



Des représentations spatiales de concepts : pour quoi faire ?

Cécile DE BUEGER-VANDER BORGH

Laboratoire de Pédagogie des Sciences
Université catholique de Louvain
2, rue du Compas
B1348 Louvain-la-Neuve, Belgique.

Joëlle LAMBERT

Unité de linguistique française
Université catholique de Louvain
1, place Blaise Pascal
B1348 Louvain-la-Neuve, Belgique.

Résumé

Dans cet article, nous présentons deux outils de représentation spatiale de concepts : la carte conceptuelle et le réseau terminologique. Nous expliquons leurs objectifs, les différentes étapes de leur construction et mettons en évidence leurs avantages, leur complémentarité et leurs limites.

La carte conceptuelle met particulièrement l'accent sur la logique disciplinaire sous-jacente au discours didactique. Le réseau terminologique permet de visualiser les liens effectivement formulés par l'enseignant entre les termes, la densité et le sens de ces relations entre termes.

Mots clés : *carte conceptuelle, réseau terminologique, réflexe.*

Abstract

In this article two different tools for the spatial representation of concepts are presented : the concept map and the terminological network. The objectives of these tools and the steps taken for their construction are explained. The advantages and limitations of each of them are discussed as well as their complementary characteristics.

The concept map focuses on the logic of the discipline being taught during didactic discourse. The terminological network enables to visualise the actual linkages formed by the teacher among the different terms, their density and the meaning they are given.

Key words : *concept map, terminological network, reflex.*

Resumen

En este artículo presentamos dos instrumentos de representación espacial de concepto : el mapa de concepto y la red terminológica. Explicamos sus objetivos, las diferentes etapas de su construcción y ponemos en evidencia sus ventajas, su complementaridad y sus límites.

El mapa de concepto focaliza particularmente sobre la lógica disciplinaria subyacente al discurso didáctico. La red terminológica permite visualizar los vínculos efectivamente formulados por el enseñante entre los términos la densidad y el significado que ellos dan.

Palabras claves : *mapa de concepto, red terminológica, reflejo.*

Dans leur article du présent numéro, D. Jacobi, M. Boquillon et P. Prévoist rappellent brièvement les règles qui sont généralement admises pour la construction de cartes de concepts : *“Le chercheur isole et choisit les concepts pertinents, les hiérarchise par niveaux ordonnés, puis il relie les concepts entre eux par des ponts ou des liens homogènes.”*

Pour ces auteurs, *“l’utilisation et la diffusion [des cartes conceptuelles] dans quantité de domaines semblent avoir engendré une certaine ambiguïté dans la notion de carte. Faut-il penser que beaucoup d’auteurs les tracent sans connaître et donc respecter leurs règles de construction ?”* D. Jacobi et al. mettent en effet en évidence que la plupart des cartes proposées dans la littérature s’éloignent sensiblement du modèle de carte proposé par Novak.

Nous pensons que l’ambiguïté des cartes ne résulte pas seulement d’un non-respect des règles de construction, mais aussi d’un manque de précision de celles-ci et des objectifs visés par un tel outil.

Nous nous servons de représentations spatiales de concepts dans deux types de situations.

– En formation initiale d'enseignants : lorsque les futurs enseignants préparent leurs cours, nous leur demandons de présenter la carte conceptuelle du thème qu'ils enseigneront, carte proposant une représentation spatiale de concepts comme modèle de référence. L'objectif de ce travail de construction est de faire nommer par les étudiants les concepts qu'ils veulent enseigner et expliciter les relations qu'ils établissent entre les concepts.

– Dans le cadre de recherches en didactique : récemment, nous avons utilisé la carte conceptuelle dans un mémoire en didactique de la biologie relatif au concept de *réflexe* (Anneraed, 1994). Ce travail avait pour but d'analyser la logique disciplinaire, les concepts abordés et les liens entre ceux-ci, les types de reformulations du concept de *réflexe* que l'on pouvait trouver dans des discours écrits (deux ouvrages de référence, un manuel scolaire et des documents distribués en classe par des enseignants) et dans des discours oraux (transcrits) d'enseignants en classe.

Dans le cadre d'une recherche portant sur la verbalisation des concepts en classe à travers les discours oraux de professeurs de chimie et de biologie, nous avons été amenés à construire et à nous servir d'un nouveau type de représentation spatiale de concepts (Évrard, 1993) : le *réseau terminologique*.

