

ARDIST

ASSOCIATION POUR LA RECHERCHE EN DIDACTIQUE
DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES

Journée de l'ARDIST

11 octobre 2002

Table Ronde sur

LES APPROCHES LANGAGIÈRES DANS LES RECHERCHES EN DIDACTIQUE DES SCIENCES

Page 2 : Présentation de la table ronde (Pierre Clément)

Page 9 : Contribution 1 : Pratiques d'écriture dans l'enseignement des sciences. Une recherche coopérative associant INRP, IUFM et Universités (Anne Vérin)

Page 16 : Contribution 2 : Argumenter en sciences (Patricia Schneeberger)

Page 23 : Contribution 3 : Méthodologie d'analyse du sens donné aux mots par des élèves de seconde durant un enseignement sur les gaz (Damien Givry)

Page 31 : Contribution 4 : le différenciateur sémantique et son analyse par ACM. (Analyse des Correspondances Multiples). Exemple de jugements de futurs enseignants SVT sur la nature et l'environnement (Thomas Forissier)

Présentation de la table ronde :

Les approches langagières dans les recherches en didactique des sciences

Pierre Clément

LIRDHIST, Université Lyon 1,
Membre du C.A. de l'ARDIST
Pierre.Clement@univ-lyon1.fr

Le dossier qui suit rassemble les 4 contributions invitées pour cette table-ronde. Chacune d'entre elles n'engage que son auteur. En revanche, c'est l'ARDIST qui a choisi ce thème et m'a demandé de coordonner cette table-ronde.

Les quatre contributions qui suivent n'ont aucune prétention à représenter significativement le foisonnement récent des recherches françaises en didactique des sciences centrées sur des "approches langagières". Elles en illustrent simplement certaines tendances, autour de **deux axes** :

- Le premier analyse en quoi le langage, écrit ou oral, joue un rôle central dans les apprentissages scientifiques. Il s'intéresse aussi à la façon dont des enseignements scientifiques peuvent contribuer à l'acquisition de compétences langagières. C'est en particulier l'axe des recherches présentées par Anne Vérin, concernant les compétences d'écriture des élèves du Primaire. C'est aussi celui des travaux présentés par Patricia Schneeberger, pour caractériser les spécificités des pratiques langagières des chercheurs, afin de tenter de les introduire dans des enseignements scientifiques.
- Le second utilise des approches langagières pour répondre à d'autres questions de recherche en didactique des sciences, en instrumentalisant ces approches pour analyser les données rassemblées. Les corpus sur lesquels travaillent des didacticiens sont en effet essentiellement des textes, des discours, qu'ils soient déjà écrits (programmes, manuels scolaires, textes de vulgarisation, ...), ou qu'ils soient recueillis pour la recherche (entretiens, questionnaires, enregistrements de séquences d'enseignement, ...). Rares sont les corpus autres que langagiers (mais il y en a : images, comportements, dispositifs expérimentaux, ...). Les contributions de Thomas Forissier et de Damien Givry illustrent cet axe. Il s'agit de recherches en cours, soit à partir de réponses à un questionnaire pour analyser les conceptions des personnes interrogées (le différenciateur sémantique, présenté par Thomas Forissier) ; soit à partir d'enregistrements d'élèves lors de séquences

d'enseignement pour analyser l'évolution du sens qu'ils donnent à une notion scientifique (Damien Givry). L'un concerne la didactique de la biologie et l'environnement, l'autre la didactique des sciences physiques.

Revenons sur chacun de ces deux axes illustrés par ces 4 contributions.

Le second axe, le plus classique, est constamment réactualisé. Il a été mis en œuvre par Daniel Jacobi pour analyser des textes de vulgarisation scientifique (Jacobi 1987, et travaux ultérieurs). Il reprend les concepts et méthodes de la linguistique et de la sémiologie, pour effectuer une analyse des discours à point de départ lexical, syntaxique, sémantique ou encore, plus récemment, pragmatique (prenant en compte les “actes de langage“, selon la formule d'Austin 1962, mais aussi les interactions comportementales). Dans ce champ linguistique immense que constitue l'analyse du discours (Maingueneau 1991), les didacticiens des sciences ont jusqu'ici relativement peu emprunté. Ils se sont plus investis, par exemple, dans le domaine des cartes et trames conceptuelles (voir le numéro de Didaskalia coordonné par Jacobi, 1994). Les méthodes d'analyse du discours restent pourtant des instruments utiles pour le chercheur en didactique. Par exemple, l'analyse de contenu permet d'identifier les champs sémantiques d'un discours (Cheikho et Clément 2002 pour une application sur des entretiens avec des chercheurs scientifiques). Elle tend aujourd'hui à être informatisée, avec l'utilisation du logiciel Alceste (Reinert 1992¹), qui définit souvent, et sans a priori, des catégories de discours plus fines qu'à partir d'une analyse manuelle. La méthode des termes-pivots (due à Harris 1953, utilisée par Jacobi 1987, 1988) reste très performante (Clément 2002). Dans tous ces cas, ces approches langagières sont, pour le didacticien, des instruments qui doivent être au service d'une problématique didactique ; ils ont pour cela besoin d'être couplés à d'autres approches, notamment épistémologiques (Clément 2002).

C'est dans cette perspective que peut être située la contribution de **Thomas Forissier**, qui renouvelle l'utilisation du différenciateur sémantique d'Osgood non seulement par la mise en œuvre d'une méthode d'analyse multivariée (l'ACM), dont il montre les performances sur un exemple précis ; mais aussi par le fait qu'il utilise une analyse épistémologique préalable pour choisir les adjectifs antonymes qui forment son différenciateur.

¹ Le travail de Cheikho et Clément, 2002, utilise le logiciel Alceste pour analyser onze entretiens avec des scientifiques, et compare cette méthode avec une analyse de contenus plus classique : l'analyse informatisée est plus précise et plus pertinente à bien des égards. Diffusé par le CNRS et la Société IMAGE, le logiciel Alceste est régulièrement perfectionné.

Cette perspective (couplage des approches didactiques, épistémologiques et langagières) peut aussi prolonger la contribution de **Damien Givry**, qui conclue son travail sur le constat que le même mot (“pression“) n’a pas le même sens pour un élève en fonction des contextes dans lesquels il se situe. Ces paradoxes sémantiques sont au cœur du travail de Frege puis de la sémantique logique². Ils ont déjà été soulignés par des didacticiens avec la notion de conceptions conjoncturelles, ou situées (Clément 1994, 1999, 2003). Ils renvoient à la question de la référence d’un concept, centrale en épistémologie. La négociation de diverses significations d’un terme (scientifique) est souvent l’enjeu des argumentations qui se développent dans des séquences d’enseignement scientifique interactif, et qui sont de plus en plus l’objet de recherches en didactique des sciences, comme nous allons le préciser.

Le premier axe, initié et animé par l’équipe “didactique des sciences“ de l’INRP, a donné lieu ces dernières années à plusieurs recherches que présente de façon synthétique la contribution d’**Anne Vérin**. Plusieurs de ces recherches seront rassemblées dans les numéros 37 et 38, en cours de réalisation, de la revue Aster, sur les interactions langagières.

La contribution d’Anne Vérin est centrée sur le rôle de l’écriture en tant qu’outil de pensée, pour structurer l’articulation entre la description et l’explication, pour travailler les obstacles conceptuels à la construction par l’élève, de ses connaissances scientifiques.

La contribution de **Patricia Schneeberger** est elle aussi centrée sur l’écrit, tout en insistant sur la polyphonie au sein d’une classe, et sur les reformulations successives des notions, accompagnées de ruptures, et liant toujours les contenus et le langage. Cette contribution s’intéresse à l’argumentation développée dans des séquences d’enseignement, avec comme objectif l’atteinte d’un „discours de preuve“ présenté comme caractéristique des pratiques langagières des chercheurs.

L’analyse des arguments échangés dans des séquences d’enseignement scientifique est une perspective de recherche qui se développe dans de nombreux pays, en particulier européens. Cependant, alors que les ouvrages et thèses sur l’argumentation sont d’une grande richesse (Plantin 1996 pour une synthèse), les didacticiens des sciences se limitent le plus souvent, en

² Un groupe de recherche pluridisciplinaire et pluricatégoriel a été créé à Lyon en 2001, intitulé « Jeux et enjeux de langage dans la construction des savoirs ». Il conjugue des approches didactiques, épistémologiques et langagières, en particulier autour de la sémantique logique et de l’argumentation, pour analyser des séquences d’enseignement scientifique. L’un de ses travaux vient d’être soumis pour publication dans la revue Aster : Clément P., Héraud J.L & Errera J.P., Paradoxe sémantique et argumentation. Analyse d’une séquence d’enseignement sur les grenouilles au cycle 2 (élèves de 6 à 8 ans).

Europe, à l'approche de Toulmin (1958). Ainsi, par exemple, Jimenez-Aleixandre (1999) catégorise les discours retranscrits selon la grille suivante, empruntée à Toulmin :

- Les données (data), qui sont les « faits », les informations qui fondent une déclaration. Elles peuvent être soit proposées par quelqu'un d'autre (enseignant, livre, autre élève, ...), soit obtenues par une démarche empirique personnelle (observations, résultats d'expérimentation), soit encore être proposées comme hypothèse.
- Les déclarations (claims), c'est-à-dire des énonciations dont la validité est établie soit en tant qu'hypothèse, soit en tant que conclusion, soit en tant qu'une opposition à une autre déclaration.
- Les justifications (warrant), c'est-à-dire ce qui justifie le lien entre des données et des déclarations.
- Les supports (backing), c'est-à-dire les connaissances théoriques qui fondent les justifications

Pour ces auteurs, l'argument est d'autant plus fort qu'il se rapproche d'une démonstration scientifique (Jimenez Alexandre et al 2003, p.256).

Avec Plantin (1990), je pense qu'il ne faut plus opposer l'argumentation à la démonstration (ce que faisaient Pérelman, 1974, Pérelman et Tytéca 1958).

Plantin (1990) inclue la démonstration scientifique comme un des types d'arguments. Il en définit cinq (p.147 et s.).

- Le fait de langue, cher à Ducrot (1980) : quand le vocabulaire choisi porte en soi un jugement (« serviable » ou « servile » ? « argument » ou « argutie » ? etc.), ou quand le discours induit sa suite non formulée explicitement.
- La logique formelle, la logique mathématique, qui définissent des vérités à partir de prémisses.
- La logique scientifique qui renvoie à l'épistémologie des sciences expérimentales : elle est fondée sur des observations, des expériences, des modélisations, etc.
- La logique non formelle des anglo-saxons : cette catégorie, très importante, reprend largement les types d'arguments définis par Pérelman (arguments d'autorité, sur la personne, par la force, par l'exemple, etc.), c'est à dire tout ce qui peut faire mouche sur l'auditoire sans pour autant être fondé par une logique formelle ou par un raisonnement hypothético-déductif.

- La rhétorique d'un discours, enfin, avec les techniques argumentatives (ordre de force croissante, ou décroissante, ou nestorien quand on commence et finit par les arguments les plus forts). L'essentiel étant l'efficacité d'un discours : influencer, convaincre un public.

Dans son ouvrage de 1996, Plantin présente aussi les tendances récentes des recherches : les pragmatiques de l'argumentation, qui s'appuient sur la théorie des « actes de langage » (Austin 1962, Searle 1969), notamment dans l'analyse des conversations (Grice 1975). Celle-ci a été développée par Moeschler (1985)³ et plus récemment, dans une perspective plus sociologique, par Breton (1996)

Les recherches de didactique des sciences sur les échanges entre élèves, et entre enseignant et élèves, lors d'une séquence d'enseignement, gagneraient à utiliser ces multiples éclairages sur l'argumentation. A commencer par l'identification des dialogues argumentatifs. Ils comprennent 4 stades (Plantin 1996, p. 20 et s) :

1. Une proposition, dont la signification est problématique ou indéterminée. Si elle est acceptée, le dialogue s'arrête sans recours à des arguments.
2. Une opposition, s'il y a désaccord avec l'énoncé proposé, conduisant à l'expression de positions opposées. Si l'expression de cette opposition est impossible, le dialogue argumentatif ne peut avoir lieu.
3. Une question, qui problématise la proposition, la met en débat
4. Des arguments enfin, permettant à chacun de défendre son point de vue, et si possible de le justifier. L'enseignant peut jouer le rôle d'accoucheur de justifications dans les dialogues argumentatifs.

En conclusion, je voudrais souligner le dynamisme autant que le foisonnement des recherches de didactique des sciences qui s'appuient sur des approches langagières, ou même qui sont centrées sur ces approches. La plupart d'entre elles sont pluridisciplinaires, voire interdisciplinaires, croisant les regards des linguistes avec ceux des épistémologues et des didacticiens, faisant collaborer des didacticiens de diverses disciplines (français, langues, art, aussi bien que biologie, physique ou maths), et impliquant souvent autant des chercheurs que des enseignants ou des formateurs d'enseignants.

³ P.Marzin a utilisé dans sa thèse (1993, Université Lyon 1), la grille de Moeschler pour analyser des dialogues entre éleveurs, techniciens agricoles et vétérinaires.

Les références théoriques de ces divers groupes de recherche sont loin d'être partagées. Pour s'en convaincre, il suffit de comparer les références citées par les 4 contributions qui suivent : elle ne se recoupent que très rarement (et il en est de même pour les références que j'ai moi-même citées).

Les approches langagières dans les recherches en didactique des sciences ? C'est un domaine en ébullition, prometteur pour les années à venir. L'ARDIST, avec cette table ronde, comme avec le présent document qui en rend compte, souhaitait participer à cette dynamique.

Références bibliographiques citées.

