

Représentations spatiales de concepts et objectivation des pratiques enseignantes

JEAN MARIE BOILEVIN

Equipe Gestepro, UMR ADEF
Université de Provence
France
jm.boilevin@aix-mrs.iufm.fr

RÉSUMÉ

Dans cet article, nous présentons et nous analysons différents systèmes de représentations spatiales de concepts. Nous étudions notamment les usages possibles dans les dispositifs d'enseignement-apprentissage tout en mettant l'accent sur les limites de ces outils. Une illustration de l'utilisation dans le cadre d'une recherche sur la formation des enseignants de sciences physiques est proposée. La méthodologie suivie pour objectiver les pratiques enseignantes est détaillée et nous montrons comment cet outil permet d'explicitier les connaissances construites par les jeunes enseignants aux cours des séances de formation.

MOTS-CLÉS

Représentation spatiale, concept, didactique, objectivation, pratique enseignante

ABSTRACT

In the following article, we will be presenting and analyzing various systems of spatial concepts representations. We will be specifically studying all possible uses in teaching-learning programs while setting the emphasis on the limits of these tools. We will propose an exemplification of the utilisation within the framework of a research conducted on science physic teacher's training. In order to objectify the teaching practices, we will be detailing the followed methodology and we will be showing how this tool can clarify the knowledge built by young teachers during teacher's training sessions.

KEY WORDS

Spatial representation, concept, science education, objectivation, teaching practice

INTRODUCTION

Le développement des hypermédias et des bases de données crée des situations s'appuyant notamment sur des activités de navigation. Ces dernières posent le problème de la représentation spatiale des connaissances et conduisent à s'intéresser aux travaux sur ce sujet en sciences cognitives. Mais ces activités peuvent être étudiées de manières différentes, suivant que l'on s'intéresse à la recherche d'information ou à l'apprentissage d'un contenu. Dans le premier cas, nous sommes plutôt dans le champ des sciences de l'information, dans le second, dans celui des sciences de l'éducation.

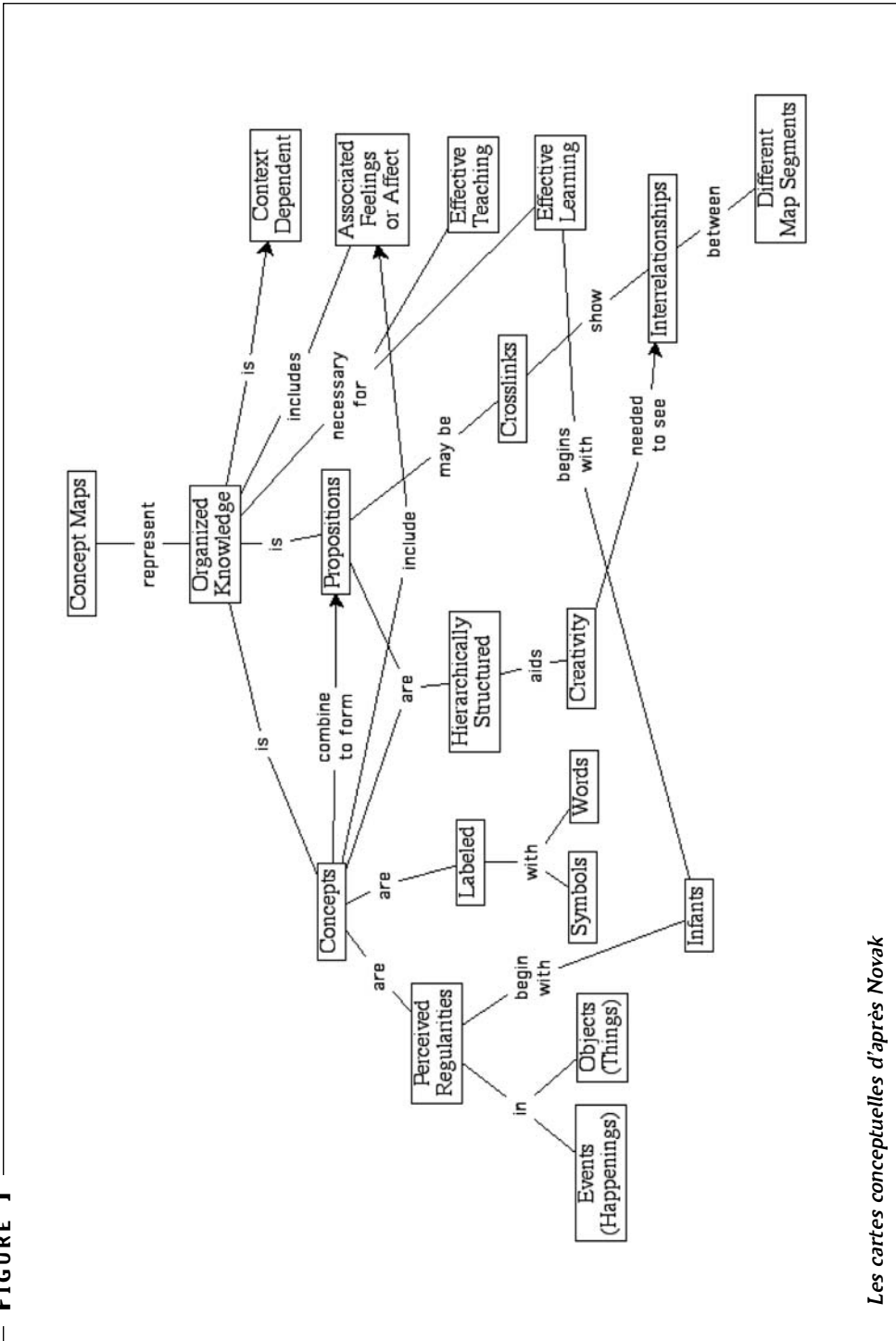
Dans cet article, nous voudrions présenter différents systèmes de représentation (carte conceptuelle, trame conceptuelle, réseau conceptuel, modèle conceptuel, thesaurus) en étudiant les références théoriques (lorsqu'elles sont explicites) et leurs utilisations possibles, notamment dans le champ des sciences de l'éducation. Enfin, nous souhaitons illustrer les applications possibles de cet outil dans la recherche en didactique à partir de l'exemple d'une étude de l'objectivation des pratiques enseignantes.

LES DIFFÉRENTS SYSTEMES DE REPRÉSENTATION SPATIALE DES CONCEPTS

Les activités recourant à la représentation spatiale de connaissances peuvent se rencontrer dans des contextes différents. Lorsqu'il s'agit de s'approprier un contenu, l'objectif visé est l'acquisition de connaissances. Si l'activité est centrée sur le repérage et la sélection d'informations, l'acquisition de connaissances n'est pas un objectif prioritaire. Mais comme le notent Roger, Lavandier et Kolmayer (2006) qui s'intéressent plus précisément aux situations de navigation, «*ces deux situations de navigation constituent les pôles d'un continuum d'usages plutôt qu'une dichotomie et il existe toute une gamme de situations intermédiaires...*».

Les recherches sur les représentations spatiales de concepts datent des années 80 où Novak propose ses «*concepts maps*», outils développés pour apprendre à apprendre. «*Il s'agit de représenter de façon simplifiée et résumée, sous une forme visuelle et synoptique, plusieurs concepts et leurs interrelations*» (Jacobi, Boquillon & Prévost, 1994). Divers systèmes de représentation ont été proposés depuis ces premiers travaux.

FIGURE 1



Les cartes conceptuelles d'après Novak

La carte conceptuelle de Novak

Cet outil a été développé au cours de recherches où Novak s'intéressait aux changements des connaissances scientifiques chez les enfants.

Définitions

«Les cartes conceptuelles sont des outils pour l'organisation et la représentation des connaissances» (Novak, 2005). Elles se présentent sous la forme d'un ensemble de nœuds (contenant les concepts) et de liens. En se combinant, les concepts constituent des propositions. Novak (2005) définit un concept comme «une régularité perçue dans des événements ou des objets ou comme l'archive d'évènements ou d'objets, désignés par une étiquette», un mot le plus souvent. Dans une carte conceptuelle, les concepts se présentent de façon hiérarchique du plus général au plus spécifique (les plus généraux se situant en haut). Cette structure hiérarchique est fortement dépendante du contexte puisque la carte conceptuelle est constituée pour une connaissance donnée. Les Figures 1 et 2 donnent une idée de cette représentation.

