, le croyez-vous ? ») étaient l'introduction d'une donnée pouvant attirer l'attention du sujet sur des aspects conceptuels des phases de la lune. Il pouvait ainsi opposer ses propres réponses à celles de ce sujet virtuel, soit en maintenant celles apportées à Q1, soit ne répondant pas. Nous retrouvons des résultats analogues à ceux que nous avons pointés pour Q1. Nous y retrouvons aussi la classification initiale [CATn] ( $n = 1$  à 5) exposée en 3.1.



### 3.2.3 Exploration des arbres de similarités et des cohésions, et du graphe implicatif

Dans un premier temps, nous étudions les données construites sur les 27 variables binaires principales (Annexe 2) à partir de l'échantillon des 198 individus dont 28 habitent l'hémisphère nord et 170, l'hémisphère sud. Nous remettons à une seconde publication, l'exploitation des 67 variables principales (Annexe 2, Annexe 3) sur l'échantillon de 170 individus de l'hémisphère sud. En fait nous étudions ici les 27 variables qui portent sur l'ensemble de l'échantillon global.

Par la classification fondée sur un modèle inspiré de Lerman utilisant des indices probabilistes, nous obtenons une partition des 27 variables binaires en quatre grandes classes comme le montre l'arbre des similarités (FIG.9).

CLS1(niv22) = {1Asim, 1Dsim, 1Bnao, 1Cnao}

CLS2(niv23) = {1Anao, 1Dnao, 1Bsim, 1Csim, 2nr, 2Asim, 2Bnao, 2Cnao, 2Dsim}

CLS3(niv21) = {1Anr, 1Dnr, 1Cnr, 2nao, 2Anr, 2Bnr, 2Cnr, 2Dnr}

CLS4(niv20) = {2sim, 2Anao, 2Dnao, 2Bsim, 2Csim}

Cette partition reflète une conduite de réponse tout à fait cohérente. Chaque classe est constituée par des modalités qui sont logiquement associées.

Ces classes résultent d'agrégation de variables binaires explicable par l'effet des figures *prototypiques* dans la lecture du monde par les sujets. Ainsi les figures A et D, d'une part, B et C, d'autre part sont associées fortement pour Q1 et Q2.

L'analyse des contributions des sujets caractérisés respectivement par les variables catégorielles « Sexe », « Age », « Hémisphère » supplémentaires au travers des groupes optimaux ne révèle pas d'effets marquants. Tout au plus nous observons une influence significative de la variable binaire ENFANT dans la constitution de la classe CLS1(niv22). Cela pourrait correspondre à l'importance des apprentissages auxquels ils sont confrontés quotidiennement à leur âge et, en particulier, les figures qu'ils rencontrent dans leurs manuels scolaires ou même dans les ouvrages dédiés à la jeunesse.

Explorons le graphe implicatif construit à partir des 27 variables binaires instanciées sur l'échantillon global de 198 individus. Au seuil de confiance de 0.99, nous identifions 7 chemins implicatifs (FIG 10). Cinq ne comportent que 2 termes.

(ch1) [1Dsim]  $\Rightarrow$  [1Asim]

(ch2) [1Anao]  $\Rightarrow$  [1Dnao]

(ch3) [1Bsim]  $\Rightarrow$  [1Csim]

(ch4) [1Cnao]  $\Rightarrow$  [1Bnao]

(ch5) [1Cnr]  $\Rightarrow$  [1Bnr]

(ch6) [2nao]  $\Rightarrow$  [2Dnr]  $\Rightarrow$  [2Anr]  $\Rightarrow$  [2Bnr]  $\Rightarrow$  [2Cnr]

(ch7.1) [2Dnao]  $\Rightarrow$  [2Bsim]  $\Rightarrow$  [2Csim]  $\Rightarrow$  [2Anao]  $\Rightarrow$  [2sim]

(ch7.2) [2Asim]  $\Leftrightarrow$  [2Cnao]  $\Rightarrow$  [2Bnao]  $\Rightarrow$  [2Dsim]  $\Rightarrow$  [2sim]