- AUSTIN, J.L. (1962). *Quand dire c'est faire* (traduction française 1970, Paris : Le Seuil)
- BRETON, Ph. (1996). *L'argumentation dans la communication*. Paris : La Découverte.
- CHEIKHO, M. & CLÉMENT, P. (2002). Pluridisciplinarité et complexité dans la formation au métier d'ingénieur forestier. *Aster*, 34, p.97-130.
- CLÉMENT, P. (1994). Représentations, conceptions, connaissances. In Giordan A., Girault Y., Clément P., *Conceptions et connaissances*. Berne : Peter Lang, p.15-45.
- CLÉMENT, P. (1999). Situated conceptions. Theory and methodology. in M.Méheut & G.Rebmann, *Fourth European Science Education Summerschool : Theory, Methodology and Results of Research in Science Education*, ed. ESERA, SOCRATES, U.Paris 7, p. 298-315.
- CLÉMENT, P. (2000). Méthodologie des recherches en didactique des sciences : recueil et analyse des données. In Actes *Colloque international de Fès*, nov.2000, Univ Fès & ENS.
- CLÉMENT, P. (2002). Methods to analyse argumentation in (more or less) scientific texts. An example : analysis of a text promoting Creationism. *Summerschool ESERA*, Lubjana, consultable sur le site web d'ESERA.
- CLÉMENT, P. (2003). Situated conceptions and obstacles. The example of digestion / excretion. In D.Psilos et al, (ed.), *Science Education Research in the knowledge-based society*. Kluwer Academic Publishers, p.89-98.
- CLÉMENT, P., HÉRAUD, J.L & ERRERA J.P., Paradoxe sémantique et argumentation. Analyse d'une séquence d'enseignement sur les grenouilles au cycle 2 (élèves de 6 à 8 ans). Soumis pour publication à la revue *Aster*.
- DUCROT, O. (1980). *Les échelles argumentatives*. Paris : Editions de Minuit.
- FREGE, G. (textes publiés entre 1879 et 1925, traduits et rassemblés en 1971). *Ecrits logiques et philosophiques*. Paris : Le Seuil (Essais).
- GRICE, H.P. (1975). Logique et conversation. Traduction française in *Communications*, 30, 1979, p.57-72.
- HARRIS, Z. (1953). Discourse analysis. Traduction française dans *Langages*, 13 (1969).
- JACOBI, D. (1987). *Images et discours de la vulgarisation scientifique*. Berne : Peter Lang.
- JACOBI, D. (1998). Notes sur les structures narratives dans un document destiné à populariser une découverte scientifique. *Protée*, p.17-27.

- JACOBI, D. (ed.) (1994). Les cartes conceptuelles. Coordination du numéro 5 de la revue *Didaskalia*, et éditorial de ce numéro : p.7-10.
- JIMENEZ ALEXANDRE, M.P.(1999). The study of argumentation in classrooms. In M.Méheut & G.Rebman, *Acts of the 4th European Science Education Summerschool*. Univ. Paris 7 ed., p.316-320.
- JIMENEZ ALEXANDRE, M.P., REIGOSA CASTRO, C. & DIAZ de BUSTAMANTE, J. (2003). Discourse in the laboratory : quality in argumentative and epistemic operations. In D.Psillos et al. (eds), *Science Education Research in the Knowledge-Based Society*, Netherlands : Kluwer Academic Publishers, p.249-257.
- MAINGUENEAU, D. (1991). *L'analyse du discours*. Paris : Hachette Supérieur.
- MARZIN, P. (1993). *Approche didactique de la communication des savoirs dans une situation de conseil vétérinaire. Analyse des conceptions dans le dialogue*. Thèse doctorat Université Lyon 1.
- MOESCHLER, J. (1985). *Argumentation et conversation*. Paris : Hatier – Crédif.
- PERELMAN, C. (1974). *L'argumentation*. In Encyclopedia Universalis.
- PERELMAN, C. & OLBRECHTS-TYTECA, L. (1958). *Traité de l'argumentation. La nouvelle rhétorique*. Ed. de l'Université de Bruxelles.
- PLANTIN, C. (1990). *Essais sur l'argumentation*. Paris : Kimé.
- PLANTIN, C. (1996). *L'argumentation*. Paris : Seuil (Mémo)
- REINERT, M. (1992). Le logiciel ALCESTE : Manuel d'utilisation. Toulouse : CNRS / images.
- SEARLE, J.R. (1969). *Les actes de langage*. (traduction française : Paris : Hermann, 1972)

CONTRIBUTION 1

PRATIQUES D'ÉCRITURE DANS L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

UNE RECHERCHE COOPÉRATIVE ASSOCIANT INRP, IUFM ET UNIVERSITÉS

Anne Vérin

GRIEST IUFM d'Amiens, UMR STEF Ens Cachan-INRP

anneverin@club-internet.fr

Parmi les compétences transversales que la société demande à l'école de faire acquérir aux élèves, les compétences d'écriture sont au premier plan. Quel peut être l'apport de l'enseignement scientifique dans ces acquisitions ? En intégrant des pratiques d'écriture comme supports de l'interaction avec les objets et de l'interaction sociale, l'enseignement scientifique peut-il contribuer à convertir l'échec en réussite pour certains élèves ?

Quelles précautions faut-il prendre pour que les exigences d'écriture ne viennent pas en retour transformer l'enseignement scientifique en leçon de langage ? A quelles conditions la production d'écrits favorise-t-elle effectivement la mise en jeu de la pensée propre des élèves ?

Nous nous sommes intéressés dans cette recherche à la fonction instrumentale du langage au service de l'apprentissage scientifique, mais aussi à l'occasion que l'apprentissage scientifique offre pour développer des compétences langagières et modifier le rapport à l'écriture et au savoir. Les travaux ont concerné pour l'essentiel le niveau de l'école élémentaire.

Un ensemble de résultats antérieurs, qui constituent le cadre théorique sur lequel nous avons appuyé nos analyses, seront tout d'abord exposés.

1. Conditions de mise en œuvre d'une écriture intégrée au processus de conceptualisation scientifique, d'après les recherches antérieures de l'INRP

• La formation de compétences d'écriture et de raisonnement scientifique

Une recherche précédente (Astolfi, Peterfalvi, Vérin, 1991) a distingué les *écrits d'exposition* et les *écrits d'investigation*. Les premiers sont réalisés au terme d'un travail et en présentent les résultats de façon reconstruite et réorganisée, leur mise en forme est importante et répond à des normes préétablies, à la fois linguistiques et scientifiques. Les seconds, rares dans l'enseignement habituel, peuvent jouer un rôle important pour mobiliser la pensée des élèves et engager une dynamique de changement conceptuel.

La recherche était centrée sur l'analyse des dispositifs didactiques. Elle a fourni des outils de description et une caractérisation des conditions de formation de compétences rédactionnelles et de raisonnement scientifique.

Les dispositifs expérimentés visaient le développement de compétences en lien avec la production d'écrits insérés fonctionnellement dans l'apprentissage en sciences expérimentales, autour des principes suivants :

- développer une diversité d'écrits servant à organiser l'action d'observation ou d'expérimentation, à la planifier et à en garder des traces ;
- utiliser les écrits successifs comme points d'appui de la recherche de compréhension prise en charge par la communauté de la classe, le débat social pour la construction de nouvelles connaissances étant facilité par la phase de production d'écrits et leur examen collectif ;
- organiser dans la classe un travail sur les écrits produits, des comparaisons et mises en relation, une reprise et une réécriture qui accompagnent l'élaboration progressive de la pensée ;
- réaliser des écrits de structuration participant de l'activité d'organisation du raisonnement et des connaissances construites, par le travail qu'ils engagent sur la mise en forme du texte, sur l'articulation des séquences descriptives et des séquences explicatives, sur la complémentarité des textes et des schémas.

Certains dispositifs visent plus particulièrement la formation de l'une des compétences en jeu dans les processus rédactionnels : élaboration des idées ; prise en compte du destinataire ;

appropriation de types d'écrits descriptifs, explicatifs, argumentatifs ; micro et macro-planification. L'ensemble des dispositifs met en jeu le raisonnement scientifique dans une variété de situations à travers lesquelles les élèves construisent des outils de contrôle de leur propre activité et développent une attitude réflexive sur leur démarche tant d'écriture que d'appropriation de connaissances scientifiques.

- **Relations à l'écriture, relations au savoir**

Une recherche centrée sur l'organisation de situations d'apprentissage autour d'objectifs-obstacles (Astolfi et Peterfalvi, 1993 ; Peterfalvi, 2001) nous a conduits à envisager le rôle que peut jouer l'écriture comme support à un travail sur les obstacles conceptuels à la construction de connaissances scientifiques (Vérin et Peterfalvi, 1994 ; Vérin, 1995). La recherche voulait mettre à l'épreuve la notion d'objectif-obstacle (Martinand, 1986) et l'utiliser pour organiser des séquences d'enseignement centrées spécifiquement sur le traitement didactique de quelques obstacles. Cette centration se justifie lorsque des analyses préalables ont permis d'identifier un petit nombre d'obstacles qui sont à la fois résistants à l'enseignement, gênants pour des objectifs de construction conceptuels déterminants, et jugés franchissables. La mise en jeu de la pensée propre des élèves est une condition indispensable pour que ce travail puisse se faire.

Dans ce contexte, l'écriture a un rôle important à jouer :

- par rapport aux confrontations entre les idées des élèves : des conflits cognitifs peuvent naître de la mise en relation de traces de pensées d'élèves, dont la divergence apparaît alors qu'elle aurait pu passer inaperçue sans ce retour sur l'écrit ; la confrontation entre les prévisions écrites et les observations peut jouer le même rôle ;
- par rapport à la confrontation de différents écrits produits par la même personne, une prise de conscience de sa pensée antérieure dans une phase maintenant dépassée peut conduire à une réflexion métacognitive sur les obstacles à la construction de connaissances ; le retour sur les écrits peut faire l'objet d'un travail collectif qui favorisera la construction d'idées générales sur les obstacles.

À travers la construction de savoirs, on cherche à ce que les enfants établissent une autre relation à l'écriture, qu'ils se l'approprient comme outil de pensée, et une autre relation à l'apprentissage, qu'ils le comprennent comme un processus jamais terminé procédant par remodelages et ré élaborations successives.

2. LES TRAVAUX CONDUITS DANS CETTE RECHERCHE

Sur ce thème des pratiques d'écriture en sciences expérimentales et de leur rôle par rapport à la structuration de la pensée et à la conceptualisation scientifique, la recherche a associé une équipe propre de l'INRP et huit équipes de recherche interdisciplinaires (biologie, physique, français, philosophie) réunissant des formateurs IUFM, des universitaires, des enseignants du premier degré et du second degré.

Trois dimensions ont été prises en compte :

La mise en œuvre d'une écriture constitutive de l'activité scientifique, considérée comme nécessaire pour la conceptualisation, conduit à examiner les formes spécifiques des inscriptions en sciences (non narratives, incluant des références au réel, à l'action sur le réel, au travail conceptuel), l'articulation entre écriture et compréhension du réel et les modalités de passage entre des écritures de statut différent.

La pratique d'une écriture participant de l'élaboration d'une compréhension modifie pour les élèves leur rapport à l'écriture en sciences qui peut se transférer à d'autres contextes. Elle peut leur permettre de passer de l'idée de l'écriture comme simple transcription de la pensée à l'écriture comme appui pour construire sa pensée, à travers un traitement cognitif des écrits, des reformulations multiples, l'intégration des contraintes linguistiques ainsi que l'explicitation des référents.

Une telle pratique d'écriture intervient sur le rapport au savoir des élèves, en jouant sur la mobilisation cognitive et sur la problématisation. Elle peut les amener à passer d'une conception du savoir comme un déjà-là extérieur et figé à une idée du savoir comme une construction progressive de la pensée.

Dans cette perspective nous avons réalisé plusieurs types de travaux :

Une première orientation concerne la mise en œuvre, la description et l'analyse de situations de classe qui tentent de mettre en œuvre des pratiques d'écriture correspondant aux options fondamentales de cette recherche : écriture qui s'intègre fonctionnellement aux apprentissages, notamment « écrits de travail » qui servent de support à l'élaboration de la pensée, aux discussions, aux activités expérimentales et leur articulation avec des écrits d'exposition mettant en forme de façon plus normée les nouvelles constructions.

Une deuxième orientation s'attache à la description de pratiques d'écriture scolaire existant dans d'autres contextes : pratiques habituelles, pratiques développées dans le contexte de l'opération « Main à la Pâte », autres pratiques se réclamant d'une perspective socio-constructiviste. A l'intersection entre ces deux premiers types de travaux, une étude s'est intéressée à l'évolution de pratiques d'enseignants engagés dans un processus de formation.

Une troisième orientation, selon les cas intégrée aux travaux précédents ou présentant une certaine indépendance vis-à-vis de ces derniers, se centre sur les élèves, les apprentissages qu'ils opèrent à travers les pratiques d'écriture auxquelles ils sont confrontés, leurs difficultés et leurs évolutions.

Deux études réalisées par l'équipe autour de l'INRP seront évoquées pour conclure.

La mise en jeu de l'écriture des élèves en classe de science ne peut se comprendre hors de la caractérisation des conceptions de la science et de l'apprentissage scientifique. Nous l'avons examiné du côté des élèves en regardant comment ils s'approprient une consigne assez ambiguë et de ce fait ouverte de production d'un texte explicatif sur le cycle de vie du cerisier, pour caractériser différents types de conceptions de l'explication et de l'écriture scientifiques, en lien avec des postures d'élèves différenciées (Bautier et al., 2000).

La schématisation des différentes tâches successives des élèves nous a permis de mettre à jour, dans les passages entre les écrits individuels, les écrits de groupes et les écrits collectifs, des schémas ascendants, descendants ou horizontaux dont on peut interroger la fonctionnalité et les conditions pour qu'ils ne s'instituent pas en routines tournant à vide. Ne peut-on voir parfois la délégation de l'écriture finale aux élèves ou à l'inverse la copie par les élèves d'un écrit institutionnel produit en fait par l'enseignant sans appropriation véritable comme un évitement de la phase de structuration, phase toujours délicate, menacée d'un côté par le risque d'en rester à des idées non organisées et d'un autre par celui de plaquer des connaissances non mises en relation aux dépens de la conceptualisation qui nécessite une négociation du sens entre les différents élèves de la classe et l'enseignant (Peterfalvi et al, 2002).