Dans cet article, nous voudrions présenter carte conceptuelle et réseau terminologique et mettre en relation objectifs et règles de construction. Dans cette perspective et pour chacun des outils, nous expliquerons les différentes étapes de la réalisation, les problèmes que nous avons rencontrés, mais aussi les solutions que nous avons tenté d'y apporter. Nous souhaitons également montrer les avantages, les limites de ces outils et leur complémentarité.

Afin de permettre la comparaison, nous avons appliqué les deux outils au même document de départ : la transcription d'une heure de cours de biologie sur le concept de réflexe (cf. annexes 1 et 2).

Un premier problème que nous avons rencontré a été de délimiter le texte à analyser.

Dans l'analyse de la transcription d'un discours oral, on pourrait croire que la délimitation est "automatique" : on construit la représentation spatiale à partir des concepts du texte enregistré. Mais si l'on étudie les relations que l'enseignant établit entre les concepts, que faire des interventions des élèves dont le professeur est nécessairement obligé de tenir compte ? Réciproquement, si l'on analyse les interventions des élèves, que faire de celles de l'enseignant ? Ceux-ci peuvent en effet avoir une influence en amenant une idée, en posant une question, en proposant un exercice.

Dans l'analyse de discours d'enseignants, nous n'avons pas pris en considération le discours des élèves. Nous avons fait l'hypothèse que l'enseignant, tout au long de son cours, intégrait les informations (verbales ou non verbales) que lui envoyaient les élèves.

Nous pourrions aussi construire ces types de représentation spatiale à partir de documents écrits (ouvrage de référence ou manuel scolaire). Dans ce

cas, le même concept peut être abordé à divers endroits. Pour délimiter le texte à analyser, il faut souvent se référer à plusieurs passages. De plus, dans les chapitres consacrés au concept envisagé, certains paragraphes traitent de concepts apparentés à celui que l'on aborde. Par exemple, dans le paragraphe consacré à l'étude du réflexe d'étirement et du réflexe tendineux, l'auteur de l'ouvrage *Anatomie et Physiologie humaines* (Marieb, 1993) aborde l'anatomie du fuseau neuromusculaire et du fuseau neurotendineux. Ces aspects ne sont pas pris en compte lors de la construction d'une carte conceptuelle, car ils n'interviennent pas directement dans la compréhension du concept de réflexe.

1. CONSTRUCTION DE LA CARTE CONCEPTUELLE OU COMMENT REPRÉSENTER UNE HIÉRARCHIE DE CONCEPTS RELIÉS ENTRE EUX ?

Nous pensons que l'objectif de la construction de la carte conceptuelle est de permettre de visualiser une logique disciplinaire développée dans un cours. Par logique disciplinaire, nous entendons la désignation des concepts abordés, la hiérarchisation de ceux-ci les uns par rapport aux autres ainsi que la formulation des liens établis entre eux.

1.1. Étapes de la construction

Isoler et choisir les "concepts" pertinents

"Un traceur de carte doit souvent transformer la connaissance à tracer de sa forme courante, linéaire en une forme hiérarchique dépendante du contexte. Avant que cela puisse être fait, le traceur doit d'abord identifier les concepts-clés, les arranger du général au particulier, et les relier à chaque autre dans une voie signifiante." (Wandersee, 1990)

Il s'agit donc, dans un premier temps, de relever, dans le texte délimité, les différents termes-pivots, qui expriment les concepts (au sens d'idée générale et abstraite d'un objet) abordés explicitement par l'(les) auteur(s). Dans le texte utilisé, on trouve par exemple : *stimulus, récepteur, centre nerveux...* Il faut remarquer que le choix des mots est arbitraire. Quels mots sélectionner (substantifs, adjectifs...) pour dépasser cette difficulté ?

Hiérarchiser les concepts

Il s'agit, au cours de la lecture du texte, de repérer les catégories plus générales (implicites ou explicites), susceptibles de permettre un regroupement de concepts, puis d'établir un classement des concepts du plus générique au plus spécifique, de manière à faire percevoir une certaine hiérarchie, pour arriver, en fin de liste, aux exemples. Lorsque l'enseignant dit :

"Comment est ce qu'on a entamé le système nerveux/ le premier chapitre c'était quoi on a étudié quelques comportements/ humains... voilà on a

décrit un certain nombre de comportements dont le réflexe du petit bébé/ et le comportement intelligent [...] la réalisation d'un réflexe nécessite les éléments suivants/ la stimulation de récepteurs un influx nerveux jusqu'à un centre nerveux/ élaboration d'un réflexe/ au niveau du centre/ propagation de l'influx/ dans les fibres motrices/ réponse d'un organe effecteur/",

nous considérons que *réflexe* est plus général que *effecteur*, moins général que *comportement humain* et d'un même niveau de généralité que *comportement intelligent*.