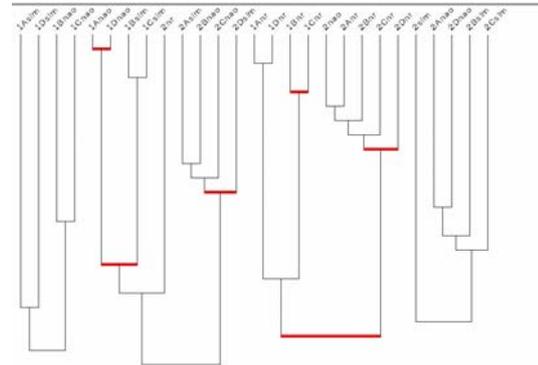


FIG 9 arbre de similarités

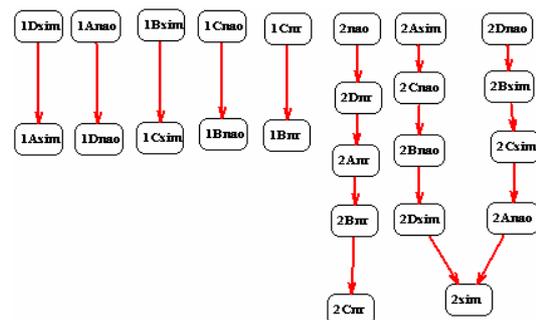


FIG. 10 Graphe implicatif niveau  $1-\alpha = 0,99$



Tout comme nous l'avons vu à travers l'arbre des similarités, il ressort de ces chaînes de quasi-implications que les sujets ont répondu (oui, non, non-réponse) en associant fortement les figures A et D, d'une part, et les figures B et C d'autre part, tant dans le cadre de Q1 que Q2. Les deux variables jumelles (2Asim) et (2Cnao) illustrent aussi cette propriété par l'association forte d'opposition entre la désignation positive d'une figure prototypique A et celle négative de la figure non prototypique C. Nous observons en plus une inclusion presque parfaite de {2Asim} dans {2Dsim} dans la mesure où il n'y a qu'un seul contre-exemple. Ceci confirme toujours la place dominante des figures *prototypiques* dans les représentations mentales et leur rôle dans la construction des obstacles au développement de la conceptualisation. Dans notre cas, cela concerne l'acquisition d'une représentation du monde ici la lune, qui soit plus proche de celle élaborée dans la connaissance savante.

Chaîne	(Ch1)	(Ch2)	(Ch3)	(Ch4)	(Ch5)	(Ch6)	(Ch7.1)	(Ch 7.2)
Questions	Q1	Q1	Q1	Q1	Q1	Q2	Q2	Q2
Variable la plus typique	ENFANT	MASC	MASC	ENFANT	HS	ENFANT	FEMI	HN
Niveau du risque <sup>3</sup> encouru en choisissant la variable comme la plus typique	0,149	0,117	0,278	0,0952	0,224	0,112	0,194	0,0355
Variable la plus contributive	ENFANT	MASC	MASC	ENFANT	HS	ENFANT	FEMI	MASC
Niveau du risque encouru en choisissant la variable comme la plus contributive	0,149	0,117	0,278	0,0952	0,224	0,1	0,236	0,149

TAB.5 Contributions et typicalité des variables supplémentaires

En considérant le risque de niveau le plus faible, nous observons que le groupe HN est le plus typique de la chaîne (Ch 7.2). Il correspond en fait à celui constitué par les stagiaires IUFM de Lyon, les seuls situés dans l'hémisphère nord et caractérisé par le niveau académique le plus élevé. La caractéristique sémantique de cette chaîne est l'acceptation d'une perception différente de la lune selon les hémisphères et l'association, d'un côté, des figures prototypiques entre elles (A et D acceptées) et, de l'autre, de celles non-prototypiques (B et C rejetées). Des effets issus des cours de didactique de la physique sont une interprétation possible de la prise de distance de ces sujets.

<sup>3</sup> Au sens défini dans (Gras & al. 1996 pp. 97-109)



Si maintenant nous explorons l'arbre cohésitif, il se dégage six grandes classes de variables binaires.

$$C1_{niv21}(5) = ((1A_{nao} \Rightarrow 1D_{nao}) \Rightarrow (1B_{sim} \Leftrightarrow 1C_{sim})) \Rightarrow 2nr$$

$$C2_{niv20}(4) = ((1A_{nr} \Rightarrow 1D_{nr}) \Rightarrow (1B_{nr} \Leftrightarrow 1C_{nr}))$$

$$C3_{niv17}(4) = ((1B_{nao} \Leftrightarrow 1C_{nao}) \Rightarrow (1D_{sim} \Rightarrow 1A_{sim}))$$

$$C4_{niv9}(5) = (((2nao \Leftrightarrow 2Anr) \Leftrightarrow 2Bnr) \Rightarrow 2Cnr) \Leftrightarrow 2Dnr$$

$$C5_{niv16}(4) = 2Cnao \Rightarrow ((2A_{sim} \Leftrightarrow 2D_{sim}) \Rightarrow 2Bnao)$$

$$C6_{niv14}(5) = 2Dnao \Rightarrow (2C_{sim} \Rightarrow (2B_{sim} \Rightarrow (2A_{nao} \Rightarrow 2sim)))$$

Dans cette classification, nous retrouvons les classes qui se sont formées dans l'approche par similarité. Les R-règles formées s'organisent dans une structure qui confirme les propriétés des représentations prototypiques et des obstacles qu'elles induisent telles que nous les avons identifiées au travers de l'analyse du graphe implicatif.