BIBLIOGRAPHIE

- ASTOLFI J.-P., PETERFALVI B., VÉRIN A. (1991). *Compétences méthodologiques en sciences expérimentales*. Paris, INRP.
- ASTOLFI J.-P., PETERFALVI B. (1993). Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales, *Aster*, 16.
- BAUTIER E., BUCHETON D. (1995). L'écriture : qu'est-ce qui s'enseigne, qu'est-ce qui s'apprend, qu'est-ce qui est déjà là ? *Le Français aujourd'hui*, 111.
- BAUTIER E., MANESSE D., PETERFALVI B., VERIN A. (2000). Le cycle de vie du Cerisier : une narration « scientifique » ?, *Repères*, 21.
- BEDNARZ N. et GARNIER C. (éds) (1989). *Construction des savoirs, obstacles et conflits*. Ottawa, CIRADE, Agence d'Arc.
- BRUNER J. S. (1983). *Le développement de l'enfant : savoir-faire, savoir-dire*. Paris : PUF.
- D AVID J. (1994) La réécriture au confluent des approches linguistique, psychologique et didactique, *Repères*, 10.
- DUCANCEL G. (1991). Expliquer à l'oral, à l'écrit, en sciences (Cours Moyen 1 et 2), *Repères*, 3.
- DUCANCEL G., ASTOLFI J.-P. (coord.) (1995). « Apprentissages langagiers, apprentissages scientifiques ». *Repères*, 12.
- FABRE M. (1999). *Situations-problèmes et savoir scolaire*. Paris : P.U.F.
- FABRE M. & ORANGE C. (1997). Construction des problèmes et franchissements d'obstacles. *Aster*, 24.
- FILLON P. , VÉRIN A. (coord.) (2001). « Ecrire pour comprendre les sciences », *Aster*, 33.
- GARCIA-DEBANC C. (1995) : Interaction et construction des apprentissages dans le cadre d'une démarche scientifique, *Repères*, 12.
- GIORDAN A.(dir). (1983). *L'élève et/ou les connaissances scientifiques*. Berne : Peter Lang.
- GOODY J. (1979). *La raison graphique*. Paris : Les éditions de minuit.
- GRANDATY M. (1998). Elaboration à plusieurs d'une conduite d'explication en sciences, au cycle 2. *Repères*, 17.
- JAUBERT M. & REBIERE M. (2000). Observer l'activité langagière des élèves en sciences. *Aster*, 31.
- JOHSUA S., DUPIN J.-J. (1989). *Représentations et modélisations : le «débat scientifique» dans la classe et l'apprentissage de la physique*. Berne : Peter Lang.
- LATOUR B., WOOLGAR S. (1988). *La vie de laboratoire*. Paris : La découverte.

- LATOURE B. (1989) : *La science en action*. Paris : La Découverte, édition originale publiée en anglais en 1987.
- MARTINAND J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière*. Berne : Peter Lang.
- MASON L. (1998). Sharing cognition to construct scientific knowledge in school context : the role of oral and written discourse. *Instructional Science*, 26.
- PETERFALVI B. (1995). Activités réflexives d'élèves en classe de sciences : des compétences méthodologiques au travail sur les obstacles. In Giordan, Martinand et Raichvarg (Eds) (1995). *Actes JIES XVII*. Paris, DIRES-Université Paris 7.
- PETERFALVI, B. (2001). *Obstacles et situations didactiques en sciences : processus intellectuels et confrontations*. Thèse de doctorat. Univ. Rouen.
- PETERFALVI Brigitte, PLÉ Elisabeth et VÉRIN Anne. (2002). La fonctionnalité des écrits en classe de sciences : types d'articulation à l'ensemble de la démarche. Actes de la Sixième Biennale de l'éducation et de la formation, Paris, 2002.
<http://www.inrp.fr/Acces/Biennale/6biennale>
- PLE E. (1997). Transformation de la matière à l'école élémentaire : des dispositifs flexibles pour franchir les obstacles. *Aster*, 24.
- SCHNEEBERGER P. & GOUANELLE C. (2001). Participer à une recherche sur les pratiques d'écriture, un levier pour modifier ses pratiques d'enseignement en biologie. *Aster*, 32.
- SUTTON C.R. (1993). Figuring out a scientific understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 10.
- VERIN A. (1995) Mettre par écrit ses idées pour les faire évoluer en sciences. *Repères*, 12.
- VERIN A. (1998). La description dans l'enseignement des sciences expérimentales, in Y. Reuter (éd.). *La description*. Lille : Septentrion.
- VÉRIN A., PETERFALVI B. (1994). Fonctions de l'écriture dans le travail d'obstacles en classe de sciences. In Giordan, Martinand, Raichvarg (éds) (1994). *L'alphabétisation scientifique et technique, Actes JIES XVI*. Paris, DIRES-Université Paris 7.
- VYGOTSKI, L.S. (1934-1985). *Pensée et langage*. Paris : Editions sociales.

CONTRIBUTION 2

ARGUMENTER EN SCIENCES

Patricia SCHNEEBERGER

IUFM d'Aquitaine, DAEST Université Bordeaux 2

L'enseignement des SVT privilégie certains aspects des pratiques scientifiques, en particulier l'expérimentation, qui ne suffisent pas à eux seuls à faire entrer les élèves dans un travail scientifique. Nous avons donc cherché à mieux connaître les façons de penser et d'agir des chercheurs en nous intéressant à leurs pratiques langagières.

Les pratiques des chercheurs s'inscrivent dans une communauté d'échange (donc discursive) dont le fonctionnement répond à un ensemble de règles et se traduit par une utilisation spécifique de la langue. Cette dimension de l'activité scientifique nous a paru suffisamment importante pour envisager son introduction dans l'enseignement des sciences. En effet, nos collègues de didactique du français, M. Jaubert et M. Rebière (2000) ont mis en évidence une des conditions d'accès à la culture scientifique : la nécessité de s'approprier des pratiques socio-langagières performantes qui favorisent les opérations requises dans la construction des savoirs scientifiques. Nous avons donc cherché comment introduire dans la classe des pratiques comparables à celle de la communauté scientifique et nous avons suggéré aux enseignants associés à cette recherche de s'appuyer sur l'écrit et la schématisation pour y parvenir.

1. Quelle représentation du langage ?

L'entrée dans l'univers scientifique suppose de s'approprier les pratiques scientifiques et en particulier le mode d'utilisation de la langue (genre discursif) de la communauté scientifique.

En effet, le fonctionnement de la communauté scientifique génère un ensemble de pratiques et d'énoncés socialement et historiquement constitués. Les savoirs issus de cette sphère d'activités portent les traces spécifiques du travail scientifique qui a permis leur construction.

En travaillant en collaboration avec des didacticiens du français, nous avons ancré nos analyses sur les théories sociohistoriques, développées en psychologie à partir des conceptions vygotkiennes qui considèrent les savoirs comme des produits de l'histoire sociale et culturelle humaine, élaborées en réponse à des questions liées à une volonté de comprendre et de transformer le monde.

Nos travaux se réfèrent à une représentation du langage qu'on peut définir ainsi :

- langage et pensée sont étroitement dépendants (Vygotski).
- tout discours s'inscrit dans l'interdiscours (dialogisme).
- un énoncé peut mettre en scène plusieurs points de vue, plusieurs « voix » parfois divergentes : de polyphonie (Ducrot) ou hétéroglossie (Bakhtine).
- toute activité langagière est articulée à une activité humaine et donc inscrite dans un contexte social, par conséquent toute production langagière est déterminée par les paramètres de la situation d'énonciation (Bronckart).

2. Des conditions à prendre en compte dans la conception des situations didactiques

En supposant que les pratiques des scientifiques sont susceptibles de jouer un rôle dans l'élaboration des savoirs, on peut imaginer que ces pratiques, après transposition, jouent un rôle dans les apprentissages. Toutefois, la classe ne fonctionne pas comme la communauté scientifique où s'élaborent les savoirs ; les contraintes de l'apprentissage et de l'enseignement obligent à prendre en compte un ensemble de conditions dans la conception des situations didactiques.

- gérer la polyphonie

L'enseignant peut tirer parti de la coexistence de plusieurs voix dans la classe en proposant des activités de confrontation visant à déclencher la polyphonie et à l'orchestrer en intégrant différentes voix. La production d'un énoncé collectif acceptable par tous oblige les élèves à

prendre en compte les idées des autres et/ou du maître et à résoudre les contradictions que génère leur juxtaposition. Ce type d'activité oblige les élèves à effectuer des réaménagements sur le plan langagier et sur le plan cognitif.

- faire appel aux reformulations

L'élaboration d'énoncés communs nécessite une série de reformulations successives, accompagnées d'activités de transcodage, qui s'effectuent à l'occasion de changements des paramètres du contexte. Ces reformulations participent à la construction de l'objet de savoir en mettant à distance la connaissance sensible et en construisant de nouvelles relations.

Ces multiples activités de reformulation provoquent des ruptures qui peuvent dérouter les élèves ; c'est une des raisons pour lesquelles il est nécessaire de faire régulièrement le point en s'appuyant sur des écrits recensant le chemin parcouru.

- permettre aux élèves d'accéder à des genres discursifs différents

Un des enjeux des reformulations obtenues aux cours des confrontations successives serait de faire accéder les élèves à une attitude plus réflexive en suscitant des changements dans leur activité langagière dans le but de favoriser la construction de savoirs nouveaux. Le maintien de certaines pratiques langagières peu propices aux apprentissages (recours exclusif au genre premier) peut être source d'échec.

En somme, il s'agit de faire fonctionner la classe comme une **communauté discursive scientifique scolaire** au sein de laquelle les élèves construisent ensemble des savoirs en produisant un point de vue commun sur la base d'une argumentation valide. Pour cela, il faut que les élèves parviennent à présenter leurs points de vue en explicitant leurs propositions, à confronter leurs idées en échangeant des arguments, à proposer des moyens pour trancher entre des explications concurrentes, ce qui suppose que les acteurs construisent un contexte signifiant à l'intérieur duquel les interventions de chacun sont interprétables. La construction de cet espace commun nécessite de multiples négociations qui vont permettre aux interactants d'élaborer du sens en effectuant de nouvelles mises en relation. Les observations réalisées en classe montrent qu'il est indispensable de donner aux élèves du temps pour que ces négociations soient possibles.

3. Analyse d'un projet sur la disparition des Dinosaures en classe de 4^{ème}

Dans le cadre d'une recherche sur l'écrit au collège, nous avons suivi un projet interdisciplinaire conduit par un professeur de SVT (L. Lafond) avec son collègue de français au collège J. Ellul, dans une ZEP de Bordeaux. Le projet est basé sur la mise au point d'une stratégie permettant de co-construire des compétences langagières (à l'écrit et à l'oral) et des raisonnements scientifiques. Il s'agissait d'organiser un débat sur la disparition des Dinosaures en s'appuyant sur une coopération entre les deux enseignants.

Dispositif

1. Lecture de deux articles rédigés par le professeur (à partir de revues scientifiques), chacun présentant une thèse différente (volcanisme, météorite)
2. Construction d'un scénario (sous forme de schéma fléché) montrant la succession des événements ayant entraîné la mort des dinosaures.
3. Confrontation des schémas et formulation du problème à résoudre : *comment expliquer que certains scientifiques croient à une théorie et que d'autres croient à une autre théorie ?*
4. Ecriture d'une liste d'arguments en faveur d'une des thèses.
5. Présentation des arguments des deux clans.
6. Rédaction d'un argumentaire par clans (un argument par fiche).
7. Entraînement au débat.
8. Débat devant une classe d'élèves novices.

Dans pratiquement toutes les séances, l'écrit joue un rôle d'outil réflexif, par exemple :

- la réalisation de l'organigramme suppose une mise en ordre spatiale qui, donnée à voir, va déboucher sur une reconfiguration logique des informations,
- la mise en liste des arguments sert de guide à la production de l'argumentation,
- l'écriture de l'argumentaire permet au scripteur de manipuler les arguments.

Objectifs pédagogiques

- Approche des pratiques des scientifiques (méthodes et discours) dans le cadre d'un exemple de controverse.
- Acquisition de compétences langagières : distinction fait/argument, hiérarchisation des arguments, construction de contre-arguments.
- Acquisition de concepts scientifiques (origine de la disparition de certaines espèces).

Problématique de recherche

En quoi l'inscription dans une forme langagière participe à la stabilisation d'un concept ou d'un comportement ?

Comment articuler les interventions didactiques des enseignants de français et de SVT pour favoriser la conceptualisation ?

Analyses conduites

- Suivi des reformulations successives : ce qui est retenu/abandonné, modifications des fiches, manques éventuels.
- Stratégies d'écriture des argumentaires : réintroduction d'arguments écartés, écriture d'un nouvel argument pour répondre au clan adverse, écriture de mots-clés, formulation de questions embarrassantes pour l'autre clan.
- Utilisation des écrits pendant le débat : sélection et lecture d'une fiche, apport de «dépêches », reformulation spontanée du contenu d'une fiche.
- Rôles respectifs des professeurs de français et de SVT.

Premiers résultats

Les analyses des écrits et des transcriptions orales montrent que les élèves commencent à construire une posture scientifique : prise en compte des arguments de l'autre, généralisation, prise de conscience de la nature des savoirs scientifiques et de leur statut polémique. Ce déplacement peut être imputé à la situation même de débat argumenté dans lequel l'écrit joue un rôle non négligeable. Ainsi l'examen par les élèves de leurs productions respectives (écrites et présentées oralement) les conduit à envisager la pertinence d'un argument et donc à se donner les moyens de contrôler leur validité.