Hierarchiser des concepts n'est pas chose simple et a suscité chez nous plusieurs questions.

– Sur quels critères se base-t-on pour affirmer qu'un concept est plus "général" qu'un autre ? Par exemple qu'est-ce qui fait dire à Novak que le terme *molécule* est plus général que le terme *liquide* (cf. figure 1 de l'article de Jacobi et al. précité) ? Associe-t-il "général" à "formel" au sens piagétien du terme ?

– Sa modalisation correspond-elle à une lecture linéaire d'un texte ou à une réorganisation des connaissances par le concepteur de la carte en fonction d'une hiérarchie "universelle", spécifique d'une discipline ? Par exemple, comment les chercheurs ont-ils procédé pour construire la figure 1 évoquée plus haut ? En d'autres termes, existerait-il une hiérarchisation des concepts déterminée *a priori*, indépendante de la logique de leur présentation par l'enseignant, le(s) auteur(s) de manuel(s) scolaire(s) ou d'ouvrage(s) de référence ? Et indépendante du projet que ces derniers poursuivent ? Dans ce cas, des textes présentant des logiques tout à fait différentes pourraient conduire à la construction d'une même carte. La réalisation d'un certain nombre de cartes conceptuelles à propos d'un même concept a permis de mettre en évidence que l'on pouvait construire des hiérarchisations différentes.

Construire la carte

Construire la carte demande d'utiliser la liste ordonnée des concepts comme "guide hiérarchique" et les conventions d'écriture suivantes.

– Les concepts sont désignés par un nom commun, un adjectif ou un verbe, lorsque ces deux derniers sont employés comme substantifs, ou encore par un adjectif lorsqu'il précise un concept plus général, écrits en lettres minuscules, et entourés par des ellipses, des rectangles ou des triangles selon le choix du constructeur.

Dans la liste des mots qui expriment les concepts figurent des termes utilisés comme synonymes par l'auteur du discours (exemple : arc réflexe = réflexe). La carte ne fait pas apparaître les synonymes. Dans l'exemple, nous avons choisi de retenir le terme "réflexe" car son occurrence était plus élevée.

– Chaque forme ne contient qu'un mot, excepté les cas où la compréhension d'un mot seul prête à confusion (exemple : système nerveux central...).

– Les concepts sont reliés par des mots-liens : on forme ainsi des propositions représentées par des lignes sur la carte (exemples : le réflexe **a la fonction de** protection, le réflexe **nécessite** la moelle épinière...).

– Les exemples sont placés en bas de page.

La formulation des liens pose un problème. Dans l'ensemble, il est important de noter les liens tels qu'ils sont formulés par l'enseignant. Il est cependant assez rare que celui-ci, ou l'auteur d'un document écrit, utilise une seule formulation pour relier deux concepts entre eux. Dans l'exemple choisi, le lien établi par l'enseignant pour relier "récepteur" à "peau", est formulé de différentes manières : *"la peau est un récepteur"*, *"le récepteur est contenu dans la peau c'est pas toute la peau"*. Pour construire la carte, nous avons tenu compte du plus grand nombre d'occurrences d'une même formulation.

1.2. La carte conceptuelle présente un certain intérêt...

Que ce soit dans le cadre d'une formation d'enseignants ou dans celui d'une recherche en didactique, la carte conceptuelle permet de mettre en évidence les concepts envisagés par l'auteur. Un enseignant différent de celui dont nous avons analysé le cours aurait pu par exemple :

- au lieu de situer le réflexe par rapport aux systèmes nerveux central et périphérique, aborder les concepts de réflexe inné et acquis,
- présenter le réflexe comme mécanisme permettant de maintenir l'intégrité de l'organisme vivant.

La carte conceptuelle permet également de montrer la façon dont l'auteur hiérarchise les concepts entre eux : l'enseignant aurait pu aborder les systèmes nerveux central et périphérique lorsqu'il parlait des centres nerveux comme étant indispensables au mécanisme du réflexe.