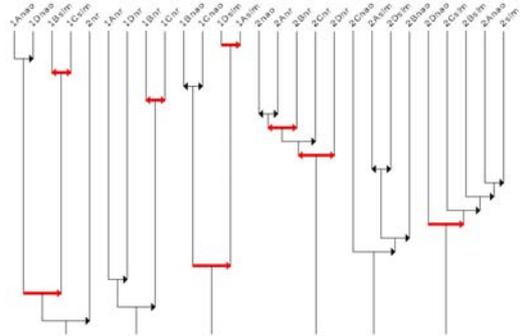


FIG. 11 Arbre cohésitif

Les R-règles sont conçues comme extension des règles binaires (a)  $\Rightarrow$  (b) aux règles de règles. Elles sont affectées d'un degré d°R calculé selon la définition (Kuntz ASI 2005) suivante : une R-règle composée par une variable binaire est de degré d°R = 0. Une R-règle constituée par une règle binaire a un degré d°R = 1. Une R-règle (R')  $\Rightarrow$  (R'') admet un degré d°R = d°R' + d°R'' + 1.

Nous pouvons nous intéresser à la *cohérence* o(C) (Gras, Kuntz, Régner 2004) d'une classe C représentant une R-règle à partir de la confrontation entre l'ordre des variables binaires déterminé par les occurrences et celui déterminé par les règles au sein de la classe. Cette *cohérence* est mesurée à partir des inversions par la probabilité  $P\{I > i\}$  où  $i$  est le nombre d'inversions observées et  $I$  la variable aléatoire « nombre d'inversions »

Pour la classe C1<sub>niv21</sub>(5) nous obtenons l'ordre (1A<sub>nao</sub>, 1D<sub>nao</sub>, 1B<sub>sim</sub>, 1C<sub>sim</sub>, 2nr) au sein de la classe tandis que l'ordre issu des occurrences donnerait (2nr, 1A<sub>nao</sub>, 1D<sub>nao</sub>, 1B<sub>sim</sub>, 1C<sub>sim</sub>). Nous dénombrons donc 4 inversions entre ces deux permutations. Nous avons établi (Gras, Kuntz, Régner 2004, p. 44) que la probabilité pour avoir 5 ou plus inversions est de 71/120, soit environ 59,16%.

Force est de constater que les trois classes C1, C2 et C3 résultent d'agrégations de variables binaires associées à Q1, tandis que les trois autres sont associées à Q2.

Lorsque nous étudions la typicalité de chaque classe de cette partition à partir des variables supplémentaires, nous obtenons les résultats suivants :

Classe	C1 <sub>niv21</sub> (5)	C2 <sub>niv20</sub> (4)	C3 <sub>niv17</sub> (4)	C4 <sub>niv9</sub> (5)	C5 <sub>niv16</sub> (4)	C6 <sub>niv14</sub> (5)
R-règle de degré...	4	3	3	4	3	4
Cohérence	71/120 $\approx$ 0,5916	20/24 $\approx$ 0,8333	20/24 $\approx$ 0,8333	91/120 $\approx$ 0,7583	20/24 $\approx$ 0,8333	115/120 $\approx$ 0,9583
Variable la plus typique	MASC	HS	ENFANT	ENFANT	HN	FEMI
Niveau du risque encouru	0,278	0,224	0,0334	0,1	0,0355	0,229
Variable la plus contributive	FEMI	HS	ENFANT	ENFANT	HN	FEMI
Niveau du risque encouru	0,315	0,365	0,0361	0,1	0,0833	0,236

TAB.6 Contributions et typicalité des variables supplémentaires

La classe C6 agrégée au niveau significatif 14 est constituée des variables de la chaîne (Ch 7.1) et représente une R-règle de degré 4. L'ordre dans la classe conduit à la permutation (2D<sub>nao</sub>, 2C<sub>sim</sub>, 2B<sub>sim</sub>, 2A<sub>nao</sub>, 2Sim) tandis que l'ordre issu des occurrences donne (2D<sub>nao</sub>, 2B<sub>sim</sub>, 2C<sub>sim</sub>, 2A<sub>nao</sub>, 2Sim). Ces deux permutations



révèlent une inversion. De là la cohérence  $\alpha(C6) \approx 0,9583$ . La caractéristique FEMININE contribue le plus et reste la plus typique de la classe C6 comme de la chaîne (Ch 7.1). A ce niveau d'information, nous n'avons pas d'interprétation pertinente de cette classe en relation avec la contribution et la typicalité du groupe féminin.

La classe C5 agrégée au niveau 16 correspond à une R-règle de degré 3 et est associée à la sous-chaîne (Ch 7.2a)  $[2Asim] \Leftrightarrow [2Cnao] \Rightarrow [2Bnao] \Rightarrow [2Dsim]$ . Sa constitution reflète encore l'association des figures prototypiques, d'un côté, et non-prototypiques, de l'autre. La prise en compte des caractéristiques des sujets au travers des variables supplémentaires amène à l'interprétation suivante : la caractéristique la plus contributive en même temps que la plus typique est l'appartenance à l'hémisphère nord. En fait en raison de la constitution de l'échantillon, celle-ci se confond avec le groupe des professeurs stagiaires de l'IUFM de Lyon. Ces sujets, les plus lettrés de l'échantillon global, explicitent par leurs réponses à la question Q2, leurs représentations qui s'organisent autour de l'idée que l'« autre » situé dans l'hémisphère sud ne peut voir la « même lune ». Leur formation semble les conduire, par une prise de distance métacognitive, à rejeter les figures prototypiques en fonction d'une condition particulière qui est d'être situé dans l'autre hémisphère. Cette formation universitaire spécifique aux professionnels de l'enseignement a pu jouer rôle pour cette prise de distance comme nous l'avons évoqué (2.6.3).