Par ailleurs, nous avons constaté des évolutions dans d'autres domaines : prise de parole, écoute de l'autre, qualité de l'expression écrite et orale. L'investissement des élèves dans la préparation et la conduite du débat révèle un changement d'attitude vis à vis du travail scolaire qui s'est accompagné de l'apparition de nouvelles stratégies cognitivo-langagières.

4. Conclusion

En postulant des liens étroits entre contenus et langage, nous cherchons à développer un nouveau type de collaboration entre enseignants de français et de sciences en donnant à l'interdisciplinarité un sens différent, qui dépasse la simple nécessité de la maîtrise de la langue. Le travail avec les didacticiens du français nous a permis de prendre la mesure de la dimension langagière des pratiques scientifiques et d'envisager sa prise en compte dans l'apprentissage. Ainsi le discours de preuve, dont l'acquisition constitue un des objectifs de l'enseignement scientifique, est un des genres discursifs spécifiques de la communauté scientifique. Nos travaux ont permis de rendre compte de cette imbrication entre activités langagières et scientifiques en classe ; cependant des approfondissements sont nécessaires pour déceler la nature des pratiques langagières à privilégier pour favoriser les apprentissages scientifiques. Dans la perspective d'apporter des éclairages sur cette question, nous nous sommes engagés dans une recherche INRP (2000-2003) qui porte sur « Argumentation et démonstration dans les débats et discussions en classe ». Notre équipe cherche en particulier à comprendre comment se construit une position argumentative en sciences et essaie de définir les moyens dont dispose l'enseignant pour orienter les apprentissages langagiers des élèves.

Bibliographie

- BAKHTINE, M. (Ed. fr. 1984) *Esthétique de la création verbale*, Paris, Gallimard.
- BRONCKART, J.-P. (1996) *Activités langagières, textes et discours. Pour un interactionnisme socio-discursif*. Lausanne, Delachaux et Niestlé.
- CHABANNE J.-C. ET BUCHETON D. (2002) *Parler et écrire pour penser, apprendre et se construire. L'écrit et l'oral réflexifs*. Paris, coll. Education et Formation. PUF.
- GOODY J. (1979) *La raison graphique. La domestication de la pensée sauvage*. Paris : Ed. de Minuit.
- GRIZE J.-B. (1982) *De la logique à l'argumentation*. Genève, Librairie Droz S.A.
- GRIZE J.-B. et al. (1983) *Essai de logique naturelle*. Peter Lang.
- GRIZE J.-B. (1997) *Logique et langage*, Paris, OPHRYS
- HALTE J.-F. (1987) « Vers une didactique des discours explicatifs » in *Repères 72*, INRP.
- JACQUES F. (1991) « Argumentation et stratégie discursive » in L'Empereur A. ed. *L'argumentation*, colloque de Cerisy, Liège ; Mardaga
- JAUBERT M. (2000) *Fonctions et fonctionnement du langage dans la construction des savoirs scientifiques. Hétéroglossie et contextes d'apprentissages scolaires*, Thèse, Université Bordeaux 2.

- JAUBERT M. ET REBIERE M. (2001) « Observer l'activité langagière des élèves en sciences » in *Aster 31*, INRP, p. 173-195.
- JAUBERT M. ET REBIERE M. (2001) « Pratiques de reformulation et construction de savoirs » in *Aster 33*, INRP. p. 81-110
- JAUBERT M. ET REBIERE M. (2002) « Parler et débattre pour apprendre : comment caractériser un oral réflexif ? » in Chabanne J.-C. et Bucheton D. (Dir.) *Parler et écrire pour penser, apprendre et se construire*, Paris, PUF, p. 163-186.
- KUHN D. (1993) « Science as argument : implications for teaching and learning scientific thinking. » in *Science Education 77*, p 319-337
- LATOURE B. & WOOLGAR S. (1988) *La vie de laboratoire*, paris, Editions La Découverte
- LICOPPE C. (1996) *La formation de l'esprit scientifique. Le discours de l'expérience en France et en Angleterre (1630-1820)*, Paris, La Découverte.
- NONNON E. (1998) « La notion de point de vue dans le discours » in *Pratiques 100*.
- PESTRE D. (1995) « Pour une histoire sociale et culturelle des sciences » in *Annales Histoire Sociale des Sciences*, 3, 487-522.
- PESTRE D. (1998) « Les sciences et l'histoire aujourd'hui » in *Le débat 102*
- PIAGET J. (1923) *Le langage et la pensée chez l'enfant*. Delachaux et Niestlé, Neuchatel, Paris.
- PIAGET J. (1926) *La représentation du monde chez l'enfant*. Delachaux et Niestlé. Neuchatel.
- REBIERE M. (2000) *Langage, posture et cognition. Enjeux et obstacles de l'activité langagière dans la classe de Sciences à l'école élémentaire*, Thèse, Université Bordeaux 2.
- SCHNEEBERGER P., ROBISSON P. & GOUANELLE C. (1999) « Pratiques d'écriture et apprentissage à l'école primaire : quel enseignement mettre en place ? » in *Jonctions*, 3, (revue de l'IUFM d'aquitaine).
- SCHNEEBERGER P. *Les fonctions des langages dans les apprentissages scientifiques*, mémoire présenté en vue de l'obtention d'une HDR, novembre 2002, Université de Nantes.
- SCHNEEBERGER P. (coord.) *Pratiques d'écriture dans l'enseignement des sciences*. Rapport de recherche associative INRP-IUFM d'Aquitaine, document interne INRP.
- VYGOTSKI, L. (Ed. fr. 1985) *Pensée et langage*. Paris, Ed. Sociales.

CONTRIBUTION 3

Méthodologie d'analyse du sens donné aux mots par des élèves de seconde durant un enseignement sur les gaz

Damien Givry

damien.givry@etu.univ-lyon2.fr

Doctorant en didactique des sciences physiques

UMR I.C.A.R. équipe C.O.A.S.T. (CNRS - Université Lyon 2 - INRP -ENS LSH)

Introduction

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un travail en didactiques des sciences physiques, portant sur l'évolution des connaissances des élèves de seconde durant un enseignement sur les gaz (Givry 2003a). Elle se centre sur le sens que les élèves donnent aux mots et propose de regarder comment ce sens évolue pour les élèves au cours d'un enseignement sur les gaz (Givry 2003b). Ce travail a été mené en lien avec un groupe réunissant des enseignants de lycée et des chercheurs en didactique, au sein duquel nous avons développé une séquence d'enseignement sur les gaz pour des élèves de seconde (disponible sur le site francophone pégase <http://nte-serveur.univ-lyon1.fr/pegase/> et sur le site de l'académie de Lyon <http://www.ac-lyon.fr>).

Après avoir défini le cadre théorique que nous adoptons pour cette étude, **nous proposons à travers l'exemple du mot pression de décrire les différentes étapes de notre méthodologie :**

- 1-étude de la signification des mots liés au savoir sur les gaz en physique et dans le quotidien.
- 2-étude de cette signification dans la séquence d'enseignement.
- 3-reconstruction du sens que les élèves donnent aux mots en tenant compte du contexte.
- 4-comparaison entre la signification des mots et le sens que leur donnent les élèves.

Cadre théorique

Cette étude se place dans une approche socio-constructiviste et considère qu'une connaissance avant d'être internalisée, par une personne, est externe et commune à plusieurs personnes (Vygotski 1998), ce qui place le langage au cœur de l'acquisition des connaissances. L'étude de l'apprentissage des élèves se fera à partir du langage qu'ils utilisent. Pour notre analyse, nous choisissons de prendre comme unité de base, la signification du mot, car elle reflète sous la forme la plus simple l'unité de la pensée et du langage. En effet, *"la pensée ne s'exprime pas dans le mot, mais s'y réalise"* (Vygotski 1998, p.493). De plus, il semble que les concepts scientifiques se construisent à partir des connaissances quotidiennes et que notamment la construction du sens d'un mot scientifique s'appuie sur la ou les significations de ce mot dans le quotidien. Partant de travaux didactiques sur la signification des mots (Collet 2000 ; Tiberghien 2000 ; Küçüközer 2000) et en nous appuyant sur certains outils de la lexicologie (Rastier 1991 ; Picoche 1992), nous proposons d'étudier la signification du mot pression dans le quotidien et en physique, afin de suivre l'évolution du sens que les élèves lui donnent.

Étude de la signification des mots dans le quotidien et en physique

La partie du programme de physique : "l'air qui nous entoure" en classe de seconde, présente un certain nombre de concepts liés au gaz que les élèves doivent maîtriser. Dans le cadre de cette étude, nous avons identifié les différentes significations des mots désignant ces concepts dans le quotidien et en physique. Le but ici est de déterminer si ces différentes significations sont proches ou éloignées. Dans le cas où elles sont éloignées, nous cherchons des mots intermédiaires permettant de faire le lien entre le quotidien et la physique. Ces mots, permettant des recouvrements de signification entre le quotidien et la physique, sont appelés des *notions fondatrices* (Tiberghien & Baker 1999).

Pour connaître la signification des mots dans le quotidien, nous nous sommes basés sur les définitions des mots dans le dictionnaire. Par exemple, le mot pression est défini dans le dictionnaire de la langue française (1989) avec une signification en physique et deux significations différentes dans le quotidien.

Physique :

"Phys. action exercée par une force qui presse sur une surface donnée ; mesure de cette force."

Quotidien :

"1-action de presser ; force exercée par ce qui presse."

2-Influence plus ou moins contraignante qui s'exerce sur quelqu'un, tentative insistante de le persuader."

À travers ces différentes définitions, nous voyons qu'à chaque fois il y a un agent qui agit sur un patient : force qui agit sur une surface, quelqu'un ou quelque chose qui presse une autre chose, une personne qui presse une autre. De plus, la première définition du lexique quotidien et celle du lexique de la physique sont presque identiques, c'est l'action de presser quelque chose. Cette signification est différente, en ce qui concerne les gaz. En effet, on trouve en physique deux définitions :

1-la pression est une grandeur macroscopique, que l'on peut mesurer à l'aide d'un pressiomètre

2-elle sert à rendre compte de l'action de ce gaz sur une paroi.

Il est intéressant de remarquer que dans le quotidien la pression désigne l'action de presser alors qu'en physique elle désigne la description de l'action du gaz. Ces deux significations sont assez différentes. Cependant, la pression au niveau microscopique est décrite par le nombre de chocs des molécules sur une paroi. Ce qui peut être envisagé avec une signification assez proche, par les molécules poussent sur la paroi. L'utilisation des chocs des molécules pour décrire la pression permet un recouvrement des significations quotidiennes et physiques. Le verbe "pousser" est considéré comme une notion fondatrice, car il permet de faire le lien entre la signification quotidienne (action de pousser) et en physique (les molécules poussent sur les parois).

Étude de la signification des mots dans la séquence d'enseignement

Après avoir déterminé les différentes significations du mot pression dans le quotidien et en physique, nous allons regarder comment ce mot est employé dans la séquence d'enseignement sur les gaz. Concernant cette séquence, il est important de spécifier qu'un de ses principaux enjeux, est d'apprendre la modélisation aux élèves, c'est-à-dire de les rendre capables d'interpréter différentes situations à partir d'un ou plusieurs modèles.

Cette séquence en comporte trois :

1. Le modèle microscopique où le mot pression n'apparaît pas.
2. Le modèle macroscopique où la pression est introduite conformément aux significations de la physique, elle décrit l'état du gaz, rend compte de l'action du gaz sur les parois et se mesure.
3. L'interprétation microscopique des grandeurs macroscopiques, où par exemple la grandeur pression est reliée au nombre de chocs des molécules sur une paroi : "L'action du gaz sur une paroi est liée aux chocs des molécules sur cette paroi. Pour une durée et une paroi donnée, plus il y a de chocs sur la paroi, plus la pression du gaz est grande." Comme nous l'avons déjà signalé, nous faisons l'hypothèse que ce lien sera fait plus facilement par les élèves, si ces deux notions sont associées à l'action de pousser.

Concernant la séquence d'enseignement sur les gaz, il est intéressant de remarquer que le mot pression apparaît avec plusieurs significations :

-Qui se mesure. La pression est utilisée avec la signification de quelque chose qui se mesure, elle est associée au mot suivant : mesurer, indiquer la valeur, augmenter...

Voici quelques exemples d'énoncés :

"La pression d'un gaz se mesure avec un manomètre (ou pressiomètre)."

"En utilisant le paragraphe 1 du modèle macroscopique des gaz, indiquer la valeur de la pression que l'on mesurerait si on pouvait relier le pressiomètre comme indiqué sur le schéma"

-Qui décrit (l'action d'un gaz). La pression est utilisée comme une grandeur qui rend compte de l'action du gaz. Cette signification n'apparaît que dans le modèle macroscopique. On trouve néanmoins, une question de la séquence d'enseignement où elle apparaît de manière indirecte. Voici l'énoncé de la question : *"à votre avis, comment évolue l'action du gaz sur les parois lorsque sa pression augmente ?"*

Pour répondre correctement à cette question, demandant de faire le lien entre la valeur de la pression et l'action du gaz, les élèves vont devoir adopter la définition du modèle selon laquelle la pression rend compte de l'action du gaz sur les parois, donc si la pression augmente, cela signifie que l'action du gaz sur les parois est plus importante.

-Qui pousse. Un certain nombre d'énoncés risque de renforcer la signification courante attribuée au mot pression comme étant associé au verbe pousser. En effet, ce verbe apparaît dans des phrases où le mot pression est aussi présent :

"Pousser le piston jusqu'à ce que la pression de l'air dans la seringue soit de 1500 hPa . "

"Pousser doucement le piston et observer sur le pressiomètre comment varie la pression de l'air dans la seringue".