La Figure 1 présente un exemple de carte conceptuelle qui décrit la structure et illustre les caractéristiques essentielles d'une telle représentation. Dans la partie gauche de cette carte présentée par Novak, on peut ainsi retrouver la définition d'un concept évoquée précédemment. La Figure 2 est un exemple d'application dans le domaine de la recherche spatiale (planète Mars). Il s'agit plus précisément d'une «macro carte», réalisée à l'aide d'un logiciel spécifique, montrant les idées principales qui seront développées dans le cours correspondant.

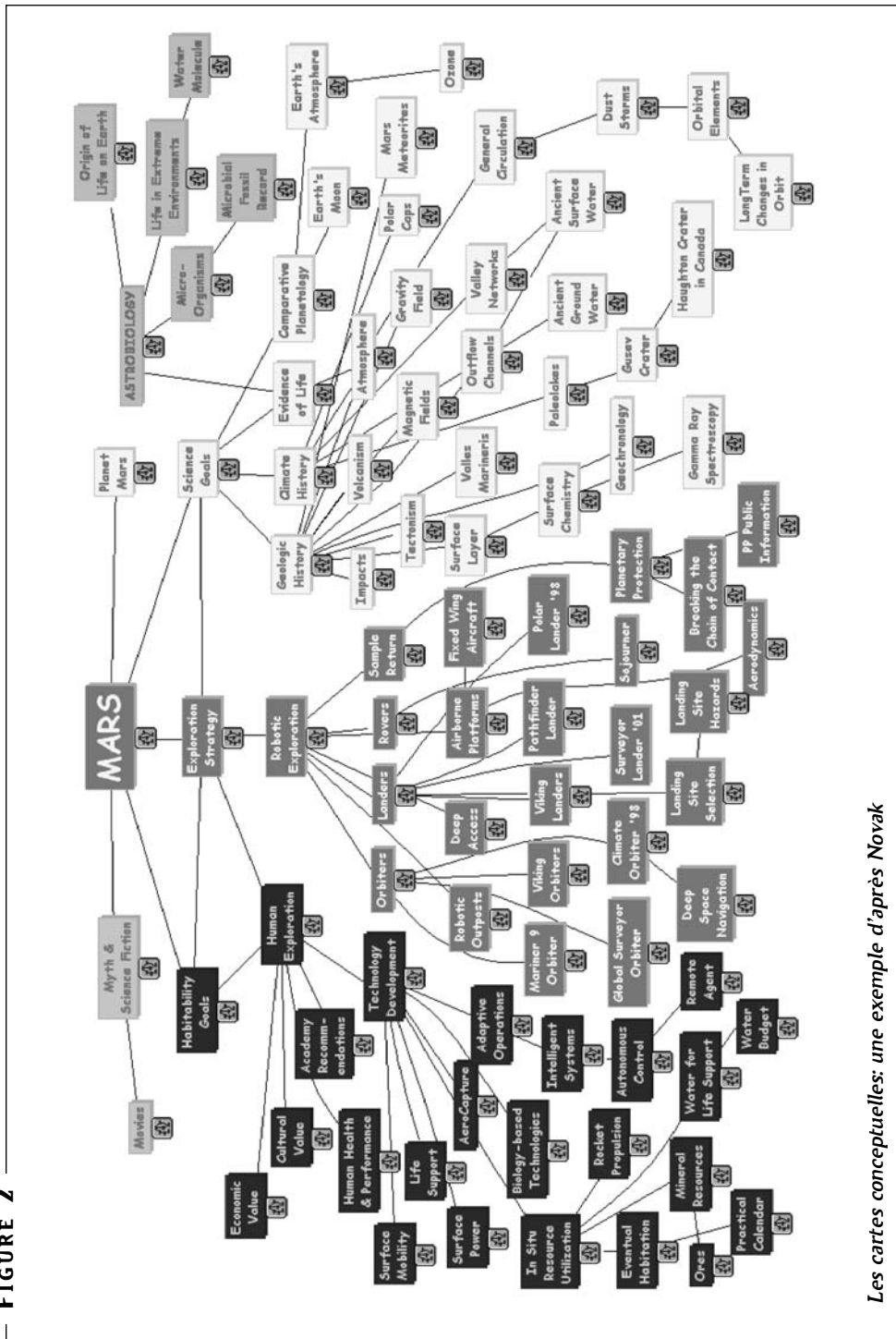
Une autre caractéristique des cartes conceptuelles est de présenter des inclusions de liens croisés. Ce sont des relations (propositions) entre des concepts dans différentes régions de la carte qui montrent comment certains domaines de connaissance représentés dans la carte sont reliés les uns aux autres. Pour Novak (2005), «une proposition est un énoncé sur certains objets ou événements de l'univers qui adviennent naturellement ou qui sont construits. Une proposition contient au moins deux concepts, reliés par d'autres mots pour former un énoncé significatif» (unité sémantique).

Notons aussi la présence éventuelle d'exemples dans la partie basse de la carte qui aident à clarifier le sens d'un concept donné. Ajoutons enfin quelques règles non explicites. Un concept n'apparaît qu'une seule fois dans une carte. Il n'existe qu'un seul lien entre deux concepts.

Référence: Psychologie cognitive de Ausubel

Novak reprend les idées de Ausubel pour lequel «l'apprentissage consiste en l'assimilation de nouveaux concepts et de nouvelles propositions dans les structures conceptuelles ou propositionnelles existantes de l'apprenant» (Novak, 2005). Cet apprentissage se fait surtout par l'intermédiaire du langage. L'importance d'une activité pratique pour l'ap-

FIGURE 2



Les cartes conceptuelles: une exemple d'après Novak

prentissage scientifique est particulièrement soulignée. Ausubel opère une distinction entre le processus d'apprentissage heuristique et le processus d'apprentissage réceptif. Dans le premier processus, les propriétés des concepts sont identifiées de manière autonome par les apprenants alors que dans le second, le langage sert à décrire et à transmettre les propriétés des concepts à l'apprenant. De plus, Ausubel distingue l'apprentissage routinier (par cœur) et l'apprentissage significatif. Ce dernier doit remplir plusieurs conditions: clarté conceptuelle, connaissances antérieures pertinentes, motivation de l'apprenant.

Pour Novak (1990a), *«la construction de connaissances n'est rien d'autre qu'un niveau élevé d'apprentissage significatif»*. S'appuyant sur les travaux sur la mémoire et le fonctionnement du cerveau, Novak (1990a, b) avance l'hypothèse selon laquelle le processus de construction d'une carte conceptuelle facilite un apprentissage de type significatif car il aide à l'organisation et à la structuration de la connaissance et améliore ainsi la capacité d'apprentissage des apprenants.

Usages

L'usage des cartes conceptuelles est plutôt fréquent dans le monde anglo-saxon. Les utilisations peuvent être variées:

- Outil d'enseignement: par exemple, planification de curriculum. Novak propose de construire des «macro cartes» globale pour planifier le cours et des «micro cartes» plus particulière pour une partie plus restreinte du cours.
- Outil d'apprentissage: les cartes conceptuelles permettent aux apprenants de construire des connaissances nouvelles notamment dans le cadre d'un travail coopératif. Mais Novak (2005) évoque aussi les manuels scolaires de sciences qui proposent des cartes conceptuelles comme moyen de résumer les acquisitions visées.
- Outil d'évaluation: l'aspect méta-cognitif est alors mis en avant par Novak qui considère les cartes conceptuelles comme un moyen d'acquérir des procédures d'apprentissage.