Elle montre aussi la façon dont sont formulés les liens entre les concepts.

La carte conceptuelle présente en outre l'avantage de révéler d'éventuelles imprécisions ou lacunes conceptuelles. Dans l'exemple proposé, l'enseignant relie le réflexe uniquement à la moelle épinière. Or (van den Bosch, 1991), le réflexe est toujours accompagné d'une afférence sensorielle transmettant l'information au cerveau.

Elle peut également servir de guide permettant à l'enseignant de voir, en un coup d'œil, les concepts abordés et ceux qui doivent encore l'être, et peut être employée, par le futur enseignant, comme "contrôle" lors de la rédaction de documents à l'usage des élèves.

1.3. ... mais aussi des limites

La carte conceptuelle ne nous donne aucune information à propos de la façon dont les concepts sont abordés, de leur ordre de présentation, de l'importance accordée à chacun, des différentes formulations des liens entre concepts et de l'occurrence de chacun de ces liens.

2. CONSTRUCTION DU RÉSEAU TERMINOLOGIQUE OU COMMENT REPRÉSENTER LES ASSOCIATIONS TERMINOLOGIQUES D'UN PROFESSEUR ?

Si l'on veut analyser le discours oral d'un enseignant et son impact éventuel sur la conceptualisation de l'élève, il n'est pas suffisant de connaître la logique disciplinaire sous-jacente à ce discours. Il faut pouvoir visualiser la densité et le sens des liens formulés explicitement entre les termes par l'enseignant. Cette visualisation permettrait de faire des hypothèses concernant l'importance que celui-ci accorde à l'une ou l'autre relation.

De plus, en situation scolaire, le discours de l'enseignant n'est pas "hiérarchisé" du concept le plus général vers le moins général tel qu'on l'entend lorsqu'on construit une carte conceptuelle. Il était donc important de pouvoir rendre compte des associations de termes effectuées par le professeur au fil de son discours, quel que soit leur niveau de spécificité. Dans cette perspective, nous avons été amenés à construire le réseau terminologique dont nous décrivons les étapes de la réalisation.

2.1. Étapes de la construction

Isoler et choisir les termes pertinents

Lors de la construction de la carte conceptuelle, nous avons souligné la difficulté de choisir les termes-pivots qui expriment les concepts : absence de synonymie, caractère arbitraire du choix des termes-pivots. Il fallait donc préciser les règles de ce choix sans perdre de vue que le travail réalisé lors de cette étape est d'ordre linguistique.

Comme le dit L. Vézin (1986), "*ce qui est appris est un ensemble de concepts dont le langage est un indice*". Toutefois, nous sommes conscients que "*la notion de concept ne peut être réduite au sens des mots qui expriment les concepts. Les mots sont des symboles, les signes conventionnels de nos concepts, ils ne sont pas le lieu propre de la signification, celui-ci est nos concepts. Les mots servent à évoquer les concepts mais ils n'en sont pas la réalité.*" (Vézin, 1986)

Dans cette perspective, nous parlons plutôt d'isoler les termes qui expriment les concepts. "*Il s'agit d'unités lexicales dont le sens est défini par les spécialistes dans les textes de spécialité. Les termes n'admettront pas de synonymie autre que référentielle et tendront vers la monosémie. Il s'agit là non d'une propriété réelle du terme mais d'une propriété idéale. Les termes étant des unités lexicales définies, c'est-à-dire des mots ou des syntagmes lexicaux spécifiques, ils ne représentent, potentiellement, que certaines acceptations de l'aire sémantique de l'unité lexicale, à savoir celles qui sont définies par les spécialistes dans les textes de spécialité, et non par les lexicographes dans les dictionnaires généraux.*" (Kocoureck, 1982)

Mais comment choisir ces termes ?

Puisque “la langue scientifique est considérée comme un outil de communication fonctionnel, façonné par les seules exigences et contraintes particulières d’une discipline” (Jacobi, 1987), pour fixer nos critères de sélection des mots, il était nécessaire de nous tourner vers les caractéristiques de cette langue scientifique.