Une des difficultés de cette séquence sur les gaz est d'élargir le sens du mot pression à la signification de "décrire" et de "mesurer". Ces deux significations sont assez différentes de celle de "pousser". Or, dans le dictionnaire, toutes les significations du mot pression sont associées à l'action de pousser. C'est pourquoi, nous faisons l'hypothèse que c'est le sens que les élèves donneront à ce mot. Précisons à ce sujet que nous utilisons la distinction entre le sens et la signification, faite par Paulhan cité par Vygotski : le sens "*représente l'ensemble de tous les faits psychologiques que ce mot fait apparaître dans notre conscience. Le sens d'un mot est ainsi une formation toujours dynamique, fluctuante, complexe, qui comporte plusieurs zones de stabilité différente. La signification n'est qu'une des zones du sens que le mot acquiert dans un certain contexte verbal, mais c'est la zone la plus stable, la plus unifiée, et la plus précise.*" (Vygotski 1998, p. 480).

Nous avons vu les significations des mots à partir du dictionnaire, mais est-ce que les élèves leur donnent les mêmes ? Et comment évolue le sens que les élèves donnent aux mots durant l'enseignement sur les gaz ? Dans la partie suivante, nous proposons de décrire la méthodologie employée pour reconstruire le sens que les élèves donnent aux mots et de l'illustrer par un exemple avec le mot pression.

Reconstruction du sens que les élèves donnent aux mots

Pour suivre l'évolution du sens que les élèves donnent aux mots, nous avons décidé de suivre finement huit élèves durant toute la séquence d'enseignement sur les gaz. Pour cela, nous avons filmé ces huit élèves en classe réelle et récolté leurs productions écrites durant la totalité de la séquence d'enseignement sur les gaz (4 TP de 1h30 et 2 cours en classe entière de 1h). Pour reconstruire le sens que les élèves donnent aux mots à partir de nos données, nous avons fait le choix d'étudier la signification des mots à travers le discours des élèves. Cependant, l'étude du discours ne donne pas directement accès à la signification que les élèves donnent aux mots, car cette signification dépend du contexte et des pratiques discursives (Edwards 1993). Voilà pourquoi, nous faisons le choix de reconstruire le sens que les élèves donnent aux mots, en nous basant sur leurs productions (verbales, écrites et gestuelles) en contexte.

La prise en compte du contexte nous conduit à le définir comme étant "*l'ensemble des représentations que les interlocuteurs ont du contexte*" (Kerbrat-Orecchioni 1996. p. 21). De plus, les productions des élèves sont toutes à la fois conditionnées par le contexte et "*transformatives*" de ce même contexte. Pour pouvoir reconstruire adéquatement le sens des productions des élèves, il faudrait théoriquement avoir accès à l'ensemble des éléments contextuels dont ils disposent. Ce qui est bien sûr impossible, c'est pourquoi, nous faisons le choix d'utiliser la notion de contexte pertinent (Kerbrat-Orecchioni 1996), c'est-à-dire de choisir parmi l'ensemble des éléments du contexte ceux que nous estimons comme les plus pertinents pour reconstruire le sens que les élèves donnent aux mots. La description du contexte que nous estimons pertinent se fait par une transcription faisant apparaître :

- le temps durant lequel se déroulent les actions,
- le numéro de la question traitée par les élèves,
- les énoncés des questions,

-la description des actions des élèves : parler, lire, écrire, manipuler. Lorsque les élèves parlent nous précisons : les personnes qui parlent, leurs éventuelles actions (lire écrire...) et les thèmes abordés pendant la discussion.

Ces quatre éléments définissent le contexte pertinent, auxquels nous ajoutons une transcription de la conversation des élèves. La communication orale est multicanale et plurisémiotique. De plus, "*nous parlons avec nos organes vocaux, mais c'est avec tout le corps que nous conversons*" (Abercombrie cité par Kerbrat-Orecchioni 1996, p. 27), c'est pourquoi, nous incluons dans notre transcription du discours des élèves : les gestes de la communication non-verbale (définis par Scherer 1984, dont l'importance de leur rôle dans l'apprentissage à été montrée par Roth 1999), ainsi que les gestes manipulateurs que nous mettons entre parenthèse dans la transcription.

Voici à titre d'exemple, une transcription d'une discussion entre deux élèves (A & E) avec les éléments du contexte :

Temps	Question	Description	Transcription
Question 3. En se plaçant au niveau microscopique, indiqué ce qui a changé pour l'air			
00:16:13:15	P1 A1 Q3 macro	A & E parlent de ce qui a changé au niveau macroscopique	A : [oui/ E : [c'qui a changé A : y'a une pression oui/ quand on appuie (A bouche la seringue et appuie sur le piston) on peut dire quand on appuie y'a une pression/ qui fait qu'on peut pas arriver jusqu'au bout en fait E : ouais A : on peut dire qu'on sent une pression de l'air

Figure 1. Exemple de transcription avec les éléments du contexte

Exemple de résultat

À titre d'exemple, nous présentons l'évolution du sens que l'élève A donne au mot pression. Ce concept est présent pendant toute la durée de la séquence et son apprentissage constitue l'un des principaux enjeux de cette séquence. Dans notre méthodologie d'analyse, nous avons défini un certain nombre d'éléments, permettant de définir le contexte que nous estimons pertinent. Parmi ces éléments, nous avons mis les énoncés des questions, car nous pensons que la formulation des questions conditionne la signification que les élèves donnent aux mots. Comme nous l'avons montré ci-dessus, l'analyse de l'utilisation du mot pression dans la séquence montre que :

- sa signification est associée à "décrire" dans le modèle macroscopique,
- sa signification est associée à ce qui se "mesure" dans la majorité des questions,
- sa signification risque d'être associée à l'action de pousser dans les énoncés utilisant ce verbe.

Nous proposons de commencer notre analyse par un extrait de dialogue entre A et E durant une question où le mot pression n'apparaît pas (figure 2) :

Temps	Question	Description	Transcription
Question 3. En se plaçant au niveau microscopique, indiqué par écrit ce qui a changé pour l'air et ce qui n'a pas changé, entre les deux situations. Faire de même en se plaçant au niveau macroscopique.			
00:16:13:15	P1 A1 Q3 macro	A & E parlent ce qui a changé au niveau macroscopique	E : dans c'qui a changé/ on a pas une pression (2s) on peut pas dire qu'il y a une pression A : si (2s) c'qui a changé E : c'qui a changé A : oui/ y'a une pression/ oui/ quand on appuie/ on peut dire quand on appuie y'a une pression/ qui fait qu'on peut pas arriver jusqu'au bout en fait/ E : ouais A : on peut dire qu'on sent une pression de l'air

Figure 2 : Extrait d'une question où le mot pression n'apparaît pas

Il est intéressant de voir, que la question ne fait pas apparaître explicitement le mot pression, ce qui minimise l'influence de l'énoncé sur la signification que les élèves peuvent lui donner. Nous voyons donc à travers ce que dit l'élève A, que spontanément la signification du mot pression rejoint celle du verbe "pousser". Ceci semble assez logique dans la mesure où cette situation ne fait pas intervenir d'appareil de mesure pour la pression, ce qui tend à minimiser l'utilisation de la pression comme une grandeur mesurable. Dans la suite de la séquence d'enseignement, on trouve que pour toutes les questions, demandant de mesurer la pression avec un pressiomètre, l'élève A utilise ce mot avec la signification de quelque chose qui "se mesure", elle dit notamment : "la pression augmente", "la pression est de 1028 hPa"... De plus, le seul moment de la séquence où l'élève A utilise le mot pression en le définissant comme une grandeur rendant compte de l'action du gaz, correspond à une question, demandant explicitement de se référer au modèle macroscopique des gaz.

Nous proposons, de donner un exemple de l'influence que peut jouer l'énoncé sur le sens que l'élève A donne au mot pression. Pour cela, nous présentons un court extrait de plusieurs élèves (A, M et Ad) en train de répondre à une question. La figure ci-dessous donne la transcription avec les éléments du contexte de cet extrait :

Temps	Question	Description	Transcription
Question b. À votre avis, comment évolue l'action du gaz sur les parois lorsque sa pression augmente ?			
00:16:03:02	P2 A2 Qb	Groupe parle de la réponse à rédiger	Ad : ça y'est on en a sauté en route/ M : (rires) Ad : l'action du gaz sur les parois (2s) se compense lorsque sa pression augmente/ c'est ça (?) M : ouais A : ouais/ elle exerce une forte pression
Réponses écrites : A "b. Lorsque sa pression augmente , l'air se compense et exerce une forte pression sur les parois de la seringue → Alors l'action du gaz sur les parois est différente"			

Figure 3 : Transcription en contexte de la discussion de trois élèves

Dans la réponse écrite de l'élève A, le mot pression est utilisé avec deux significations différentes :

-Comme une mesure. Il semble en effet qu'à travers les mots *sa pression augmente*, l'élève A utilise la pression comme étant quelque chose que l'on mesure. Il est intéressant de remarquer que cette phrase est la même que celle de l'énoncé, ce qui nous laisse penser que l'élève A utilise cette signification à cause de l'énoncé

-Comme l'action de pousser. Dans la suite de la réponse écrite, il semble qu'à travers les mots *exerce une forte pression*, que l'élève A utilise cette fois le mot pression avec la signification de quelque chose qui pousse sur les parois.

L'analyse de la situation, en tenant compte des éléments du contexte, nous permet d'avancer que la première signification (la mesure) est fortement induite par de l'énoncé de la question et que la seconde (l'action de pousser) semble être à l'initiative de l'élève A. Ceci est confirmé lorsqu'on regarde le dialogue entre les élèves et notamment que l'élève A dit : "*ouais elle exerce une forte pression*". Il semble donc que le sens qu'attribue l'élève A au mot pression soit celui de l'action de pousser.

Au cours de la séquence d'enseignement sur les gaz, nous avons vu que l'élève A utilise le mot pression avec des significations différentes. Cependant, lorsqu'elle utilise ce mot avec des significations se rapprochant de la physique (comme ce qui se mesure ou qui rend compte de l'action du gaz), il semblerait que ce soit sous l'influence des situations proposées par les questions. En effet, elle utilise la pression comme une grandeur qui se mesure seulement lorsque la situation emploie des appareils de mesure ou lorsque l'énoncé parle de la mesure de la pression. De même, l'utilisation de la pression comme ce qui rend compte de l'action du gaz, ne se fait que lorsque l'énoncé l'impose. L'acquisition du concept de pression, nécessite entre autres de savoir employer correctement ce mot du point de vue de la physique. Il est intéressant de voir que l'élève A utilise le mot pression pour décrire le fait que l'air agit, mais qu'elle l'utilise en lui donnant la signification quotidienne correspondant à l'action de pousser. Ce phénomène peut signifier que l'élève A est en train de construire un sens au mot pression en s'appuyant sur la signification quotidienne de ce mot.

Conclusion

Dans un premier temps, nous avons étudié la signification des mots dans le quotidien et en physique. Montrant ainsi l'intérêt que pouvait apporter cette analyse pour identifier les difficultés des élèves. Par la suite, nous avons regardé comment les mots relatifs aux gaz étaient introduits dans la séquence d'enseignement sur les gaz. Identifiant ainsi les différentes significations que nous avons trouvées dans les énoncés des questions. Après avoir décrit la méthodologie utilisée pour reconstruire le sens que les élèves donnent aux mots en tenant compte du contexte, nous avons montré comment ce sens évolue durant la séquence d'enseignement et que cette évolution pouvait dépendre de l'énoncé.

Bibliographie :

Collet, G. (2000). *Langage et modélisation scientifique*. Paris : CNRS éditions.

Edwards, D. (1993). *But What Do Children Really Think?: Discourse Analysis and Conceptual Content*. In *Children's Talk. Cognition and Instruction*, vol 11, N° 3-4, pp 207-225.

- Givry, D. (2003a) *Study of the evolution of students' initial knowledge during a teaching sequence on gases at the upper secondary school level (15 years old, grade 10)*. In the Proceedings of ESERA Summer-school, Radovljica (Slovénie).
- Givry, D. (2003b) *Évolution du sens que les élèves donnent aux mots dans la construction de connaissance relative aux gaz en classe de seconde*. Actes du colloque "construction des connaissances et langage" (Bordeaux).
- Kerbrat-Orecchioni, C. (1996). *La conversation*. Mémo édition SEUIL
- Küçüközer, A. (2000). *Une compréhension de la notion d'interaction dans le cadre d'un enseignement de mécanique*. Mémoire du DEA Didactiques et Interactions, Université lumière-Lyon 2.
- Picoche, J. (1992). *Précis de lexicologie Française*. Nathan Université.
- Plantin, C. (1996). *l'argumentation*. Mémo édition SEUIL.
- Scherer, K. R. (1984). *Les fonctions des signes non verbaux dans la conversation*. Dans La communication non verbale. J. Cosnier & A. Brossard. Éditions Delachaux & Niestlé. Neuchâtel, Paris.
- Rastier, F. (1991). *Sémantique et recherches cognitives*. Paris: PUF.
- Rollet, C. & Bouchard, R. (2003). *Pour une méthodologie d'analyse didactico-interactionnelle des pratiques d'enseignement/apprentissage : À propos d'une séance de mathématiques à l'école primaire*. Actes du colloque "construction des connaissances et langage" (Bordeaux).
- Roth, M. W. (1999). *From gesture to scientific langage*. Paper presented at the biannual meeting of the European Association for Research on Learning and Instruction. Göteborg Sweden.
- Tiberghien, A. & Baker, M. (1999). *Étude de la mise en œuvre et de l'élaboration des notions fondatrices dans les situations d'enseignement : le cas de l'enseignement des sciences et des mathématiques*. Rapport final pour le Comité National de Coordination de la Recherche en Éducation.
- Tiberghien, A. (2000). *Designing teaching situations in the secondary school*. In R. Millar & J. Leach & J. Osborne (Eds.), *Improving science education : the contribution of research*. Buckingham UK : Open University Press. pp. 27-47
- Vygotski, L. S. (1998), *Pensée et langage* (3ème éd). Paris : la Dispute.