La classe C3 agrégée au niveau 17 présente des résultats intéressants : d'une part, elle est le reflet conjugué du rejet des formes 1B et 1C et de l'attraction des formes 1A et 1D ; d'autre part, il ressort que sa constitution est largement déterminée par le sous-groupe EchNC\_Enf (TAB.6). Cette propriété va dans le sens que nous avons pointé à partir de l'analyse des similarités. La classe C4 agrégée au niveau 9 est, elle aussi, sous forte influence des conduites de réponses des sujets ENFANTS (TAB.6). Cette classe orientée se manifeste par une règle source ( $2nao \Leftrightarrow 2Anr$ ) qui traduit le fait que répondre négativement à Q2 a pour conséquence logique une cascade de non-réponses tout à fait cohérentes. Cette propriété est presque tautologique. Ce qui attire cependant l'attention est la part contributive dominante du sous-groupe ENFANTS. En effet le refus de croire qu'un observateur virtuel puisse voir ces lunes dans un hémisphère opposé, évoque autant un obstacle d'origine ontogénétique qu'un obstacle d'origine didactique.

#### 4 Conclusion

Comment notre démarche méthodologique conduit-elle au repérage des obstacles didactiques ou socioculturels ? Du point de vue du traitement statistique des données, l'ASI nous permet d'établir des liens clairs entre variables binaires et entre classes de variables, dont l'analyse révèle le rôle des obstacles didactiques et de l'environnement graphique scolaire et extra-scolaire. De ce point de vue encore, le recours à l'analyse statistique implicative assistée du logiciel CHIC nous a permis d'éprouver les fonctionnalités et de poursuivre la réflexion sur les problématiques spécifiquement rattachées à la modélisation statistique. Du point de vue de la psychologie, nous nous décentrons de l'individu pour prendre en considération les différents systèmes symboliques jouant un rôle dans les processus de conceptualisation. Dans ce sens, Bruner (1991) observe que : « nous étions des psychologues pétris d'une tradition qui met au centre l'individu. Pourtant, les systèmes symboliques que les gens utilisent pour construire des significations sont déjà en place ; ils sont déjà "là", profondément enracinés dans la culture et dans le langage... ». Dans cette recherche, nous observons des représentations symboliques particulières mettant l'accent sur des aspects particuliers du concept et se constituant même en obstacles didactiques ou/et socioculturels. Ces représentations symboliques se présentent au même temps que le langage naturel et pour cette raison nous parlons ici d'ensemble de signifiants langagiers et non langagiers dans des situations d'enseignement-apprentissage. Ces situations font référence à l'interaction entre différents systèmes symboliques dont la compréhension et la production soulèvent des problèmes spécifiques : type d'apprentissage, niveau de conceptualisation, et la nature même des concepts comme le décrit Vygotski en opposant *concepts quotidiens* et *concepts scientifiques*. A la lumière de la théorie des champs conceptuels de Vergnaud, nous trouvons une explication



plus riche par la prise en compte des contextes d'apprentissage et des caractéristiques de ces apprentissages que par l'opposition faite par Vygotski. Nous identifions une distinction entre *situations scolaires* et *situations non-scolaires* du point de vue du *focus* de la conscience. Dans le cadre scolaire, ce *focus* est essentiellement dirigé vers la relation bipolaire [signifiant ↔ invariant opératoire] laissant de côté l'ensemble des situations de référence. La faiblesse du sujet apparaît dans ses difficultés à reconnaître les situations extrascolaires ou même scolaires dans lesquelles les concepts développés sont opératoires. Par exemple : les sujets apprenants avouent bien connaître leurs définitions mais ne pas savoir les appliquer. Ils donnent ainsi des réponses sur les phases de la lune, acceptables à l'école, mais ils restent à un niveau conceptuel très faible. En revanche, dans le cadre non scolaire, ce *focus* est plutôt dirigé vers la relation bipolaire [situation ↔ invariant opératoire] négligeant la ressource qu'apportent les signifiants. Dans ce cas, la faiblesse du sujet réside dans l'insuffisance des ressources symboliques qui lui permettent d'amplifier les connaissances développées localement.