Celle-ci “a d’abord une remarquable précision sémantique. Cette précision a plusieurs conséquences : son lexique est plus étendu que celui de la langue commune. En outre, il fonctionne idéalement selon la loi de bi-univocité. C’est-à-dire que chaque concept ou notion a un seul nom et réciproquement chaque mot correspond à une seule chose” (Jacobi, 1987). Il faut cependant souligner que la langue de spécialité partage certaines de ses ressources avec la langue courante et que la polysémie, par exemple, si caractéristique de la langue usuelle, n’est pas absente de la langue de spécialité (exemple : dans la transcription du discours que nous analysons dans ces lignes, le professeur de biologie n’hésite pas à utiliser le terme *information* pour désigner successivement une stimulation, un stimulus neutre ou encore un excitant absolu).

Dans la langue de spécialité, on trouvera donc “la composition savante de noms scientifiques, la spécialisation d’un terme de la langue commune, l’emprunt à une langue étrangère” (Jacobi, 1987).

Les termes dont nous tenons compte pour la construction du réseau terminologique appartiennent d’une part au domaine conceptuel étudié (ici, le réflexe et par extension le système nerveux), et d’autre part, à la langue de spécialité ou au langage courant lorsqu’ils sont “l’équivalent” d’un terme de la langue de spécialité (exemple : *cerveau* et *encéphale*).

Conventions d’écriture

– Les termes exprimant les concepts sont écrits en lettres minuscules et sont entourés par des ovales (dans l’exemple de réseau terminologique donné en annexe 2, les ovales foncés attirent l’attention sur les termes où arrivent ou dont partent beaucoup de liens). Précisons encore que le choix de l’ovale est tout à fait arbitraire, car il ne correspond ni à une distinction grammaticale, ni à une logique d’organisation bien précise.

– Nous n’avons retenu comme “terme-pivot” que les formes nominales simples (exemple : *réflexe*), excepté dans les cas où la compréhension de ces formes simples prêtent à confusion (exemples : *influx nerveux*, *moelle épinière*...).

C’est en toute conscience que nous avons fait ce choix et si nous l’avons fait, c’est d’une part, parce que nous pensons comme Georges Vignaux (1976) que les expressions nominales simples que nous avons retenues, c’est-à-dire les substantifs, permettent de dégager plus facilement des “entités”, des “substances” que les expressions nominales complexes. D’autre part, cette façon de procéder nous a permis d’éviter de mélanger diverses catégories grammaticales dans les représentations spatiales étudiées, sans compter les difficultés de représentation que la prise en compte de ces formes langagières aurait créées.

- Nous limitant à l'analyse des termes, nous n'avons pas pris en considération les exemples de molécules, pas plus qu'une partie de la grammaire iconographique (fonctions mathématiques, lettrage symbolique).
- Les termes sont reliés par des lignes.
- Des flèches sont ajoutées sur les lignes reliant les termes. Cela permet de mettre en évidence le sens privilégié de la relation entre termes.
- Des nombres sont également disposés sur ces lignes et correspondent au numéro de ligne du corpus transcrit dans laquelle se trouvent les termes reliés.

Construction du réseau terminologique

Le corpus transcrit est lu linéairement par le chercheur. Au fur et à mesure de la lecture du corpus, les termes employés par le professeur sont reportés dans un tableau. S'ils sont reliés à d'autres termes, et uniquement dans ce cas-là, ils sont inscrits sur le réseau, dans un ovale.

Au fil de la lecture, les mêmes termes, reliés à d'autres termes, se rencontrent à nouveau. Chaque fois que nous repérons un lien entre eux, nous dessinons celui-ci à côté des autres liens préexistants, à l'aide d'un trait. Dans les deux prises de parole suivantes :

Exemple 1 : L0 le point deux montre / que le *nerf sciatique* conduit des *influx* | – *centrifuges* [SC, L. 941]

Exemple 2 : L0 OK donc le *nerf sciatique* est le *conducteur moteur* [SC, L. 1115]

nous relevons trois termes (*nerf sciatique*, *influx centrifuges*, *conducteur moteur*) et deux liens entre d'une part, *nerf sciatique* et *influx centrifuges* et d'autre part, *nerf sciatique* et *conducteur moteur*. Sur le réseau, nous inscrivons ces relations de la manière suivante :