CONTRIBUTION 4

LE DIFFÉRENCIATEUR SÉMANTIQUE ET SON ANALYSE PAR ACM. (Analyse des Correspondances Multiples)

Exemple de jugements de futurs enseignants SVT sur la nature et l'environnement

Thomas FORISSIER

**doctorant au LIRDHIST, Université Claude Bernard Lyon 1
Thomas.forissier@univ-lyon1.fr**

Introduction

En didactique des sciences, les approches lexicales et sémantiques sont des outils utiles pour analyser des textes, qu'ils soient écrits au préalable, ou qu'ils résultent d'entretiens ou encore d'enregistrements de séquences d'enseignement. Il en est de même pour l'analyse des réponses à des questionnaires.

Ce texte présente une méthodologie d'analyse de réponses à un type possible de questions fermées : le différenciateur sémantique. La méthodologie présentée innove en utilisant une ACM (Analyse des Correspondances Multiples) alors que, jusqu'à présent, le traitement de ces données par statistiques univariées était fort insatisfaisant, et que les seules analyses multivariées utilisées ont été des AFC (Analyses factorielles de correspondances, depuis le travail de Clément et al 1988⁴, ...). Des biomathématiciens avaient alors montré que l'AFC était plus pertinente que l'ACP (Analyse en Composantes Principales) pour traiter ce type de données (Chessel et Dodélec 1993), mais ils n'avaient pas testé l'ACM.

Notre présentation s'appuie sur un exemple : l'analyse des conceptions d'étudiants en première année d'IUFM (futurs enseignants SVT) sur la nature et l'environnement.

Présentation du différenciateur sémantique d'Osgood.

Le différenciateur sémantique (Osgood et al 1957) est devenu un outil classique dans les enquêtes de sociologie, psycho-sociologie, etc. Il a jusqu'ici été peu utilisé dans les

⁴ Dans ce travail, le biomathématicien D.Chessel démontre que le type de données obtenues par un différenciateur sémantique peut être traité par une analyse multivariée, par exemple l'AFC (Analyse Factorielle des Correspondances).

recherches en Didactique des sciences. Nous souhaitons montrer que son utilisation peut être précieuse lors de l'analyse de conceptions sur un thème ou une notion scientifique.

La personne interrogée doit formuler son opinion sur un concept, un thème, ou une proposition, en cochant une des cases qui séparent deux adjectifs antonymes.

Une liste de plusieurs paires d'adjectifs est proposée. Pour une analyse contrastive de jugements portant sur plusieurs thèmes, la même liste est proposée pour chacun de ces thèmes. Les adjectifs antonymes sont séparés par 5 cases dans le travail présenté ici (voir Figure 1), mais ils peuvent être séparés par trois ou quatre cases, ou par un plus grand nombre de cases si plus de précision de jugement est souhaitée⁵. Une seule de ces cases doit être cochée par la personnes interrogée. La proximité de l'un des deux adjectifs signifie que cet adjectif caractérise mieux que son antonyme le thème ou la notion proposée. Quand il y a une case médiane, son choix signifie que, pour la personne interrogée, les deux adjectifs peuvent tout aussi bien l'un que l'autre caractériser le thème ou la notion ; ou encore qu'aucun d'entre eux ne semble pertinent pour porter un jugement.

Les adjectifs choisis par l'enquêteur doivent être divers, les plus généraux possibles. Ils peuvent provenir d'une étude bibliographique préalable sur les thèmes abordés, éventuellement complétée par l'analyse d'une enquête ouverte préalable.

La redondance des significations testées n'est pas gênante, car l'analyse multivariée définira les tendances convergentes. La non pertinence de certaines paires d'adjectifs sera de même mise en évidence par l'analyse multivariée.

L'analyse théorique préalable permet donc de définir, par rapport à sa problématique de recherche sur les thèmes abordés, une liste de paires d'adjectifs antonymes. L'ordre de chaque adjectif au sein d'une paire, comme l'ordre des paires dans la liste proposée, influencent obligatoirement les réponses. Pour une analyse contrastive fiable (comparaison de thèmes, et / ou comparaison d'échantillons sur ce ou ces thème(s)), il est donc nécessaire de proposer rigoureusement la même liste.

L'ordre des adjectifs dans chaque paire est déterminé de façon aléatoire (pile ou face). L'ordre des paires d'adjectifs est lui aussi déterminé de façon aléatoire.

Présentation de l'ACM (Analyse des Composantes Multiples)

L'utilisation d'un différenciateur sémantique permet donc d'obtenir des réponses à des questions fermées facilement traitables par des analyses multivariées. Un tri à plat par paire d'adjectifs reste cependant limité en deux points fondamentaux :

- Pour avoir une bonne représentation sémantique des conceptions d'une personne sur le ou les concepts étudiés, l'ensemble des différentes cases cochées par une personne doit être pris en compte comme un ensemble cohérent. Il est donc plus juste, dans cette optique, de s'intéresser aux profils individuels de l'ensemble des réponses plutôt qu'à chaque fréquence observée pour chaque paire d'adjectifs antonymes.
- L'effet de bord (personnes cochant surtout les cases extrêmes : cases 1 ou 5) et l'effet centre (personnes ne cochant que des cases intermédiaires : cases 2, 3 ou 4) ne peuvent être pris en compte par un tri à plat et risquent d'introduire un biais non mesurable dans les analyses univariées classiques.

⁵ Un segment de droite peut aussi être proposé, la personne interrogée mettant alors une croix plus ou moins proche de l'un des deux pôles antonymes : le chercheur mesure alors les distances, et peut faire ensuite des catégories de distances.

L'analyse des correspondances multiples (ACM) est une analyse multivariée qui *"s'applique à des modèles de données dont le format est universel"* (Jambu 1989) et en particulier aux tableaux de données qualitatives. L'ACM, comme les autres analyses factorielles, permet d'obtenir une représentation graphique explicative des tendances présentes dans un grand nombre de données. *"Le but de cette représentation est de faire apparaître l'information pertinente en associant à chaque tableau issu de la décomposition (factorielle) un axe muni d'un système de coordonnées"* (Cibois 1983).

Pour l'exemple des conceptions sur la Nature et sur l'Environnement, le recours à une ACM permet de représenter graphiquement et à partir des mêmes axes :

- L'ensemble des modalités que sont les réponses possibles, avec un point pour chaque case (chaque paire d'adjectifs correspond à 5 points, chacun correspondant à un jugement relatif à la paire d'adjectifs pour le thème proposé).
- L'ensemble des réponses individuelles, avec un point pour chaque personne et chaque différenciateur utilisé (dans notre cas, pour chaque personne interrogée, un point pour nature et un point pour environnement).

Lors de l'analyse comparative de deux différenciateurs, deux remarques importantes doivent être signalées :

- L'ACM traite des données qualitatives, les différentes cases cochées sont donc considérées comme des catégories séparées : leur ordre n'est donc pas pris en compte lors du traitement des données, mais nous verrons qu'il est possible de le retrouver lors de l'analyse des résultats.
- Pour une même personne, les réponses aux deux différenciateurs sont implémentées séparément (comme deux personnes distinctes). Leur lien n'est donc pas pris en compte lors du traitement des données, mais nous verrons qu'il est possible de le retrouver lors de l'analyse des résultats.

Un exemple : Réponses aux différenciateurs Nature et Environnement (par un échantillon de 55 étudiants IUFM en SVT).

L'échantillon analysé ici est composé de 55 étudiants en première année d'IUFM de Lyon en 2000/2001 et 2001/2002. Il correspond à l'ensemble des deux promotions de futurs enseignants SVT. Cette question faisait partie d'un long questionnaire anonyme visant à analyser leurs conceptions sur la nature et sur l'environnement. Ce questionnaire leur a été distribué à l'issue d'un cours.

Les deux différenciateurs ont pour thèmes l'environnement et la nature (Figure 1).

Les 23 paires d'adjectifs antonymes ont été choisies comme pouvant illustrer différentes conceptions sur la nature ou de l'environnement (voir ci-après). L'objectif de cette question est d'identifier pour chaque échantillon quels sont adjectifs jugés les plus pertinents pour caractériser les termes environnement et nature, et d'en déduire les significations de ces deux termes pour ces futurs enseignants SVT.

ENVIRONNEMENT					NATURE										
beau					laid					belle					laide
à exploiter					à conserver					à exploiter					à conserver
sauvage					artificiel					sauvage					artificielle
inutile					utile					inutile					utile
agréable					désagréable					agréable					désagréable
effrayant					rassurant					effrayante					rassurante
dévoilé					secret					dévoilée					secrète
pur					impur					pure					impure
fragile					robuste					fragile					robuste
généreux					exigeant					généreuse					exigeante
à préserver					à aménager					à préserver					à aménager
faible					fort					faible					forte
maîtrisable					non maîtrisable					maîtrisable					non maîtrisable
subjectif					objectif					subjective					objective
source de problème					source de nourriture					source de problème					source de nourriture
masculin					féminin					masculine					féminine
lointain					proche					lointaine					proche
construit					donné					construite					donnée
propre					sale					propre					sale
avec homme					sans homme					avec homme					sans homme
mystérieux					compréhensible					mystérieuse					compréhensible
bon					mauvais					bonne					mauvaise
ressource					ressource					ressource					ressource
limitée					inépuisable					limitée					inépuisable

Fig 1 : Les deux différenciateurs sémantiques

Les adjectifs choisis sont rapidement commentés ci-dessous, dans l'ordre aléatoire établi pour construire le différenciateur :

Beau - laid : L'aspect esthétique joue vraisemblablement un rôle dans la relation émotionnelle de chacun à la nature. C. & R. Larrère (1997) distinguent, parmi trois types de regards sur les paysages, les regards esthétiques et J Le Marec (1990) propose d'étudier l'idée d'une nature - pureté, beauté souillée par l'homme et la pollution. La nature serait alors plutôt belle alors que l'environnement étant relié à la pollution apparaîtrait comme laid.

A exploiter - A conserver : L. Sauvé (1997) propose parmi 6 principales conceptions complémentaires de l'environnement, "l'environnement ressource ... à gérer" et l'environnement nature qu'il faut préserver. De façon plus générale, l'idée d'exploitation de la nature ou de l'environnement s'oppose souvent à celle de sa conservation : le patrimoine naturel est menacé par les exploitations agricoles ou industrielles. Une perspective durable consiste à dépasser cette opposition en assurant un développement (exploitation) tout en conservant le patrimoine pour les générations à venir.

Sauvage - Artificiel : L'artéfact est ce qui est produit par l'homme alors que le sauvage renvoie à une nature primitive, initiale, antérieure aux modifications humaines civilisées.

Notre hypothèse est que la nature sera plutôt du côté sauvage, et l'environnement du côté artificiel. Cependant, il est possible que la conception sur la nature varie d'une culture à

l'autre, étant d'après Cans (1997) plus sauvage chez les germaniques, les scandinaves, et plus civilisée - artificielle dans la culture latine.

Inutile - utile : La tradition culturelle anglo-saxonne (Cans 1997) base son rapport à l'environnement sur des principes utilitaires tels que des engagements dans des actions précises et utiles de défense de l'environnement.

Agréable - désagréable : La relation personnelle à la nature est un des points essentiels de l'enquête de Maresca et Hébel (1999). L'actuel avènement de la nature - loisir peut faire apparaître la nature comme un espace de détente, de jeux reliée à une idée agréable alors que l'environnement - pollution peut induire des réponses plus proches du désagréable. Notons cependant que les environnements communautaire, nature, biosphère et milieu de vie de L. Sauvé (1997) sont plutôt rattachés à des valeurs positives.

Effrayant - rassurant : La nature - émotion peut s'exprimer de différentes manières antagonistes. La nature sauvage peut être effrayante lorsqu'elle est forte, rassurante lorsqu'elle est paisible, l'environnement est terrifiant lorsqu'il évoque la pollution et souvent rassurant quand il s'agit de l'environnement quotidien.

Dévoilé - secret : Les mythes de la connaissance sont à relier avec les conceptions de la nature. La boîte de Pandore de l'environnement a-t-elle été ouverte pour les futurs enseignants d'éducation à l'environnement ? A priori, la nature serait plus secrète et l'environnement plus maîtrisé et dévoilé mais les sciences de la nature "dévoilent" plus de connaissances que sur l'environnement rendu plus secret par sa complexité.

Pur - impur : Si la nature est pensée sans Homme, la nature initiale et idéale peut être considérée comme pure, alors que l'environnement, nécessairement humain et plus ou moins pollué serait impur.

Robuste - Fragile : L'idée de Nature s'exprime souvent suivant l'opposition d'une Nature - Forte voire toute puissante représentée par exemple dans les journaux télévisés par les catastrophes naturelles (S de Cheveigné 2000), à une Nature faible, fragile souvent emblème des disparitions d'espèces.

Généreux - Exigeant : l'idée d'une nature dieu, roi ou en tout cas personnifiée est très courante. Cette nature personne peut être généreuse et exigeante cependant, la question de savoir si elle paraît plus l'un que l'autre pour les échantillons qui nous intéressent renvoie plutôt à l'utilisation ou l'exploitation d'une nature généreuse et à la préservation ou la protection d'une nature exigeante.

A préserver - A aménager : Il s'agit ici d'opposer deux conceptions sur la fragilité de la nature, plus préservatrice ou plus moderniste, ou encore d'opposer l'environnement Nature à l'environnement Milieu de vie de L. Sauvé (1997).

Faible - Fort : Notre hypothèse a priori est que nous obtiendrons des réponses très proches de celles obtenues pour l'opposition Robuste - Fragile. C'est volontairement que plusieurs paires d'adjectifs renvoient aux mêmes conceptions, avec une redondance possible.

Maîtrisable - Non maîtrisable : Une nature forte non maîtrisable doit être comprise et acceptée, une nature maîtrisable peut être aménagée, gérée ou protégée. Là encore, ces adjectifs peuvent différencier l'environnement de la nature.