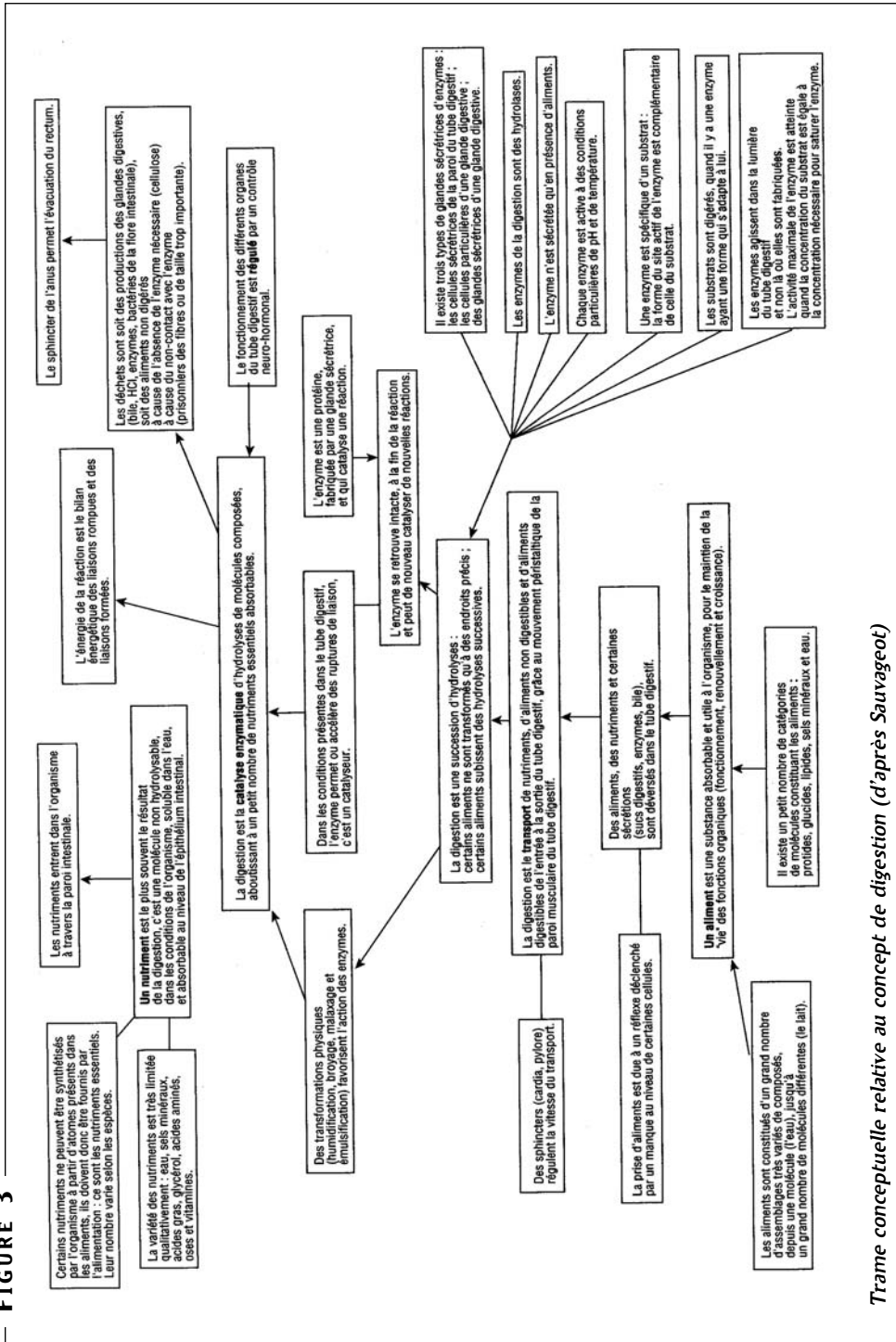
Il est à noter que cet outil n'est pas vraiment envisagé par Novak dans la recherche.

Les trames conceptuelles

Définitions

Issues de travaux en didactique des sciences, essentiellement en Biologie (Astolfi, 1985), la trame conceptuelle constitue un moyen pour organiser de façon cohérente les formulations conceptuelles pour différents niveaux d'enseignement. En effet, ces recherches ont montré l'insuffisance des énoncés des programmes d'enseignement ainsi que ceux des manuels scolaires, notamment en raison de *«l'absence de perspective épistémologique dans leurs principes de construction»* (Astolfi, 1991). Prenant comme

FIGURE 3



Trame conceptuelle relative au concept de digestion (d'après Sauvageot)

point de départ le savoir scientifique universitaire, une trame conceptuelle décortique un concept en sous notions, propose des formulations permettant de délimiter le contenu avec précision et présente l'ensemble sous forme de réseaux. Une trame conceptuelle présente ainsi certaines caractéristiques:

Elle est composée d'une série d'énoncés complets, énoncés sous forme de phrases, chaque énoncé pouvant être lu de façon indépendante;

- Les énoncés sont de type opératoires, reliés à des problèmes scientifiques auxquels ils sont une réponse;
- Les énoncés sont hiérarchisés entre eux, chacun englobant d'autres plus élémentaires;
- La présentation hiérarchisée vise à décrire les implications logiques entre les contenus des énoncés.

La Figure 3 propose une des écritures possibles d'une trame conceptuelle concernant le concept de digestion (Sauvageot, 1994). La définition proposée est liée aux notions de transformations physiques et de transformations chimiques dues aux enzymes. Le concept de digestion apparaît ainsi relié à d'autres concepts comme l'aliment (bas de la trame), l'enzyme (droite de la trame) et la catalyse enzymatique (haut de la trame). Mais Sauvageot (1994) note que la réalisation de ce type de trame est un exercice difficile car il «*exige que ces concepteurs soient des spécialistes de l'enseignement de la discipline, pour le cas présent des enseignants de biologie-géologie de collège ou de lycée*». Il convient enfin de distinguer implication logique et succession chronologique. Bien souvent en effet, les enseignants ne sont préoccupés que par la progression d'enseignement et ne prennent pas le temps de ce détour analytique qui a pour principale fonction de guider l'enseignant dans ses choix pédagogiques.

Références

La construction d'une trame conceptuelle s'appuie sur deux types de références théoriques, l'une épistémologique, l'autre psychologique. En effet, les concepts scientifiques ne sont pas des systèmes isolés. La trame cherche à mettre en évidence les relations entre les concepts d'un domaine de connaissance ou d'un domaine voisin. L'analyse épistémologique s'appuie notamment sur l'idée de concepts intégrateurs dont le nombre est limité pour une discipline donnée. Sur le plan psychologique, la trame conceptuelle qui vise à présenter une organisation des connaissances relève des travaux sur les réseaux sémantiques et cartes conceptuelles qui cherchent à mettre en évidence l'organisation mentale des connaissances et les modalités de mémorisation.

Usages

Développées par Astolfi, leur usage est plutôt réservé au monde francophone, en Biologie et en Géologie notamment (Astolfi & Develay, 1991; Sauvageot, 1994). Les

trames conceptuelles permettent des prises de décision curriculaire ou apportent des aides pour organiser des situations didactiques. Elles peuvent aussi être utilisées en formation d'enseignants en fournissant un cadre de référence pour identifier les concepts intégrateurs d'un champ disciplinaire.

Notons enfin qu'il existe différents usages des trames conceptuelles. Elles peuvent être utilisées a priori comme évoqué précédemment mais elles peuvent aussi servir a posteriori comme outil d'évaluation/régulation des apprentissages après une séquence de classe.

Les cartes de concept éloignées du modèle de Novak

Jacobi, Boquillon et Prévost (1994) ont réalisé un inventaire des systèmes de représentation spatiale de concepts scientifiques. Ils remarquent une grande hétérogénéité des représentations et notent que les diagrammes proposés sont de formes variables. Il n'y a pas de réelle formalisation. De même, les références théoriques ne sont pas toujours explicites ou s'appuient sur des champs disciplinaires variés. On parle alors de réseau conceptuel, de modèle conceptuel, de réseau terminologique, etc. (Tribollet, Lafon & Langlois, 1996; Bruguière, Sivade & Cros, 1994; Izard et al., 2003; De Bueger-Vander Borghet & Lambert, 1994). La Figure 4 présente un exemple d'utilisation des réseaux conceptuels comme évaluation diagnostique: il s'agit de réseaux fabriqués par des élèves français de 15 ans juste avant l'enseignement de la constitution de la matière en classe de seconde de lycée. La Figure 5 montre un réseau conceptuel réalisé par un étudiant dans le cadre de la préparation au concours de recrutement des enseignants de physique-chimie.