Les données issues du questionnaire corroborent celles des observations faites préalablement et décrites dans cet article, dans le sens où les réponses semblent surdéterminées par les apprentissages scolaires et par l'environnement culturel avec des représentations graphiques prototypiques. Il faut noter cependant que le rapport entre images et apprentissages scientifiques ne s'établit sûrement pas dans le seul cadre scolaire. L'environnement culturel fait de plus en plus appel aux ressources de l'imagerie comme nous l'avons déjà souligné. Ainsi ces données mettent bien en évidence les rôles de figures prototypiques dans la conceptualisation des phases de la lune par des sujets lettrés. Dans la plupart des cas, il ne s'agit pas de symboles qui représentent l'expérience sensible, mais de figures qui sont prises comme un simple enregistrement d'images faisant obstacle à une conceptualisation de niveau plus élevé.

## Références

- Acioly, N. M. (1985). " *A Logica Matemática no jogo do bicho: compreensão ou utilização de regras?*", Dissertation de Master en Psychologie cognitive, Université Fédérale de Pernambuco - Recife : Brésil.
- Acioly, N. M. (1994a). " *LA JUSTE MESURE : une étude des compétences mathématiques des travailleurs de la canne à sucre du Nordeste du Brésil dans le domaine de la mesure*". Thèse de Doctorat en Psychologie. Université René Descartes - PARIS V.
- Acioly-Régner, N. M. (1997b). Analyse des compétences mathématiques de publics adultes peu scolarisés et/ou peu qualifiés in Andrieux, F, Besse, J.-M. et Falaise, B. *Illettrismes : quels chemins vers l'écrit ?* Les actes de l'université d'été du 8 au 12 juillet 1996- Lyon - France : Ed. Magnard
- Brousseau, G. (1983) Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques. *Recherches en Didactique de Mathématiques*, 4, n°2, 165 - 198
- Carraher, T. N., Carraher, D. W., & Schliemann, A. D. (1985). Mathematics in the streets and in schools. *British Journal of Developmental Psychology*, 3, 21-29.
- Cashford, J. (2003) *The Moon Myth and image*. London : Cassell Illustrated
- Doise, W. et Mugny, G. (1981). *Le développement social de l'intelligence*. Paris : InterÉditions
- Granger, G.G.. (2001) *Sciences et réalité*. Paris : éditions Odile Jacob
- Gras, R., (1979) *Contribution à l'étude expérimentale et à l'analyse de certaines acquisitions cognitives et de certains objectifs didactiques en mathématiques*, Thèse d'État Université Rennes I
- Gras, R., & al. (1996) *L'implication statistique, nouvelle méthodes exploratoire des données*. Grenoble, La Pensée Sauvage.
- Gras, R., Kuntz, P., Régner, J.-C., (2004) Significativité des niveaux d'une hiérarchie orientée en analyse statistique implicative. *Revue des Nouvelles Technologies de l'Information RNTI-C-1* pp. 39-50
- Harding, Esther (1953/2001) *Les mystères de la femme : interprétation psychologique de l'âme féminine d'après les mythes, les légendes et les rêves*. Paris : Petite bibliothèque Payot
- Lave, J. (1977) - Cognitive consequences of traditional apprenticeship training in Africa - in *Anthropology and Educational Quarterly* (7 pp 177-180)



- Lebart, L., Salem, A. (1994) *Statistique textuelle*, Paris Dunod
- Lemeignan, G. et Weil-Barais, A. (1993). *Construire des Concepts en Physique*. Paris : Hachette éducation
- Lerman, I.C., Gras, R., Rostam, H. (1981), Elaboration d'un indice d'implication pour les données binaires, *Revue Mathématiques et Sciences Humaines*, n° 74, pp. 5-35, n°75, pp. 5-47, 1981
- Luria, (1976) - *Cognitive Development* - Cambridge - MA: Harvard University Press
- Mc Luhan, (1971), in P. R. Dasen et Ch. Perregaux (Ed.) (2002) *Pourquoi des approches interculturelles en sciences de l'éducation ?* Bruxelles : De Boeck
- Mottet, G. (1996) les situations-images : une approche fonctionnelle de l'imagerie dans les apprentissages scientifiques à l'école élémentaire. Document de travail pour un article ASTER, n° 22
- Piaget, J. (1969) *Psychologie et pédagogie*. Paris : éditions Denoël
- Rosch, E. H. (1975) - Cognitive representations of semantic categories, *Journal of Experimental Psychology*, 104, 192-233
- Schliemann, A. D. & Acioly, N. M. (1989a). Mathematical Knowledge Developed at work: the contribution of practice versus the contribution of schooling, *Cognition and Instruction*, 6 (3), 185-221. New Jersey. Scribner, S. (1977) modes of thinking and ways of speaking : culture and logic reconsidered in P. N. Johnson Laird & P. C. Wason (Eds), *Thinking : reading in cognitive science* (p. 483-500) London : Cambridge University Press.
- Toussaint, D. (1999) La lune est-elle menteuse ? Bulletin du comité de liaison enseignants et astronomes – *Les cahiers Clairaut* – n° 87 - automne 1999
- Vergnaud, G. (1987a) - Psychologie et didactique : quels enseignements théoriques et méthodologiques pour la recherche en Psychologie - Colloque La Psychologie Scientifique et ses applications, Clermont-Ferrand
- Vergnaud, G. (1987b) - Questions vives de la Psychologie du développement cognitif - Colloque d'Aix-en-Provence
- Vergnaud, G. (1990) - La théorie des champs conceptuels - *Recherches en Didactique des Mathématiques* - vol. 10, n°23, pp. 133-170
- Vergnaud, G. (1991) - Morphismes fondamentaux dans les processus de conceptualisation - *Les Sciences Cognitives en débat* - Editions du CNRS - Paris
- Vygotski, L. (1985) *Pensée et Langage*. Paris : Messidor/Editions Sociales