Subjectif - Objectif : La nature est très souvent subjectivée dans les médias et l'imaginaire collectif (dame nature...) alors que l'environnement, lorsqu'il se définit comme "ce qui entoure" aurait plus tendance à être objectivé. En revanche, les lois de la nature semblent plus objectives que celles sur l'environnement. Quelle conception l'emporte chez les futurs enseignants interrogés ?

Source de problème - Source de nourriture : La comparaison est ici faite entre l'environnement problème et l'environnement ressource (Sauvé 1997). Ces adjectifs peuvent aussi opposer la nature source de nourriture à l'environnement source de problèmes.

Masculin - Féminin : Le terme environnement est dans la langue française de genre masculin alors que la nature est de genre féminin. Il est donc attendu que l'environnement soit associé au terme masculin, la nature au terme féminin.

Lointain - Proche : Dans les programmes de collège comme pour Maresca et Hébel (1999), l'environnement proche, cadre de vie est très différent de l'environnement global. Cette différence se retrouve au niveau des problèmes environnementaux, de leur gestion et également des liens affectifs tissés.

Construit - Donné : Cette paire d'adjectifs pourrait a priori différencier la nature donnée, offerte comme la vie, de l'environnement construit par l'homme.

Propre - Sale : l'environnement étant souvent associé à des problèmes de pollution, il risque de plus évoquer la saleté que la nature a priori propre si elle est vierge.

Avec homme - Sans homme : Notre hypothèse est que les réponses sur la nature vont varier avec différents systèmes de valeurs, tandis que celles sur l'environnement vont aller vers le pôle "avec homme". Pour certains, tout ce qui est vivant (un jardin ou même un arbre en centre ville) sera associé à nature, tandis que pour d'autres, la nature se définit par l'absence de toute trace humaine (voire même de vie : comme la surface de la lune) : la nature serait alors associée à "sans homme".

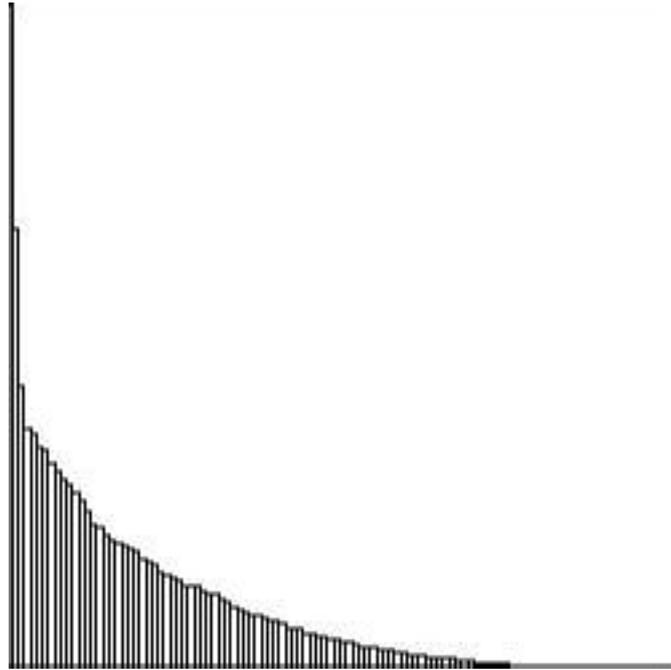
Mystérieux - Compréhensible : Cette opposition reprend dévoilé - secret. Il est attendu de la part de futurs enseignants qu'ils estiment l'environnement compréhensible. La nature, quant à elle, peut être considérée comme plus mystérieuse.

Bon - mauvais : La plus simple des perspectives éthiques oppose le bien au mal, le bon au mauvais, le positif au négatif. Une nature déifiée peut être bonne ou mauvaise selon le système de valeurs sous-jacent mais notre hypothèse est que l'environnement sera plus lié à des adjectifs négatifs comme mauvais car dans nos cultures imprégnées de judéo-christianisme, la nature est plutôt initialement bonne (l'Eden). De plus, les valeurs hygiénistes actuelles (tourisme vert, produits naturels, ...) renforcent cette tendance.

Ressource limitée - Ressource inépuisable : Il s'agit ici d'opposer deux conceptions sur la nature (comme sur l'environnement) : soit l'utilisation (exploitation) illimitée (nature ressource inépuisable), soit une utilisation raisonnée, plus écologique pour un développement durable.

Lors de l'analyse par ACM par le logiciel ADE-4⁶, il est nécessaire de spécifier le nombre d'axes pris en compte. Ce nombre d'axes est élevé, puisqu'il correspond au (**nombre de colonnes – 1**) ; mais tous ces axes n'ont pas le même pouvoir explicatif. Afin de choisir combien d'axes seront pris en compte lors de l'analyse, il est possible de les classer par inertie relative (Figure 2), afin de ne choisir que ceux qui sont les plus explicatifs (le reste de variance correspondant à un bruit de fond lié à la variabilité non expliquée des réponses). Dans notre cas, nous observons que les deux premiers axes sont nettement détachés des autres (9.5% et 6.27% de l'inertie totale).

⁶ Ecrit par Chessel, Dodélec et al, Université Claude Bernard Lyon 1. Il est librement téléchargeable sur le web, en français ou en anglais.



Num. Eigenval.	R.Iner.	R.Sum	Num. Eigenval.	R.Iner.	R.Sum		
01	+3.7991E-01	+0.0950	+0.0950	02	+2.5069E-01	+0.0627	+0.1577
03	+1.6158E-01	+0.0404	+0.1980	04	+1.3719E-01	+0.0343	+0.2323
05	+1.3352E-01	+0.0334	+0.2657	06	+1.2613E-01	+0.0315	+0.2973
07	+1.2510E-01	+0.0313	+0.3285	08	+1.1713E-01	+0.0293	+0.3578
09	+1.1278E-01	+0.0282	+0.3860	10	+1.0768E-01	+0.0269	+0.4129
11	+1.0425E-01	+0.0261	+0.4390	12	+1.0049E-01	+0.0251	+0.4641
13	+9.6061E-02	+0.0240	+0.4881	14	+8.9695E-02	+0.0224	+0.5106
15	+8.1830E-02	+0.0205	+0.5310	16	+7.9520E-02	+0.0199	+0.5509

Fig. 2 : Eigenvalues et inertie relative des différents Axes

Grâce à la figure 2, nous avons retenu deux axes lors de l'analyse, ces deux axes ont une inertie relative cumulée de 15,77%.

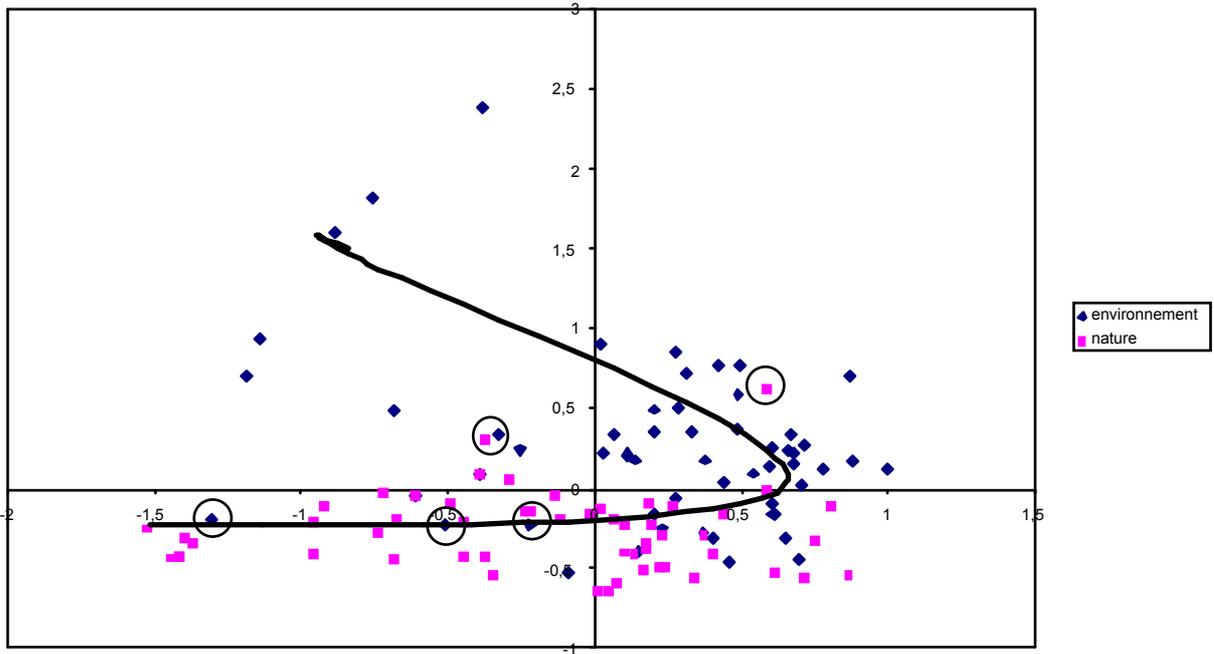


Fig. 3 Disposition sur F1 et F2 des points correspondant aux ligne (soit les individus pour le différenciateur « nature », et les mêmes individus pour le différenciateur « environnement »)

La figure 3 représente par des losanges les réponses aux différenciateurs "environnement" et par des carrés les réponses aux différenciateurs "nature". Leur disposition selon ce critère n'est pas aléatoire, elle est même très discriminée par l'axe F2 (en ordonnées). Ces points suivent un effet Gutman (en « V » horizontal) souligné ici par le trait en noir qui permet de définir :

- un pôle environnement positif sur F2 et un pôle nature négatif sur F2
- des positions négatives sur F1, à l'extrémité des deux branches du V, qui, nous le verrons, correspondent à des réponses dans les cases 1 ou 5, et des positions positives sur F1, vers la base du V qui, nous le verrons, correspondent aux réponses dans les cases intermédiaires 2, 3 ou 4.

En ce qui concerne l'axe F2, opposant nature et environnement, seuls quelques rares points, en particulier ceux qui sont entourés par les cercles noirs, ne suivent pas cet différenciation. Ils correspondent à des conceptions plus originales sur la nature ou sur l'environnement.

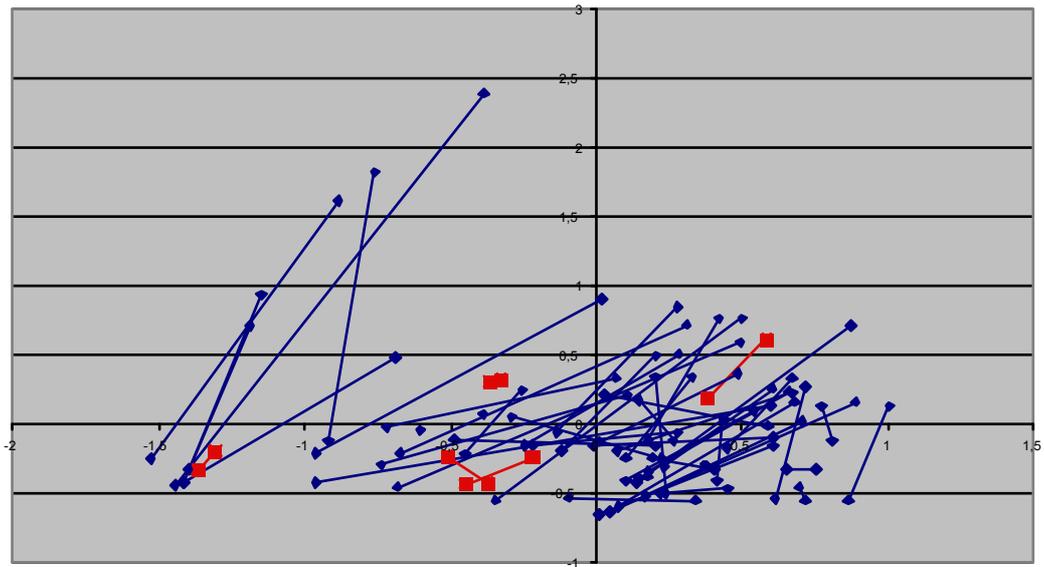


Fig. 4 : Lien environnement/nature par personne
 (chaque trait correspond à la même personne, joignant leurs réponses aux 2 différenciateurs)

Il est possible de relier par un trait chacune des deux réponses "environnement" et "nature" d'une même personne. C'est ce qui est réalisé par la figure 4.

Il est donc possible de retrouver ici les points atypiques localisés sur la figure 3 (en rouge sur la figure 4): ils expriment des jugements très proches, par la même personne, pour les deux termes nature et environnement. Il s'agit donc de personnes ayant répondu aux deux différenciateurs d'Osgood "environnement" et "nature" de manière quasiment semblable.

Il est intéressant de remarquer que les points les plus proches des pôles "environnement" et "nature" (les extrémités du V de l'effet Gutman) sont reliés entre eux par les traits les plus longs. Il s'agit des personnes qui ont donné des réponses très différentes aux deux différenciateurs nature et environnement.