Les règles d'écriture ne sont pas réellement stabilisées mais on peut mettre en évidence quelques régularités:

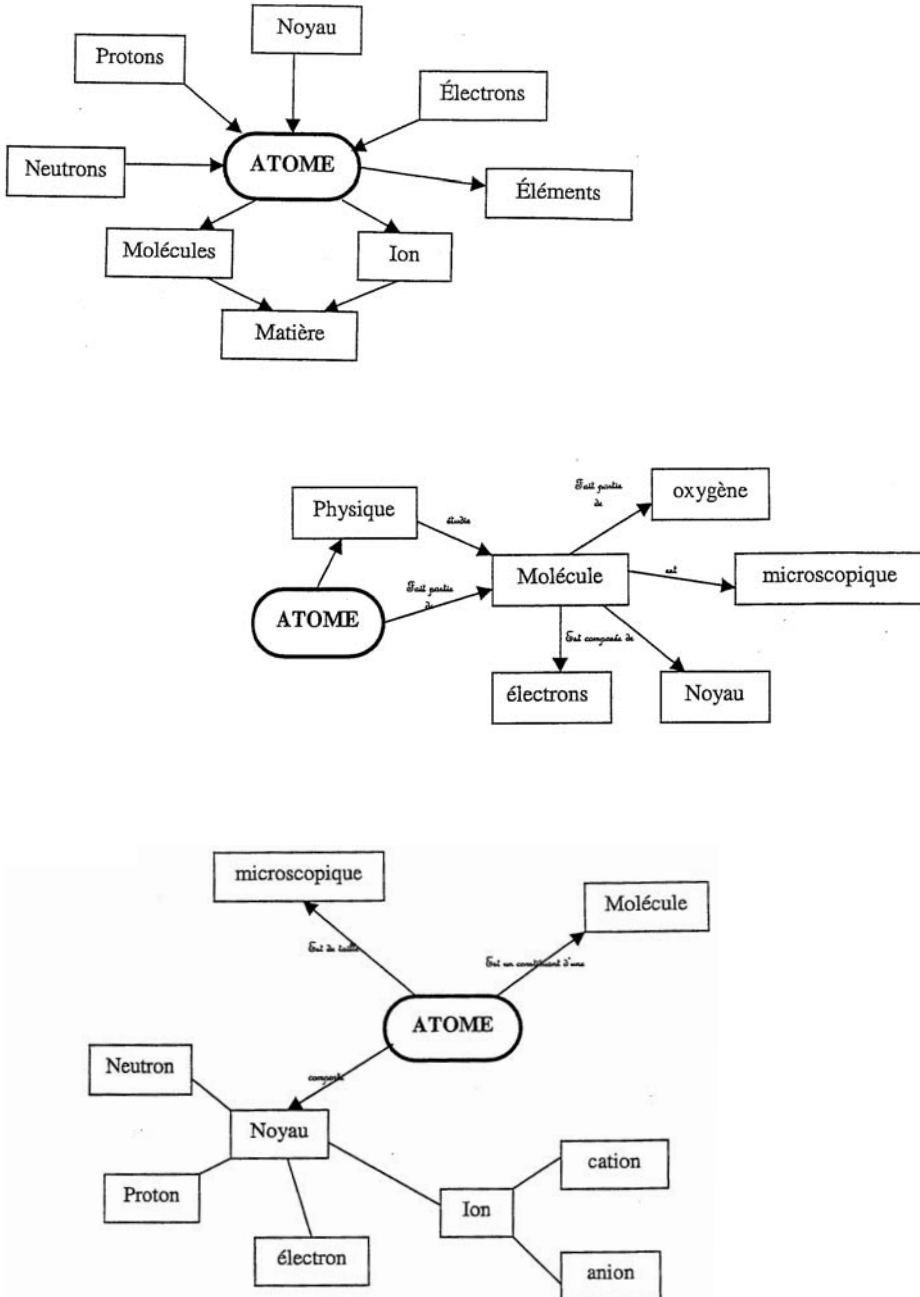
- 1° textualisation du discours
- 2° étiquetage
- 3° hiérarchisation (étiquettes pas équivalentes: du terme générique au terme spécifique)
- 4° mise en relation des étiquettes par des liens
- 5° construction d'une figure

Les usages de ces différents systèmes de représentation vont de l'outil d'apprentissage à l'outil méthodologique de recherche en sciences de l'éducation et en didactique notamment.

Les thésaurus

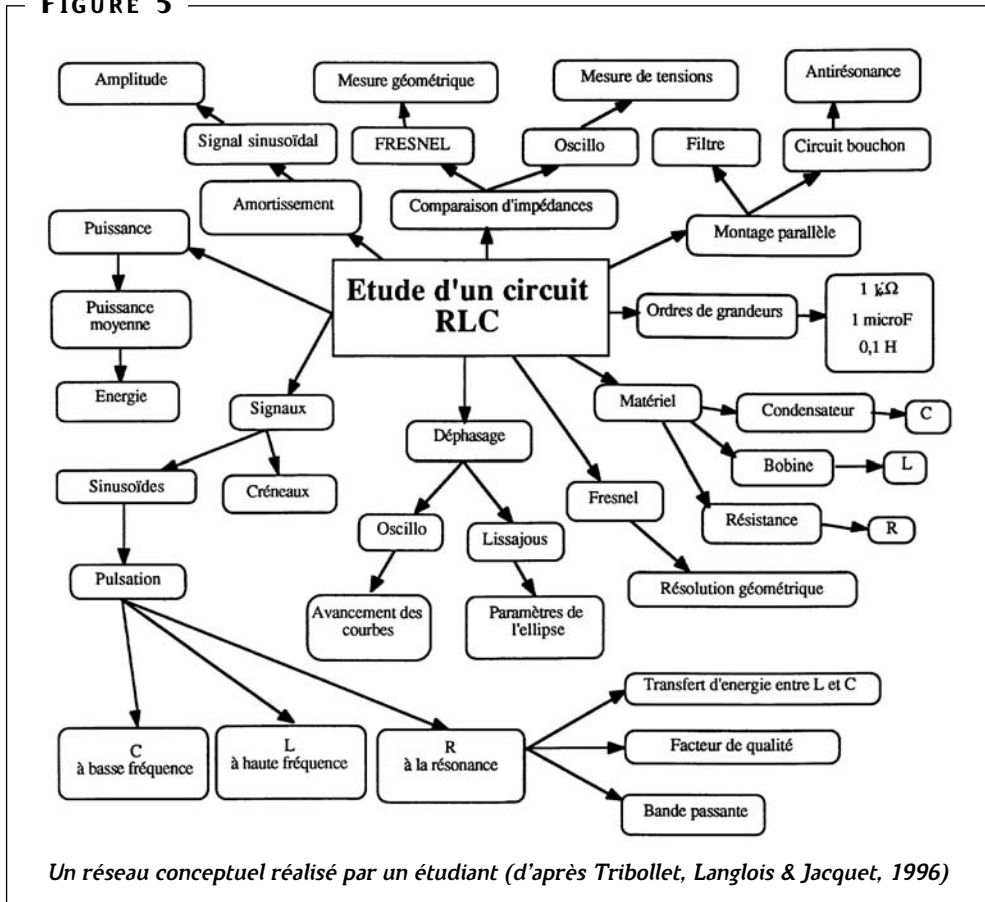
Un thésaurus est le "vocabulaire d'un langage d'indexation contrôlé organisé formellement de façon à expliciter les relations a priori entre les notions" (ISO 2788 cité par Saadani &

FIGURE 4



Un exemple d'utilisation des réseaux conceptuels comme évaluation diagnostique

FIGURE 5



Bertrand-Gastaldy, 2000). Il s'agit d'un outil développé selon des considérations pratiques même si les développements actuels de cet objet le rattachent au domaine des sciences de l'information. Au-delà de l'usage du thésaurus dans l'indexation et le repérage (thésaurus documentaire traditionnel), ce système de représentation a été testé comme outil d'acquisition de vocabulaire et d'activation de la pensée lors d'une activité de recherche en ligne (Duncan et McAleese, cité par Saadani & Bertrand-Gastaldy, 2000).

Certains auteurs établissent un parallèle entre thésaurus et cartes de concepts et suggèrent que l'utilisation de thésaurus graphiques pourrait permettre d'identifier des structures cognitives des apprenants et repérer l'assimilation de nouvelles connaissances.

Discussion

Il apparaît que les différents systèmes de représentation spatiale de concepts peuvent servir d'outil de communication et/ou d'outil d'apprentissage. Mais comme le souligne Saadani et Bertrand-Gastaldy (2000) il peut arriver *«qu'on confonde le signifiant et le signifié, la chose et sa représentation, les concepts et les étiquettes de nœuds ou les notions et les descripteurs»*. Dans les thésaurus, les descripteurs n'ont pas toujours la même signification que dans la langue naturelle puisque leur choix obéit d'abord à des considérations pragmatiques d'efficacité.

Notons aussi que les cartes conceptuelles ne permettent pas de distinguer les différents types de concepts. La psychologie cognitive distingue en particulier les concepts catégoriels et les concepts formels ce qui paraît pertinent dans le cas de l'enseignement des sciences (Lemeignan & Weil-Barais, 1993). La question de la définition à utiliser pour réaliser les cartes est alors posée. En fait, comme le souligne Tiberghien (1994), les représentations spatiales de concepts constituent *«des découpages des connaissances fait nécessairement à partir de choix, implicites ou explicites qui vont affecter la portée des cartes»*. Cet auteur s'appuie sur le point de vue épistémologique qui considère *«qu'un concept n'est pas construit empiriquement par l'abstraction de traits communs d'un ensemble d'objets ou de situations»* mais qu'il est défini comme un quadruplet (association d'un signifiant, d'un signifié, d'un référent et d'invariants opératoires) pour montrer toute la complexité du concept. On retrouve les préoccupations de Vergnaud (1994) qui s'interroge sur *«le rapport entre le réel et sa représentation ou encore sur les différences entre représentation et symbolisation»*.