## Annexe 1

NB : nous avons fait figurer sur le questionnaire les codages des variables binaires à l'intérieur [xxx]. Par ailleurs la présentation réduite ci-dessous est imposée par l'espace laissé à cet article. Pour Q1, Q2, Q3 et la première composante de Q6, l'absence de réponse est codée par le variable binaire [xxnr]

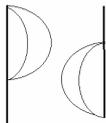
### Questionnaire.

Sexe : ( ) M [MASC] ( ) F [FEMI] Âge ( ) Profession :  
Si enseignant, discipline et niveau enseigné ? \_\_\_\_\_ Formation antérieure : ( ) école normale ( ) autres. Laquelle ? \_\_\_\_\_ Années d'expérience professionnelle : \_\_\_\_\_ Lieu du domicile :  
Q1 Avez-vous déjà vu la lune comme ça dans la réalité ?

Représentation de la lune								
Réponses	A-Oui [1Asim]	A-Non [1A nao]	B-Oui [1Bsim]	B-Non [1B nao]	C-Oui [1Csim]	C-Non [1C nao]	C-Oui [1Dsim]	C-Non [1D nao]



- Q2 Si un (*individu de l'autre hémisphère*) vous dit qu'il n'avait jamais vu certaines de ces lunes dans la réalité, croyez-vous ? ( ) OUI [2sim] ( ) NON [2nao] Si oui : Laquelle ou lesquelles ?  
 ( ) A [2Asim]/[2Anao] ( ) B[2Bsim]/[2Bnao] ( ) C[2Csim]/[2Cnao] ( ) D[2Dsim]/[2Dnao]  
 Pourquoi ? Si non : Pourquoi ?
- Q3 Si un (*individu d'un autre pays mais du même hémisphère*) vous dit qu'il n'avait jamais vu certaines de ces lunes dans la réalité, croyez-vous ?  
 ( ) OUI [3sim] ( ) NON [3nao] Si oui : Laquelle ou lesquelles ?  
 ( ) A [3Asim]/[3Anao] ( ) B[3Bsim]/[3Bnao] ( ) C[3Csim]/[3Cnao] ( ) D[3Dsim]/[3Dnao]  
 Pourquoi ? Si non : Pourquoi ?
- Q4. Un professeur des écoles m'a expliqué « sa technique » pour enseigner les phases de la lune aux enfants. Il leur explique : « la lune est une menteuse, lorsqu'elle ressemble à un **C** (majuscule) elle est **D**écroissante ; lorsqu'elle ressemble à un **D** (majuscule) elle est **C**roissante. » Que pensez vous de cette « technique » , Est-elle ?  
 ( ) adaptée [4ADAP] ( ) inadaptée [4INAD]  
 ( ) efficace [4EFFI] ( ) inefficace [4INEF] Pourquoi ?
- Q5. Un professeur d'un collège en France m'a expliqué « sa technique » pour enseigner les phases de la lune aux enfants. Il leur explique : « c'est facile ! pour identifier le **p**remier et le **d**ernier quartier il suffit de tracer une droite en prolongement du quartier. Si on obtient un **p** (minuscule) il s'agit du **p**remier quartier ; si on obtient un **d** (minuscule) il s'agit du **d**ernier quartier.  
 Que pensez vous de cette « technique » , Est-elle ?  
 ( ) adaptée [5ADAP] ( ) inadaptée [5INAD]  
 ( ) efficace [5EFFI] ( ) inefficace [5INEF]  
 Pourquoi ?



Représentations de la lune	A		B		C		D	
	Lieux	[6A_HN] [6A_E]/[6A_HS]	[6B_HN] [6B_E]/[6B_HS]	[6C_HN] [6C_E]/[6C_HS]	[6D_HN] [6D_E]/[6D_HS]			

## Annexe 2

Var. bin.	Échantillon Global 198		EchNC_Ad 119		Ech_IUFM 28		Ech_UFRPE 29		EchNC_Enf 22	
	Eff.	%	Eff.	%	Eff.	%	Eff.	%	Eff.	%
[1Asim]	171	86,36%	100	84,03%	25	89,29%	26	89,66%	20	90,91%
[1Anao]	21	10,61%	16	13,45%	3	10,71%	0	0,00%	2	9,09%
[1Anr]	6	3,03%	3	2,52%	0	0,00%	3	10,34%	0	0,00%
[1Bsim]	58	29,29%	43	36,13%	5	17,86%	4	13,79%	6	27,27%