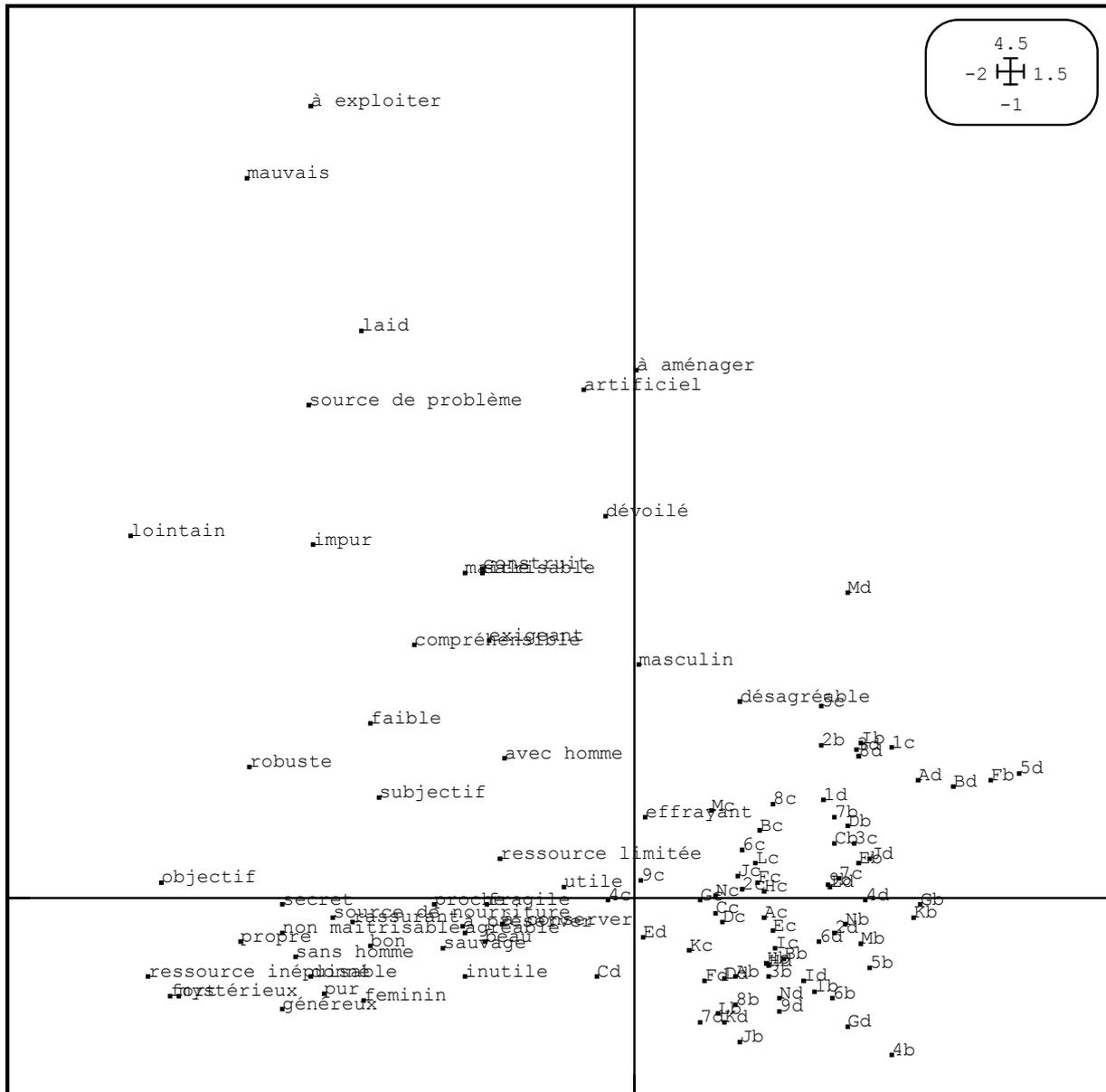


Fig. 5 : répartition des points « colonnes » sur le graphe F1-F2.
 (les 23 paires d'adjectifs antonymes, avec 5 points par paire, correspondant aux 5 cases qui séparent 2 adjectifs antonymes)

Sur la figure 5, nous pouvons voir, sur les mêmes axes que les graphiques précédents (figures 3 et 4), les points de chaque modalité de réponse. Les adjectifs écrits en toutes lettres correspondent aux cases 1 et 5 du différenciateur d'Osgood, les plus proches des adjectifs antonymes. Les réponses intermédiaires sont étiquetées : numéro de la variable (1,2,3...A,B, C...) + numéro de catégorie (b,c ou d). Par exemple, pour la première paire d'adjectifs: beau/laid, la première case la plus proche de beau sera étiqueté "beau", la deuxième "1b", la médiane "1c", la quatrième "1d" et la cinquième et plus proche de laid "laid".

Ces points ne sont pas répartis au hasard, les points correspondant aux cases les plus extrêmes du différenciateur sont très discriminés sur l'axe F1 (points extrêmes en négatif, les autres en positif) et sur l'axe F2 (opposition entre les points 1 et 5). Il s'agit de l'effet Gutman (en V horizontal, pointe à droite), signalé plus haut (figure 3). Cet effet varie selon les paires d'adjectifs, le V horizontal pouvant être plus ou moins aplati, comme l'illustre plus précisément la figure 6.

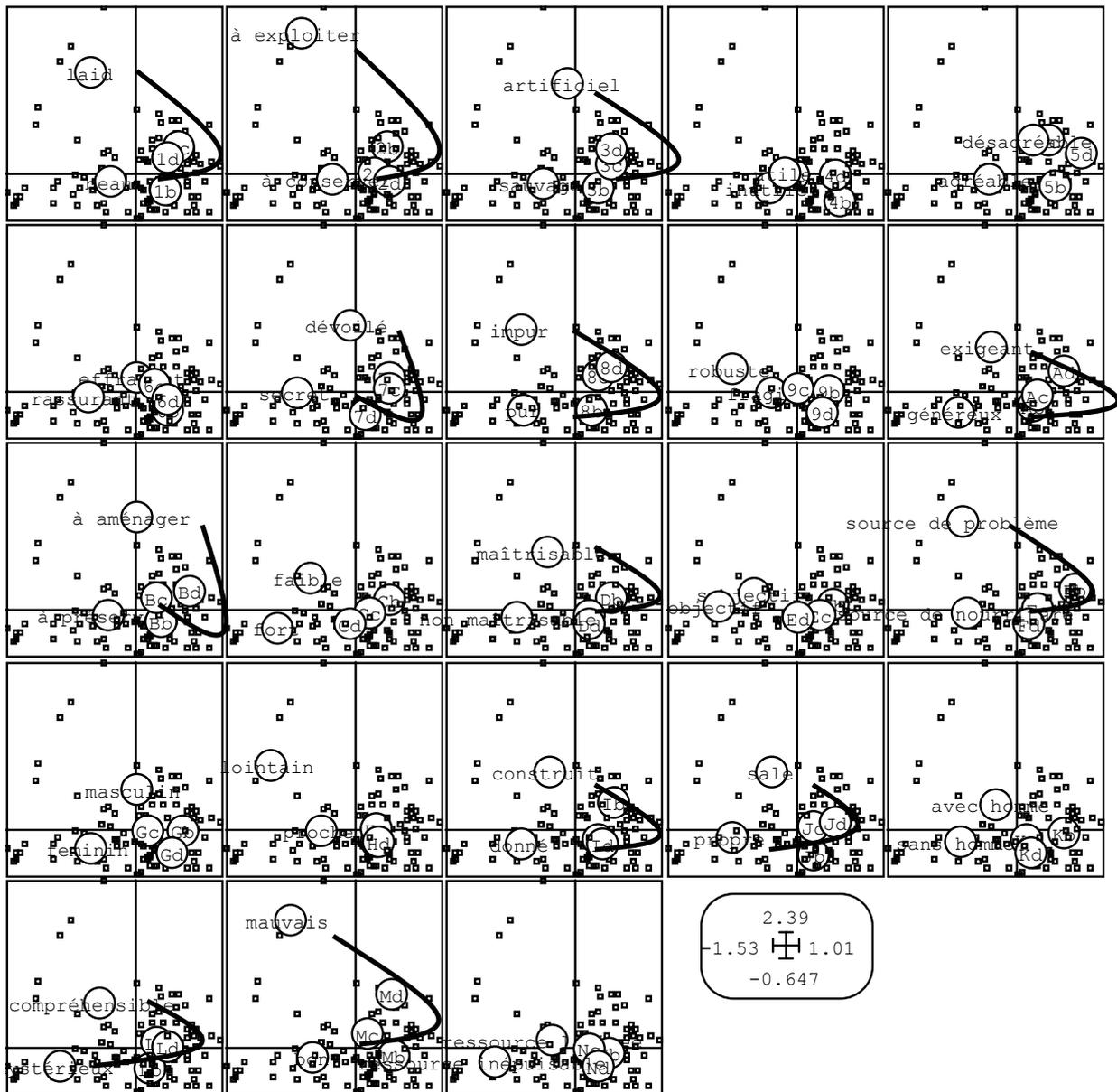


Fig. 6 : répartition des variables.

Chaque graphe reprend le graphe F1-F2, en indiquant dans un rond les 5 cases séparant chaque paire d'adjectif antonyme (un graphe par paire d'adjectifs : soit 23 graphes).

Il indique aussi, non légendés, les points correspondant aux individus pour nature, et aux individus pour environnement.

La figure 6 reprend la figure 5 en représentant pour les mêmes axes F1-F2, les points des colonnes regroupés par variables. Nous retrouvons pour toutes les paires d'adjectifs antonymes l'effet Gutman observé sur la Fig. 3. L'effet Gutman oppose, sur l'axe F1, les personnes qui cochent volontiers les cases 1 et 5 (a et e), à gauche de l'axe F1, à celles qui cochent surtout les cases médianes (b, c et d) à droite sur l'axe F1. En revanche, l'axe F2 oppose surtout la case 1 à la case 5. Nous avons vu que cet axe F2 opposait les jugements sur nature et sur l'environnement. C'est ainsi que nous pouvons identifier les adjectifs qui opposent le plus les notions de nature et d'environnement pour l'échantillon interrogé.

L'environnement pour cet échantillon se caractérise dans ce contexte par les adjectifs : **laid, à exploiter, artificiel, désagréable, dévoilé, impur, exigeant, à aménager, faible, maîtrisable, source de problème, masculin, lointain, construit, sale, avec homme, compréhensible, mauvais**

La nature pour cet échantillon est représentée par les adjectifs : **beau, à conserver, sauvage, agréable, secrète, pure, généreuse, à préserver, forte, non maîtrisable, source de nourriture, féminin, proche, donnée, propre, sans homme, mystérieuse, bonne.**

Pour les paires d'adjectifs inutile/utile, effrayant/rassurant, robuste/fragile, subjectif/objectif, ressource limitée/ressource inépuisable, le V horizontal de l'effet Gutman est très aplati. Pour chacun d'entre eux, les réponses les plus proches des adjectifs (de type a et e) sont négatives sur l'axe F1 et proche de 0 sur l'axe F2 alors que les réponses intermédiaires sont positives sur F1 et proche de 0 sur l'axe F2. Ce qui signifie que ces paires d'adjectifs n'ont pas permis de différencier les notions de nature et d'environnement. Seules sont clairement différenciées, sur l'axe F1, et comme pour toutes les paires d'adjectifs, **deux stratégies de réponses** des personnes interrogées : certaines cochant surtout les cases 1 et 5, et les autres cochant surtout des cases intermédiaires (2, 3 ou 4).

Conclusion

Sur cet exemple, l'ACM a permis d'analyser comparativement deux différenciateurs d'Osgood. pour comparer les jugements que portent les personnes d'un même échantillon sur respectivement la nature et l'environnement.

Les effets de bords et de centre ont été mis en évidence (sur l'axe F1) mais n'interfèrent pas avec la tendance (mise en évidence sur l'axe F2) opposant les conceptions sur la nature et sur l'environnement de l'échantillon questionné. Cette technique a permis de caractériser les conceptions de cet échantillon sur ces deux notions (nature et environnement) par un certain nombre d'adjectifs antonymes. De plus, chaque personne interrogée se caractérise par un profil personnel de réponses.

Ainsi, cette méthodologie couplant le différenciateur sémantique d'Osgood à une ACM, permet à la fois :

- de caractériser les grandes tendances dans les conceptions sur les notions testées, ici la façon dont diffèrent les conceptions des futurs enseignants SVT interrogés sur la nature et l'environnement.
- et d'identifier des profils de réponses au sein même de cet échantillon qui était pourtant a priori homogène (futurs enseignants SVT). Quelques uns ne distinguent pas leurs jugements sur ces deux notions ; d'autres les opposent de façon très claires ; les autres enfin, tout en les opposant aussi et dans le même sens que les précédents, portent des jugements moins contrastés.

Dans la suite de nos recherches, la même méthodologie a été étendue avec succès à la comparaison de jugements portés par divers échantillons (diverses disciplines, divers pays). Cette méthodologie est effectivement très prometteuse.

Références bibliographiques

- Chessel D. & Dodélec,** 1993. Comparaison de l'ACP et de l'AFC pour analyser des jugements obtenus par un différenciateur sémantique. In : *Le logiciel ADE. Documents d'accompagnement*. Univ. Lyon 1.
- Cibois P.** 1983. *L'analyse factorielle, Analyse en composantes principales et analyses des correspondances*. PUF, Paris.
- Clément P., Ndiaye V., Rouby C.,** 1988 - Comment des chercheurs en éthologie se représentent-ils, et hiérarchisent-ils, des disciplines scientifiques ? in *Homme-Animal-Société, Biologie et Animal, I*, Presses de l'I.E.P.de Toulouse, p.265-298.
- Jambu M.** 1989. *Exploitation informatique et statistique des données*. Bordas, Paris.
- Osgood C. E., Suci G.J., Tannenbaum P.H.** 1957. *The Measurement of Meaning*. University of Illinois Press, Urbana IL.
- Sauvé L.** 1995. *Pour une éducation relative à l'environnement*. Ed. Guérin (2^{ème} édition revue 1998), Québec.
- Larrère C., Larrère R.** 1997. *Du bon usage de la Nature. Pour une philosophie de l'environnement*. Alto – Aubier, Paris.
- Cans R.** 1997. Les trois sœurs de l'écologie. in *Environnement : Représentations et concepts de la nature*. Sous la direction de J.M. Besse et I. Roussel, Ed L'Harmattan Paris. p. 207-212
- Maresca B., Hébel P.** 1999. *L'environnement : Ce qu'en disent les Français*. Bialec, Nancy.
- Marec J. Le,** 1990. *Le public et l'Environnement. Analyse qualitative menée auprès de visiteurs de la Cité pour le Projet d'exposition « L'Homme et l'Environnement »*. Rapport C.S.I., la Villette, Service Programmation et Evaluation, synthèse, 9 pp.