De plus, le fait que la carte de concepts représente les structures internes de la pensée de l'individu la construisant est remis en cause par certains auteurs. *«La carte laisse croire qu'une verbalisation hic et nunc de l'individu et les représentations mentales sont une seule et même chose»* (Prévost & Jacobi, 1994).

Enfin, une dernière précaution est à relever. La carte risque de devenir un modèle ou d'être utilisée hors de son contexte de création: une carte correspond à un corpus de connaissances. Il s'agit alors de ne pas confondre aide à l'apprentissage et objectif de l'apprentissage, le but n'étant pas de faire construire des cartes. Il semble malheureusement que cette distinction ne soit pas repérée par un grand nombre d'auteurs de différentes méthodes pour fabriquer des cartes de concepts qui fleurissent sur le Web depuis quelques années.

OBJECTIVATION DES PRATIQUES EN FORMATION INITIALE D'ENSEIGNANTS DE PHYSIQUE-CHIMIE

Dans cette partie, nous voudrions illustrer l'usage possible d'un système de représentation spatiale de concepts dans la recherche en didactique. Pour cela, nous nous

appuyons sur une partie de notre recherche de doctorat (Boilevin, 2000; Boilevin & Dumas-Carré, 2001).

Éléments de problématique

Dans ce travail, nous avons montré que considérer la formation des enseignants comme une recherche de professionnalisation amène à choisir un dispositif où théorie et pratique interagissent. Ce type de dispositif amène la construction par les professeurs stagiaires de savoirs pratiques professionnels au sens de Porlan et al. (1994, 1998) leur permettant ainsi de rationaliser leurs pratiques. Parmi les savoirs pratiques professionnels à faire construire par les enseignants en formation, une part importante concerne l'aide à la construction de connaissances par les élèves au cours des interactions didactiques. Le cadre théorique sous-jacent amène alors à concevoir le rôle de l'enseignant comme celui d'un tuteur et/ou d'un médiateur. Or cette rupture avec la pratique enseignante habituelle est peu prise en compte dans la formation proposée actuellement par les Instituts Universitaires de Formation des Maîtres (IUFM) en France.

La question de recherche est centrée sur la manière de former les futurs enseignants aux pratiques interactives de type tutelle et médiation. Nous avons opté pour un dispositif de formation proposant une interaction entre changement de conceptions et changement de pratiques, en insistant notamment sur la prise en compte de la communication vue comme un phénomène où les significations sont construites au cours de l'interaction. Le choix de ce dispositif doit conduire les professeurs stagiaires à objectiver leurs pratiques au cours de séquences d'enseignement spécialement conçues pour que l'enseignant puisse y tenir un rôle de tuteur et /ou de médiateur. Remarquons que dans cette optique, les produits de la recherche en didactique sont envisagés comme des alternatives possibles aux pratiques habituelles pour fonder rationnellement les choix des enseignants, et non comme des modèles prescriptifs.

La question centrale de l'étude s'intéresse donc aux types d'activité à proposer à des stagiaires IUFM pour les amener à :

- s'intéresser aux interactions en classe, de type tutelle et médiation;
- construire des séquences de classe interactives et organisées pour permettre la construction des connaissances par les élèves;
- construire leurs propres outils d'analyse de leur pratique.

L'hypothèse principale de cette recherche est que l'objectivation des pratiques enseignantes permettrait de contrôler et éventuellement de modifier celles-ci. Cette hypothèse est en cohérence avec les hypothèses qui sous-tendent la conception de la formation et elle nous permet de préciser la question de recherche: L'objectivation des pratiques permet-elle de former les futurs enseignants aux pratiques interactives de type tutelle et médiation?

Les points de vue socio-constructiviste et épistémologique nous permettent de proposer des hypothèses explicatives sur les difficultés et les réussites rencontrées par les stagiaires au cours de la formation. La conception de la communication adoptée conduit à analyser les interactions au sein du groupe (les quatre stagiaires et le formateur) pendant les séances de formation. L'analyse est centrée sur ce qui est construit par le groupe et cela commande les unités d'analyse: des blocs plus ou moins étendus et non pas des interventions indépendantes et attribuées à l'un des acteurs.

Méthodologie générale

Il s'agit d'une part, de rechercher les outils de description utilisés spontanément par les stagiaires dans les séances de formation et, d'autre part, d'analyser la façon dont les outils de description issus de la recherche et proposés par le formateur sont adaptés ou adoptés.

Le choix est fait de s'intéresser à l'usage du vocabulaire pour rechercher descripteurs comme indicateur de la mise en œuvre de concepts qui restent à préciser. Ce choix permet aussi le repérage de l'évolution des stagiaires. *«Le présupposé qui sous-tend l'analyse lexicale est que l'usage des mots est un révélateur de "quelque chose", indépendamment de leur place dans le discours... Les changements de mots se trouvent souvent associés à des changements d'orientation à l'intérieur des groupes. Ils sont en quelque sorte le révélateur ou l'indicateur»* (Weil-Barais, 1997). En choisissant d'effectuer des «mesures lexicales» qui déterminent les fréquences d'apparition de tel ou tel mot dans les transcriptions, nous aurions une image du champ lexical utilisé par les stagiaires. Cependant cet inventaire, étape nécessaire pour ce travail, ne constitue qu'un préliminaire et non une finalité. En effet, *«la présence d'un mot, à elle seule, ne prouve pas que le sujet qui l'emploie ait réellement intégré le concept»* (Simon, 1996). Il s'agit ensuite de voir comment ce lexique s'organise et comment "vivent" les concepts, quelles sont les définitions (re)construites, quelles relations existent entre ces concepts, etc. Cette deuxième partie de l'étude constitue l'analyse de la conceptualisation.

L'inventaire lexical ainsi réalisé permet alors d'organiser une analyse de la conceptualisation, c'est-à-dire une étude de la signification attribuée aux mots les plus souvent rencontrés, en s'appuyant principalement sur le découpage thématique des transcriptions des séances de formation.

Le but de l'analyse est d'explicitier les connaissances construites par les jeunes enseignants aux cours des séances de formation. Le choix d'une représentation spatiale des concepts nous semble le plus adapté à cette présentation. Nous avons vu qu'il existait plusieurs systèmes de représentation. Seuls les deux premiers outils (carte conceptuelle, trame conceptuelle) semblent faire l'objet d'une formalisation théorique. De leur côté, De Bueger-Vander Borgh et Lambert (1994) proposent d'utiliser le

réseau terminologique. En ce qui nous concerne, nous avons retenu pour présenter l'analyse de la conceptualisation l'idée de réseau conceptuel. En effet, comme l'indique Fréchengues (1994), les règles à suivre pour l'établir sont très variables et laissent plus de liberté de présentation que la carte conceptuelle (hiérarchisant les concepts par niveaux) ou la trame conceptuelle (réseaux d'énoncés opératoires).

Nous ne nous intéressons, par la suite, qu'à quelques-uns des descripteurs (concepts) repérés dans le champ lexical. Les critères retenus pour faire ces choix sont les suivants:

- le descripteur retenu doit traverser un maximum de séances de formation;
- le descripteur doit être en rapport avec le thème de la formation mise en place;
- le "poids" par rapport aux autres mots du champ lexical doit être important.

Analyse de la conceptualisation: construction de réseaux conceptuels

Nous présentons ci-dessous les modalités retenues pour élaborer et analyser les réseaux conceptuels

Constitution du corpus – Découpage thématique

Il s'agit dans un premier temps de constituer le corpus autour des descripteurs étudiés. Nous réalisons pour cela le découpage thématique des transcriptions des séances de formation. L'unité de découpage est l'épisode¹, c'est-à-dire ce dont on parle (l'enjeu, le thème, etc.) ou «l'objet en transaction» (Weil-Barais, 1997; Boilevin & Dumas-Carré, 2004). Il est donc nécessaire de repérer tous les épisodes où intervient le concept (le descripteur) étudié dans l'ensemble des transcriptions. Pour organiser cette recherche, nous nous appuyons sur les termes ou expressions relevés dans le champ lexical autour d'un descripteur. Il est à noter qu'un même épisode peut faire intervenir plusieurs descripteurs. Nous obtenons ainsi plusieurs séries d'épisodes par concept étudié dans l'ordre chronologique de la formation.