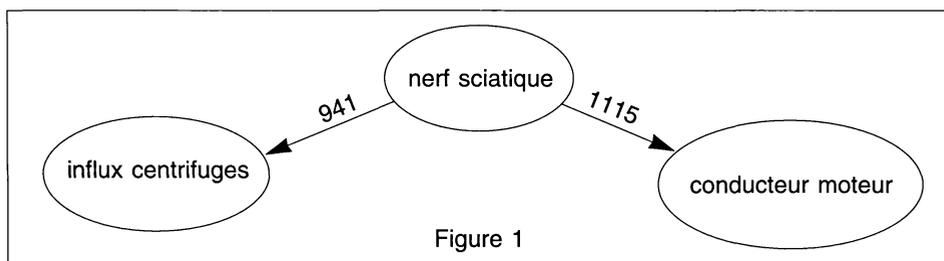


Figure 1

Précisons que la construction ne suit pas une logique linéaire et que la disposition des termes sur le réseau ne suit aucun ordre particulier. Dès que le terme apparaît, nous le notons sur l'espace resté libre.

Nous présentons le réseau terminologique d'un cours de biologie d'une heure en annexe 2 ¹.

¹ Les corpus étudiés se composent en moyenne d'une quinzaine de pages, nous n'avons pas pu les insérer en annexe. Toutefois, les corpus transcrits et les cassettes audio correspondantes sont disponibles au Laboratoire de Pédagogie des Sciences de Louvain-la-Neuve.

2.2. Intérêts du réseau terminologique

Rappelons que cet outil a été inventé pour les besoins d'une recherche visant notamment à décrire le discours oral du professeur de sciences dans sa classe. Les résultats obtenus grâce à l'utilisation du réseau terminologique sont développés dans un article à paraître (Évrard et al., à paraître). Nous nous contenterons de souligner ici quelques tendances générales, que nous illustrerons à partir d'exemples provenant du corpus de biologie analysé dans le cadre de cet article.

L'utilisation des réseaux a permis de mettre en évidence l'emploi de termes scientifiques considérés par l'enseignant comme de véritables pré-requis indispensables à la compréhension de la notion de réflexe (*nerf, neurone, moelle épinière...*) puisqu'il ne les définit pas lors de son cours.

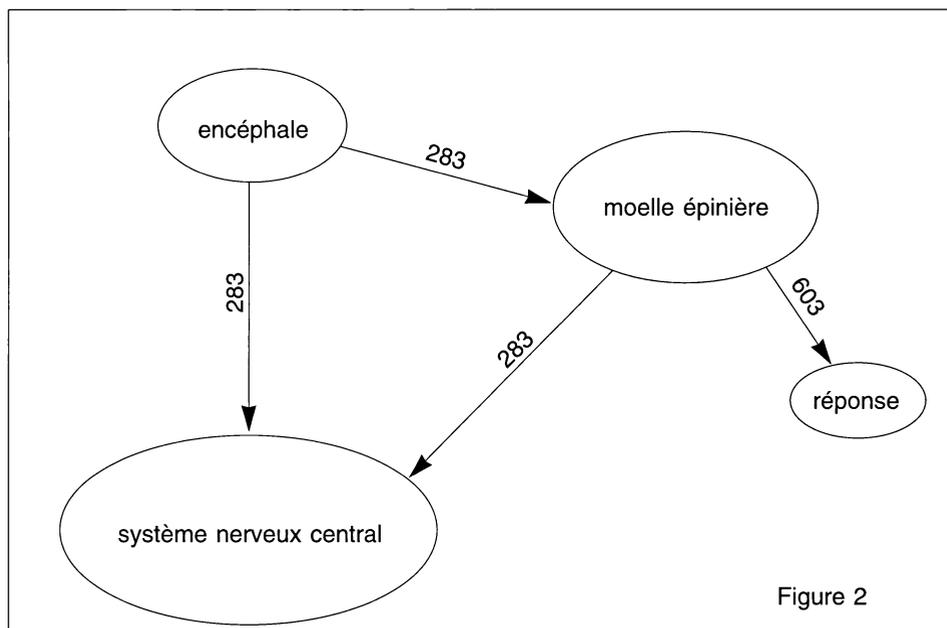
Ces réseaux ont fait apparaître un nombre impressionnant de termes introduits en une heure de cours, mais aussi l'absence de termes qu'on s'attendait à rencontrer, mais dont il existe des reformulations dans le corpus (par exemple, les termes *neurone moteur, neurone sensitif et neurone d'association*).