[1Bnao]	116	58,59%	57	47,90%	23	82,14%	20	68,97%	16	72,73%
[1Bnr]	24	12,12%	19	15,97%	0	0,00%	5	17,24%	0	0,00%
[1Csim]	65	32,82%	47	36,13%	10	35,71%	3	10,34%	5	22,73%
[1Cnao]	110	55,56%	54	47,90%	18	64,29%	21	72,41%	17	77,27%
[1Cnr]	23	11,62%	18	15,97%	0	0,00%	5	17,24%	0	0,00%
[1Dsim]	160	80,81%	96	80,67%	19	67,86%	25	86,21%	20	90,91%
[1Dnao]	25	12,63%	17	14,29%	6	21,43%	0	0,00%	2	9,09%
[1Dnr]	13	6,57%	6	5,04%	3	10,71%	4	13,79%	0	0,00%
[2sim]	163	82,32%	98	82,35%	25	89,29%	26	89,66%	14	63,64%
[2nao]	34	17,17%	20	16,81%	3	10,71%	3	10,34%	8	36,36%
[2nr]	1	0,51%	1	0,84%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
[2Asim]	40	20,20%	25	21,01%	10	35,71%	3	10,34%	2	9,09%
[2Anao]	120	60,61%	72	60,50%	14	50,00%	21	72,41%	13	59,09%
[2Anr]	38	19,19%	22	18,49%	4	14,29%	5	17,24%	7	31,82%
[2Bsim]	109	55,05%	69	57,98%	11	39,29%	18	62,07%	11	50,00%
[2Bnao]	48	24,24%	27	22,69%	11	39,29%	6	20,69%	4	18,18%
[2Bnr]	41	20,71%	23	19,33%	6	21,43%	5	17,24%	7	31,82%
[2Csim]	112	56,57%	72	60,50%	13	46,43%	15	51,72%	12	54,55%
[2Cnao]	40	20,20%	24	20,17%	4	14,29%	9	31,03%	3	13,64%
[2Cnr]	46	23,23%	23	19,33%	11	39,29%	5	17,24%	7	31,82%
[2Dsim]	54	27,27%	33	27,73%	11	39,29%	6	20,69%	4	18,18%
[2Dnao]	107	54,04%	65	54,62%	13	46,43%	18	62,07%	11	50,00%
[2Dnr]	37	18,69%	21	17,65%	4	14,29%	5	17,24%	7	31,82%



## Annexe 3

Var. bin.	Échantillon Gobal 170		EchNC_Ad 119		Ech_UFRPE 29		EchNC_Enf 22	
	Eff.	%	Eff.	%	Eff.	%	Eff.	%
[3sim]	114	67,06%	74	62,18%	24	82,76%	16	72,73%
[3nao]	51	30,00%	41	34,45%	5	17,24%	5	22,73%
[3nr]	5	2,94%	4	3,36%	0	0,00%	1	4,55%
[3Asim]	31	18,24%	22	18,49%	3	10,34%	6	27,27%
[3Anao]	102	60,00%	76	63,87%	16	55,17%	10	45,45%
[3Anr]	37	21,76%	21	17,65%	10	34,48%	6	27,27%
[3Bsim]	71	41,76%	46	38,66%	16	55,17%	9	40,91%
[3Bnao]	61	35,88%	51	42,86%	3	10,34%	7	31,82%
[3Bnr]	38	22,35%	22	18,49%	10	34,48%	6	27,27%
[3Csim]	65	38,24%	46	38,66%	12	41,38%	7	31,82%
[3Cnao]	67	39,41%	51	42,86%	7	24,14%	9	40,91%
[3Cnr]	38	22,35%	22	18,49%	10	34,48%	6	27,27%
[3Dsim]	30	17,65%	22	18,49%	2	6,90%	6	27,27%
[3Dnao]	102	60,00%	75	63,03%	17	58,62%	10	45,45%
[3Dnr]	38	22,35%	22	18,49%	10	34,48%	6	27,27%
[4ADAP]	42	24,71%	28	23,53%	8	27,59%	6	27,27%
[4INAD]	55	32,35%	49	41,18%	4	13,79%	2	9,09%
[4EFFI]	64	37,65%	34	28,57%	17	58,62%	13	59,09%
[4INEF]	36	21,18%	29	24,37%	2	6,90%	5	22,73%
[5ADAP]	68	40,00%	54	45,38%	7	24,14%	7	31,82%
[5INAD]	40	23,53%	34	28,57%	4	13,79%	2	9,09%
[5EFFI]	80	47,06%	51	42,86%	18	62,07%	11	50,00%
[5INEF]	18	10,59%	11	9,24%	3	10,34%	4	18,18%
[6sim]	111	65,29%	77	64,71%	21	72,41%	13	59,09%
[6nao]	47	27,65%	32	26,89%	8	27,59%	7	31,82%
[6nr]	12	7,06%	10	8,40%	0	0,00%	2	9,09%
[6A_HN]	56	32,94%	50	42,02%	5	17,24%	1	4,55%
[6A_E]	38	22,35%	30	25,21%	6	20,69%	2	9,09%
[6A_HS]	83	48,82%	58	48,74%	17	58,62%	8	36,36%
[6B_HN]	37	21,76%	22	18,49%	10	34,48%	5	22,73%
[6B_E]	35	20,59%	27	22,69%	5	17,24%	3	13,64%
[6B_HS]	25	14,71%	21	17,65%	2	6,90%	2	9,09%
[6C_HN]	27	15,88%	17	14,29%	6	20,69%	4	18,18%
[6C_E]	41	24,12%	30	25,21%	7	24,14%	4	18,18%
[6C_HS]	31	18,24%	23	19,33%	5	17,24%	3	13,64%
[6D_HN]	62	36,47%	52	43,70%	6	20,69%	4	18,18%
[6D_E]	37	21,76%	28	23,53%	5	17,24%	4	18,18%
[6D_HS]	64	37,65%	50	42,02%	12	41,38%	2	9,09%