Constitution du réseau conceptuel

Dans un premier temps, le corpus obtenu précédemment est «lissé»² puis il est lu linéairement, les termes recherchés (descripteurs ou expressions similaires) étant soulignés au fur et à mesure de leur apparition.

-
1. Nous nommons épisode l'ensemble des interventions verbales autour du mot (ou des expressions) montrant le sens accordé à ce terme par les locuteurs.
 2. Nous désignons par «transcription lissée» une transcription où les interventions verbales ont été éventuellement reformulées dans un français écrit pour faciliter la lecture, la langue parlée n'étant pas toujours exprimée dans un français académique.

Dans un deuxième temps, pour chaque épisode, un réseau intermédiaire est établi. Les descripteurs sont reportés sur un réseau dans un rectangle pour les mots appartenant au champ lexical ou bien dans un ovale pour les autres expressions. Les différents termes sont reliés par des lignes. De plus, les mots issus du champ lexical sont notés en gras pour mieux les faire apparaître, notamment lorsqu'ils figurent dans certaines expressions n'appartenant pas totalement au champ lexical. Il est à noter que la disposition des termes sur le réseau répond simplement à un souci de communication (facilitation de la lecture). Chaque réseau ainsi constitué est alors qualifié de «réseau intermédiaire Formateur» ou de «réseau intermédiaire Stagiaires» suivant que «l'objet en transaction» dans l'épisode étudié est à l'initiative du formateur ou du groupe de stagiaires. Nous obtenons alors deux séries de réseaux conceptuels dont l'une illustre la présentation du concept faite par le formateur et l'autre le processus de conceptualisation par le groupe de stagiaires du descripteur (concept) étudié.

Dans un troisième temps, un réseau global par type de locuteur, formateur d'une part, et groupe de stagiaires d'autre part, est alors constitué pour résumer l'essentiel du processus. Un comptage des liens entre les différents mots ou expressions au sein des réseaux intermédiaires permet de distinguer les liaisons fortes des liaisons faibles ou moyennes. Les liaisons fortes sont représentées sur le réseau global par des traits plus épais. De même les descripteurs étudiés sont mis en évidence dans ce réseau par un cadre plus épais.

Analyse du réseau conceptuel

Une étude des réseaux intermédiaires montre que le travail du groupe des stagiaires, au cours des différentes séances de formation, s'appuie essentiellement sur les questions suivantes pour conceptualiser chaque descripteur étudié:

- qu'est-ce que c'est?
- quand est-ce qu'il apparaît dans une séquence de classe?
- à quoi sert-il du point de vue du professeur?
- à quoi sert-il du point de vue de l'élève?
- comment cela fonctionne-t-il en classe?

L'analyse des épisodes peut alors être organisée en caractérisant notamment chaque réseau intermédiaire par une ou plusieurs des expressions issues de la typologie suivante:

- définition du concept
- condition d'apparition ou de réalisation
- utilité (point de vue du professeur)
- utilisation à des fins d'apprentissage (point de vue des élèves)

- fonctionnement
- mise en contexte

Cette catégorisation des épisodes permet alors de mettre en évidence l'objectivation des pratiques par le groupe de stagiaires en formation.

Etude d'un exemple: Constitution du réseau conceptuel «Tutelle»

À partir d'un exemple, nous illustrons la technique d'étude de la conceptualisation par le groupe de stagiaires et nous montrons la construction du sens au cours des séances de formation.

EPISODE 9

2098 **M**: Tandis que le tuteur, bien, il essaye de faire avancer quelqu'un qui est tout seul à la limite.

2099 **A**: Oui. C'est ce que je disais /

2100 **M**: Ou un autre qui est tout seul à côté.

2101 **A**: tout à l'heure.

2102 **M**: Ah bien c'est ce que /

2103 **A**: — je disais tout à l'heure.

2104 **M**: j'ai pas entendu ou pas assimilé ou pas enregistré dans ma mémoire à court terme, à moyen terme.

2105 **F**: Vous avancez là.

2106 **JY**: Mmm.

2107 **F**: Donc tutelle, il y a au minimum deux personnes? ... D'après ce que tu dis?

2108 **M**: Et puis, oui au minimum.

2109 **F**: Oui.

2110 **M**: Mais ça se joue toujours — /

2111 **A**: Au moins /

2112 **M**: pratiquement entre deux personnes.

2113 **A**: Non /

2114 **M**: y en a un qui est tuteur de l'autre /

2115 **F**: Oui.

2116 **M**: Individuellement peut être /

2117 **A**: Bien ils peuvent être que deux.

2118 **M**: tandis que /

2119 **A**: Ils peuvent être que deux.

2120 **F**: Oui?

2121 **A**: Ca peut se limiter à deux. Le tuteur, enfin le tuteur et le tutoré.

2122 **S**: Bien /

2123 **F**: Oui?

2124 **S**: Ca dépend parce que si /

2125 **JY**: Ca dépend /

2126 **S**: Ca dépend, oui, oui —

2127 **JY**: Je pense que dans le terme de tutelle /

2128 **S**: Ca dépend /

2129 **JY**: tu peux avoir l'élève qui est plus ou moins le porte parole des autres.

2130 **S**: Oui, oui.

2131 **JY**: Et les autres suivent le raisonnement aussi.

EPISODE 10

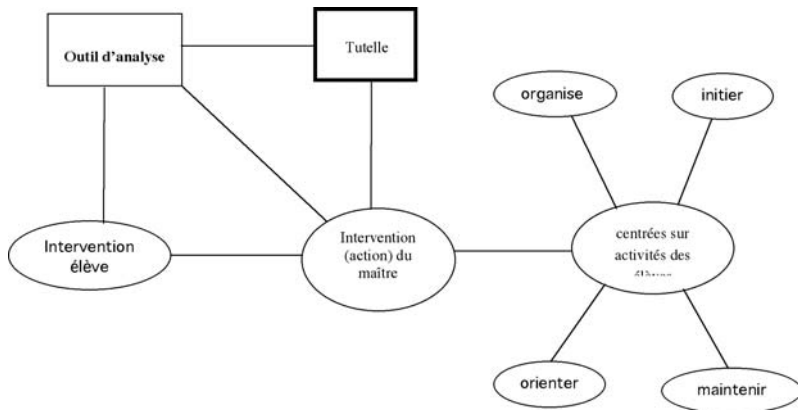
- 2317 **M**: La tutelle, elle se joue en général entre deux personnes ... et avec le tuteur qui reprend des éléments de ce qu'a dit son tuteur pour essayer de le faire avancer. ...
- 2317' **M**: A la limite, ça peut être entre le prof, entre l'élève ou pourquoi pas entre deux élèves.
- 2318 **S**: Oui. Entre un prof ou et un groupe d'élèves —.
- 2319 **M**: Et éventuellement un autre groupe d'élèves. ... Et pour arriver à construire avec ça, j'essaie de le recaser (!), des co-références puisqu'ils auront bien avancé ensemble en prenant bien ce qu'a dit l'un pour avancer et ce qu'a dit l'autre et on avance ensemble, on avance et on arrive à une co-référence.

Constructions des réseaux

Les mots «tutelle» et «tuteur» sont utilisés par le formateur et commentés par ce dernier au cours de la première séance de formation. Ils sont repris ensuite au sens défini par le groupe de stagiaires mais uniquement à partir de la cinquième séance (première séance d'analyse de leur pratique). Un extrait du corpus regroupant les épisodes concernant les deux descripteurs «tutelle» et «tuteur» est présenté ci-dessous (A, JY, M et S représentent les quatre stagiaires; F le formateur).