Ils permettent également de constater que certains termes revêtent un statut "périphérique", "central" ou "satellite". Nous entendons par terme périphérique un terme relié une seule fois sur la carte à un autre terme, autrement dit un terme dont ne part ou n'arrive qu'un seul lien (exemple : *conducteur moteur*) ; par terme central un terme où arrive ou dont part un nombre important de liens (exemple : *information*). Nous avons dénommé "satellites" deux termes reliés uniquement entre eux, mais non reliés au reste du réseau terminologique (exemples : *péricaryon et corps cellulaire*).

Les réseaux terminologiques rendent compte des termes exploités pour exprimer un concept, des liens énoncés entre ces termes en conservant la chronologie factuelle de leur apparition dans le discours. Par exemple (cf. annexe 2), si on observe les nombres apparaissant sur les traits reliant *nerf sciatique* et *information* (880-886-887-935-953), on constate que le professeur établit un lien entre ces deux termes à des moments d'énonciation très proches. Par contre, le professeur établit un lien entre *stimulus* et *réponse* en début (155) et vers le milieu du cours (615-752), c'est-à-dire à des moments relativement espacés. Dans la majorité des cas, on constate cependant que le professeur réalise ces associations à des moments temporellement proches. Ce qui nous laisse supposer qu'après avoir insisté sur le lien existant entre deux termes, l'enseignant passe à autre chose, sans aucune autre sorte de rappel.

Les réseaux terminologiques permettent de plus de quantifier la densité de la liaison entre deux termes et met en évidence des structures de liens, dyades et triades, dans lesquelles des termes sont reliés deux à deux ou trois à trois. Pour mieux cerner ces notions, nous donnons un exemple du réseau présenté.

Dans cet exemple, nous dégageons quatre dyades : *encéphale-moelle épinière, encéphale-système nerveux central, système nerveux central-moelle*



épinière, moelle épinière-réponse et une triade : *encéphale-moelle épinière-système nerveux central*. Ces structures montrent le niveau de complexité d'organisation des concepts, étant entendu qu'une triade présente une organisation plus complexe qu'une dyade.

Le nombre de liens entre termes, quant à lui, nous indique la densité de ces liens. Ainsi, la dyade *moelle épinière-réponse* dénombre un lien contre deux dans les trois autres dyades. Nous émettons l'hypothèse que plus le nombre de liens est élevé, plus le professeur insiste sur la relation entre concepts.

Par comparaison entre les corpus analysés dans le cadre général de la recherche entreprise, nous avons constaté que les enseignants privilégiaient les relations dyadiques simples, c'est-à-dire les relations entre deux termes seulement et à une seule occurrence. Nous avons de même dégagé des structures dyadiques et triadiques communes. Sont-elles le reflet d'une stratégie commune ou dépendent-elles uniquement des personnalités des enseignants ou encore de l'option du cours ?

Le sens des flèches attribué aux traits reliant les termes présente aussi un intérêt. Il permet de constater que certains liens se font toujours dans le même sens. Par exemple, les liens partent toujours d'*encéphale* vers *réflexe*, de *nerf sciatique* vers *information*, de *centre nerveux* vers *substance blanche* et *substance grise*... Sans vouloir en tirer des conclusions hâtives, ne pourrait-on pas y voir un manque de diversité dans la manière de présenter un savoir savant aux élèves ?

Les nombres apparaissant sur les traits établis entre termes nous permettent de re-contextualiser le moment d'énonciation et d'analyser les liens entre termes d'un point de vue sémantique et grammatical. L'analyse de ces liens est primordiale. En effet, les représentations graphiques mises au point jusqu'à ce jour élaquent très souvent les données linguistiques.

Ces réseaux terminologiques ont donc le mérite d'attirer l'attention sur les termes abordés ou non abordés, sur les termes reliés ou non reliés, voire isolés, sur les liens manquants, la densité et la complexité des liens entre termes, le statut central, périphérique ou satellite de certains termes-pivots.

Nous avons confronté certains professeurs avec les réseaux terminologiques de leur cours. Cette confrontation s'est révélée très intéressante. Ainsi, certains d'entre eux, après avoir parcouru leur réseau et celui des autres enseignants, se sont aperçus qu'ils utilisaient des termes considérés par eux comme superflus au détriment de termes jugés plus utiles, présents chez les autres professeurs.

3. POUR CONCLURE

Dans cet article, nous avons voulu mettre en évidence l'intérêt et les limites de deux types de représentations spatiales de concepts utilisés en recherche en didactique et/ou en formation d'enseignants. La carte conceptuelle met particulièrement l'accent sur la logique disciplinaire sous-jacente au discours didactique oral ou écrit. Le réseau terminologique permet de visualiser les liens effectivement formulés par l'enseignant entre les termes, la densité et le sens de ces relations entre termes.