#### Annexe 4

n = 198		Variables « Questions Q1 & Q2 »								
Variable GROUPES	1A	1B	1C	1D	2	2A	2B	2C	2D	
<i>EchNC_Ad</i>										KhiDeux
<i>Ech_IUFM</i>	10,96	19,96	20,65	11,73	8,15	9,57	6,62	8,64	5,76	
<i>Ech_UFRPE</i>										PhiDeux
<i>EchNC_Enf</i>	0,06	0,10	0,10	0,06	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03	
	0,15	0,20	0,21	0,16	0,13	0,14	0,12	0,13	0,11	Tschuprow
Niveau de risque $\alpha=0,05$	INDEP	REJET IND	REJET IND	INDEP	INDEP	INDEP	INDEP	INDEP	INDEP	

TAB annexe 4.1

	Question Q1B		
Variable "Groupes"	1Bsim	1Bnao	1Bnr
<i>EchNC_Ad</i>	ATTIRANCE	REPULSION	ATTIRANCE
<i>Ech_IUFM</i>	REPULSION	ATTIRANCE	REPULSION
<i>Ech_UFRPE</i>	REPULSION	ATTIRANCE	ATTIRANCE
<i>EchNC_Enf</i>	REPULSION	ATTIRANCE	REPULSION

TAB annexe 4.2

	Question Q1C		
Variable "Groupes"	1Csim	1Cnao	1Cnr
<i>EchNC_Ad</i>	ATTIRANCE	REPULSION	ATTIRANCE
<i>Ech_IUFM</i>	ATTIRANCE	ATTIRANCE	REPULSION
<i>Ech_UFRPE</i>	REPULSION	ATTIRANCE	ATTIRANCE
<i>EchNC_Enf</i>	REPULSION	ATTIRANCE	REPULSION

TAB annexe 4.3

n = 170		Variables « Questions Q1 & Q2 »								
Variable GROUPES	1A	1B	1C	1D	2	2A	2B	2C	2D	
<i>EchNC_Ad</i>										KhiDeux
<i>Ech_UFRPE</i>	9,13	10,84	16,00	9,16	6,63	4,91	2,11	3,94	5,76	
<i>EchNC_Enf</i>										PhiDeux
	0,05	0,06	0,09	0,05	0,04	0,03	0,01	0,02	0,03	
	0,16	0,18	0,22	0,16	0,14	0,12	0,08	0,11	0,13	Tschuprow
Niveau de risque $\alpha=0,05$	INDEP	REJET IND	REJET IND	INDEP	INDEP	INDEP	INDEP	INDEP	INDEP	

TAB annexe 4.4

n = 170		Variables « Questions Q3 & Q6 »					
Variable GROUPES	3	3A	3B	3C	3D	6	
<i>EchNC_Ad</i>							KhiDeux
	5,46	6,55	11,46	5,35	7,01	3,00	



<i>Ech_UFRPE</i>							PhiDeux
<i>EchNC_Enf</i>	0,03	0,04	0,07	0,03	0,04	0,02	
	0,13	0,14	0,18	0,13	0,14	0,09	Tschuprow
<i>Niveau de risque <math>\alpha=0,05</math></i>	INDEP	INDEP	REJET IND	INDEP	INDEP	INDEP	

TAB annexe 4.5

## Summary

This paper explores the benefit of the one data analysis method implicative analysis (ISA) such as R. Gras defined it to study data raised of the field of the researches on the relationships between *culture* and *cognition*. The roles of the written *culture* and school instruction remains to be clarified for the development of the *conceptualisation processes*. We observe some symbolic representations putting the accent on some particular aspect of concept and constituting even an *didactic* and *cultural* obstacles.