Nous présentons ensuite le réseau conceptuel global pour le formateur (Figure 6) ainsi que celui du groupe de stagiaires (Figure 7) précédé de quelques réseaux intermédiaires concernant chaque épisode (Figure 8 et 9). Ces derniers sont caractérisés en utilisant la typologie évoquée ci-dessus. Il est à noter que plusieurs fois, un réseau

FIGURE 6



Réseau conceptuel global «Formateur» : Aucune liaison forte n'a été mise en évidence dans ce réseau car le concept de tutelle est peu utilisé par le formateur

FIGURE 7

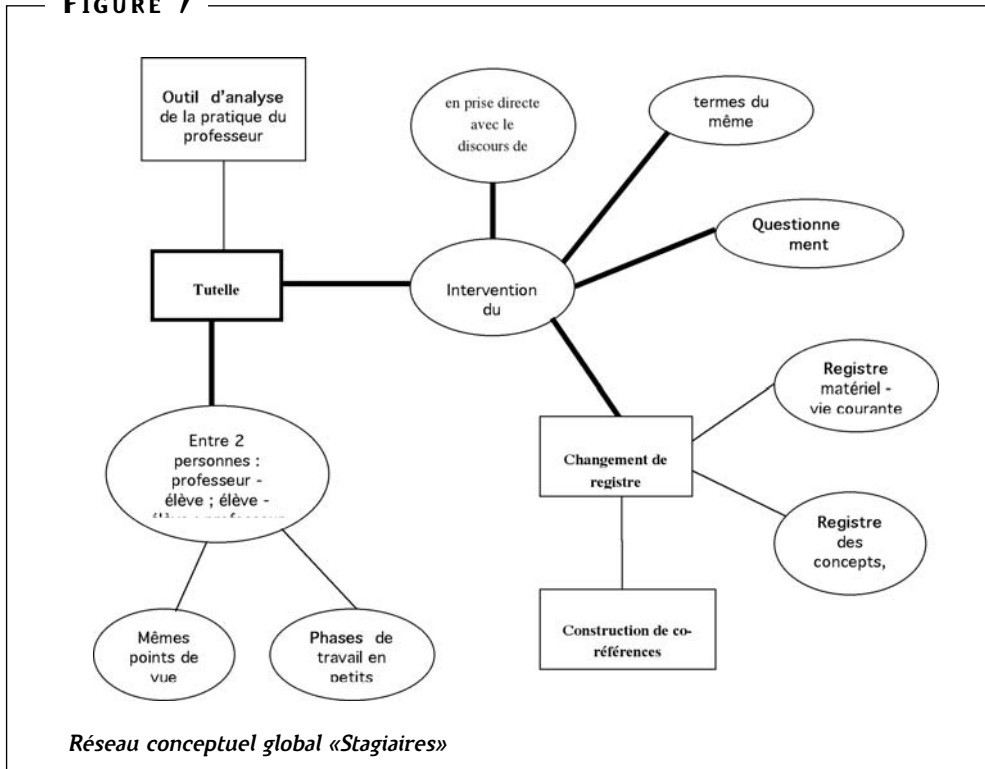
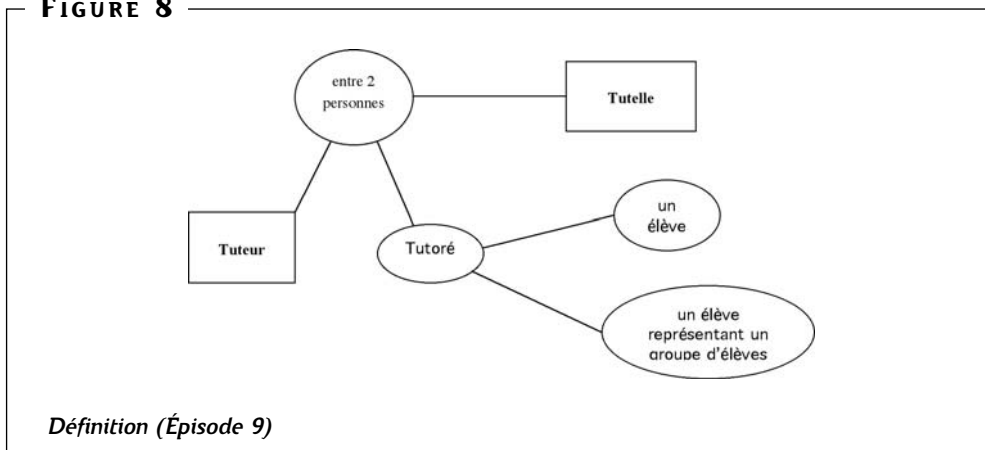
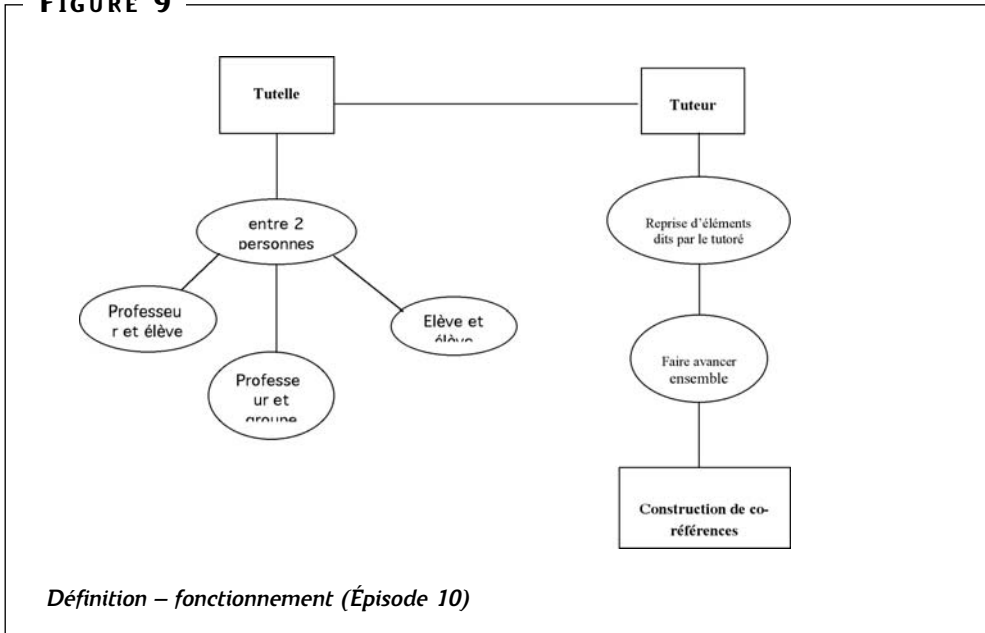


FIGURE 8



intermédiaire «médiation» est présenté en même temps que le réseau «tutelle». Il s'avère en effet que le groupe de stagiaires construit ces deux concepts en affinant les définitions par opposition ou différenciation.

FIGURE 9



Analyse et commentaires

L'analyse des réseaux globaux «Formateur» et «Stagiaires» ou intermédiaires nous permet de repérer le sens construit par les jeunes enseignants. Nous pouvons aussi comparer les deux conceptualisations (formateur-stagiaires) qui apparaissent au travers de ces caractérisations. Pour le formateur, la tutelle est définie comme une action du maître centrée sur les activités des élèves. Le concept de tutelle est principalement un outil d'analyse des interventions du professeur. Il est envisagé aussi comme un outil d'analyse de certaines interventions des élèves.

À la lecture des réseaux intermédiaires, il s'avère que les stagiaires s'intéressent essentiellement aux aspects «condition», «utilisation» et «fonctionnement» qui sont les plus fréquemment rencontrés. D'après le réseau global, la tutelle est considérée par les stagiaires comme une intervention du professeur en prise directe avec le discours de l'élève. Le cas d'interaction de tutelle entre deux personnes, quelles qu'elles soient (élèves - élèves ou élève(s) - professeur) est envisagé. Le concept de tutelle est principalement un outil d'analyse des interventions du professeur. Pour amener les élèves à changer de registre (du registre des phénomènes au registre du modèle) au cours de la résolution d'un problème de physique, les interventions de l'enseignant doivent fonctionner sur le mode de la tutelle dans les phases de travail en petits groupes. Pour ce faire, le professeur a éventuellement recours à un questionnement s'appuyant sur des termes du même registre que les élèves. Il semble aussi que la tutelle concerne des personnes ayant les mêmes points de vue.

Le réseau global des stagiaires est nettement plus développé que celui du formateur. Ce dernier propose une définition de la tutelle très générale. Le réseau des stagiaires montre que ces derniers construisent un concept centré sur un point de vue didactique puisque les aspects «registre» et «langage» sont très présents. De plus, nous notons un lien avec un autre concept: la construction de co-références, associée à l'idée de changement de registre. Globalement, à travers la construction du concept de tutelle, nous voyons apparaître une sensibilisation du groupe à l'importance du langage dans l'apprentissage de la physique.

Conclusion

À l'issue du travail de construction des réseaux pour tous les descripteurs étudiés, il apparaît que ceux-ci présentent des ponts avec d'autres descripteurs. Le réseau conceptuel global «co-référence-registre» est à ce titre exemplaire puisqu'on y retrouve les principaux descripteurs proposés par le formateur (médiation, tutelle, construction de co-référence, changement de registre) ainsi qu'une attention particulière à l'utilisation du langage. Il est à noter de plus que les descripteurs «rôles du professeur» et «questionnement des élèves» sont présents dans pratiquement tous ces réseaux conceptuels. Le concept de tutelle construit par le groupe apparaît corrélé au concept de «co-référence» et de «changement de registre». L'interaction de tutelle est, elle aussi, liée à l'importance du langage dans l'apprentissage des sciences.

Ainsi, l'objectivation des descripteurs utilisés nous permet de préciser les connaissances construites par le groupe de stagiaires. Finalement, l'analyse de leur propre pratique réalisée par les jeunes enseignants apparaît tournée vers les aspects pragmatiques. Les aspects plus théoriques restent le plus souvent implicites et il est difficile de savoir si la prise de conscience est réelle.

DISCUSSION

Les chercheurs en sciences de l'éducation ou en didactique s'intéressent depuis longtemps aux représentations graphiques notamment pour déterminer leur efficacité à favoriser l'apprentissage. Nous venons de dresser un panorama des différents systèmes de représentation spatiale de concepts (carte conceptuelle, trame conceptuelle, réseau conceptuel, modèle conceptuel, thesaurus) en étudiant les références théoriques et leurs utilisations possibles dans le champ de l'éducation. Nous avons montré que seuls deux types de représentation spatiale de concepts s'appuyaient sur des considérations théoriques explicites (carte conceptuelle, trame conceptuelle). En permettant une visualisation d'un domaine de connaissances, ces différentes représentations graphiques semblent constituer des auxiliaires adaptés à l'enseignement pour la prise de décision curriculaire ou la programmation d'un cours. De même, ces outils

peuvent aider les apprenants à construire des connaissances ou à acquérir des procédures d'apprentissage. Ces représentations spatiales de concepts constituent finalement un outil d'évaluation/régulation des apprentissages. Mais il s'agit alors de ne pas confondre l'aide à l'apprentissage et l'objectif de l'apprentissage, le but n'étant pas de faire construire des cartes mais d'amener l'apprenant à acquérir des connaissances nouvelles.

Dans le domaine de la recherche, ces systèmes de représentation permettent aussi d'accéder à l'apprentissage d'un contenu par des apprenants. Le cas de la formation des enseignants a été développé pour montrer l'intérêt de cet outil pour obtenir une image des connaissances construites et évaluer ainsi la portée d'un dispositif de formation.

Mais l'accent mis sur les aspects pragmatiques ne doit pas conduire à oublier les limites de ces outils. Il convient en particulier, comme le souligne Tiberghien (1994) de préciser les choix épistémologiques sous-jacents sous peine de faire dire beaucoup plus à ces représentations graphiques qu'elles ne le peuvent. En particulier, il faut garder à l'esprit la différence qui peut exister entre la représentation graphique obtenue et la représentation mentale du sujet étudié.

RÉFÉRENCES

- Astolfi, J.-P. (Coord.). (1985). *Procédures d'apprentissage en sciences expérimentales* (Paris: INRP).
- Astolfi, J.-P. (1991). L'émergence de la didactique de la biologie, un itinéraire. *Aster*, 11, 195-224.
- Astolfi, J.-P. & Develay, M. (1991). *La didactique des sciences* (Paris: P.U.F).
- Boilevin, J.-M. (2000). *Conception et analyse d'un dispositif de formation initiale d'enseignants de physique-chimie utilisant des savoirs issus de la recherche en didactique: un modèle d'activité et des cadres d'analyse des interactions en classe*. Thèse de doctorat (Marseille: Université de Provence).
- Boilevin, J.-M. & Dumas-Carré, A. (2001). Objectivation des pratiques en formation initiale d'enseignants de physique-chimie. In J. Ginestié & A. Dumas-Carré (éds) *Actualité de la recherche en didactique des sciences expérimentales et des techniques. Actes des Deuxièmes Rencontres Scientifiques de l'ARDIST* (Marseille: IUFM, ARDIST et Association Tour 123), 359-371.
- Boilevin, J.-M. & Dumas-Carré, A. (2004). Fonctions de la verbalisation dans l'apprentissage de règles de schématisation en électricité au collège. Communication présentée au Colloque «*Faut-il parler pour apprendre. Dialogues, verbalisation et apprentissages en situation de travail à l'école: acquis et questions vives*». Arras, IUFM Nord Pas de Calais, France, 24-26 Mars 2004.
- Bruguière, C., Sivade, A. & Cros, D. (1994). Les représentations spatiales des concepts associés à l'énergie comme outil de formation des enseignants. Application à l'analyse du nouveau programme de physique des classes de première de série scientifique. *Didaskalia*, 5, 105-118.
- De Bueger-Vander Borgh, C. & Lambert, J. (1994). Des représentations spatiales de concept: pour quoi faire? *Didaskalia*, 5, 73-89.
- Fréchengues, P. (1994). Première approche de la complexification du concept d'électron chez des élèves de lycée. In M. Caillot (coord.) *Actes du quatrième Séminaire National de la*

- Recherche en didactique des sciences physiques* (Amiens: Université de Picardie Jules Verne et I.U.F.M. de Picardie), 111-121.
- Izard, N., Lasbennes, I., Paris, C., Pitorre, T. & Suc, M. (2003). Carte conceptuelle. Corps pur en cinquième. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 853, 603-614.
- Jacobi, D., Boquillon, M. & Prévost, P. (1994). Les représentations spatiales de concepts scientifiques; inventaire et diversité. *Didaskalia*, 5, 11-23.
- Lemeignan, G. & Weil-Barais, A. (1993). *Construire des concepts en physique* (Paris: Hachette Education).
- Novak, J.-D. (1990a). Concept maps and vee diagrams: two metacognitive tolls for science and mathematics education. *Instructional Science*, 19, 29-52.
- Novak, J.-D. (1990b). Concept mapping: a useful tool for science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 937-949.
- Novak, J.-D. (2005). *La théorie qui sous-tend les cartes conceptuelles et la façon de les construire*. <http://sites.estvideo.net/gfritch/doc/rezo-cfa-410.htm> [01/02/05].
- Porlan, R. & Martin, J. (1994). Le savoir pratique des enseignants spécialisés - Apports des didactiques spécifiques. *Aster*, 19, 49-60.
- Porlan, R., Azcarate, P. & Martin Del Pozo, R. (1998). Les champs de recherche professionnel: une proposition pour former des enseignants. In A. Giordan, J.-L. Martinand & D. Raichvarg (éds) *Actes des XXème Journées Internationales sur la communication, l'éducation et la culture scientifique et industrielles*, 95-99.
- Prévost, P. & Jacobi, D. (1994). Les cartes conceptuelles: outil cognitif, instrument de communication ou moyen de recherche? *Didaskalia*, 5, 119-123.
- Roger, D., Lavandier, J. & Kolmayer, E. (2006). *Navigation et interfaces: cartes conceptuelles et autres outils*. <http://www.enssib.fr/bibliotheque/documents/travaux/kolmayer/kolm-navig0.html> [10/04/06]
- Sauvageot, M. (1994). Les trames conceptuelles, outils de formation en didactique de la biologie. *Didaskalia*, 5, 91-103.
- Saadani, L. & Bertrand-Gastaldy, S. (2000). *Cartes conceptuelles et thésaurus: essai de comparaison entre deux modèles de représentation issus de différentes traditions disciplinaires*. <http://www.slis.ualberta.ca/cais2000/saadani.htm>. [02/02/05].
- Simon, J.-P. (1996). Quel usage des concepts didactiques dans les mémoires professionnels des professeurs d'école? In C. Clanet (dir.). *Recherche(s) et Formation des Enseignants*. (Toulouse: IUFM Toulouse, les cahiers du CeRF), 105-113.
- Tiberghien, A. (1994). Choix sous-jacents à la construction de représentations spatiales de concepts. *Didaskalia*, 5, 53-62.
- Tribollet, B., Lafon, E. & Langlois, F. (1996). Constructions de cartes conceptuelles dans la préparation d'épreuve de synthèse. Les oraux du CAPES de Physique et Chimie. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 783, 705-722.
- Tribollet, B., Langlois, F. & Jacquet, L. (1996). *Protocoles d'emploi des cartes conceptuelles au lycée et en formation des maîtres*. <http://web.lyon.iufm.fr/formateurs/tribollet/pages/didactique/protocole.html> [28/12/2007]
- Vergnaud, G. (1994). Homomorphismes réel-représentation et signifié-signifiant. Exemples en mathématiques. *Didaskalia*, 5, 25-34.
- Weil-Barais, A. (1997). Le codage et l'analyse des corpus. In A. Weil-Barais (éd.) *Les méthodes en psychologie* (Paris: Bréal), 157-186.