Ces deux outils ne sont donc pas comparables mais complémentaires. En les décrivant, nous avons voulu montrer qu'une fois de plus, l'emploi d'un outil dépend des objectifs que l'on poursuit. Nous pensons que ces outils sont opérationnels puisqu'ils permettent de se poser de nouvelles questions, tant du point de vue de la recherche que de celui de la formation des enseignants.

Dans l'état actuel de notre recherche, nous pensons à la conception d'une grille d'analyse qui nous permettrait d'établir une classification sémantique de ces liens et de déterminer quelles formes grammaticales ces liens revêtent. Nous pensons pouvoir mettre en évidence, par exemple, l'utilisation constante de certains verbes avec certains concepts bien précis, dans certaines disciplines. Dans nos corpus, lorsque le professeur explique le passage de l'information à travers le système nerveux, c'est le verbe *véhiculer* que ce dernier utilise dans la majorité des cas. Pourquoi ? Quelles représentations se cachent derrière cet emploi récurrent ? Ces liens sont-ils explicitement formulés dans le texte ou sont-ils inférés à partir de ce qui a été dit ? Au cours des diverses reformulations qui ont lieu lors d'un cours, les liens entre les deux termes d'une dyade sont-ils de même nature ? Sont-ils répétés ?

À côté des avantages énoncés ci-dessus, il faut se poser la question de la rentabilité de ces deux outils. Sont-ils vraiment lisibles ? Visent-ils une

efficacité de diffusion, de communication optimale ? S'ils présentent des qualités non négligeables, ils n'offrent aucune information sur la construction du raisonnement, les procédures de reformulation employées par l'enseignant pour éclaircir ses propos, les termes isolés (non reliés), les glissements sémantiques et les emplois impropres. Toutefois, ces informations sont acquises lors de la construction de ces représentations.

Les règles que nous venons d'énoncer et les questions qu'elles ont suscitées montrent qu'il n'est pas aisé de construire une carte conceptuelle ou un réseau terminologique (le choix des termes à prendre en considération, par exemple, a été l'objet de longues discussions). Quoi qu'il en soit, nous pensons que la technique des cartes conceptuelles ou de tout autre type de représentation spatiale de concepts est intéressante, pour autant que les chercheurs aient déterminé les objectifs poursuivis par l'application d'un tel outil et précisé les règles de construction de manière à ce que chacun puisse l'utiliser.

BIBLIOGRAPHIE

ANNERAED H. (1994). *Approche lexico-sémantique du concept de réflexe*. Mémoire inédit. Louvain-la-Neuve, Université catholique de Louvain.

BANERJEE A.C. (1991). Misconceptions of students and teachers in chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, vol. 13, n° 4, pp. 487-494.

DE BUEGER-VANDER BORGHT C. (1992). Utilité des cartes conceptuelles. Quelle utilité peuvent-elles avoir pour l'analyse de manuels scolaires dans le cadre de la formation des maîtres ? *FOCEN (Formation Continué des Professeurs d'École Normale)*, vol. 1, n° 4, pp. 36-51.

DE BUEGER-VANDER BORGHT C. & MABILLE A. (1989). The evolution in the meanings given by Belgian secondary schools pupils to biological and chemical terms. *International Journal of Science Education*, vol. 11, n° 3, pp. 347-362.

DION M., FONTANEL M., GIRARD L., MARTIN J., NOARS P. & R., TEYSSIER F., THOMAS R. (1983). *Biologie. Terminale D*. Paris, Nathan.

ÉVRARD N. (1993). *Communication d'un savoir scientifique en classe : de la verbalisation au concept d'équilibre chimique. Outil descriptif de trois discours d'enseignants*. Mémoire de DEA inédit. Louvain-la-Neuve, Université catholique de Louvain.

ÉVRARD N., HUYNEN A.-M., EVRARD T., LAMBERT J. & de BUEGER-VANDER BORGHT C. (à paraître). Communication d'un savoir scientifique en classe. De la verbalisation au concept de l'équilibre chimique. *Didaskalia*.

FRANCARD M. & PERONNET L. (1989). La transcription de corpus oraux dans une perspective comparative. La démarche du projet PLURAL. In *Actes du colloque de Laval, 7-8-9 décembre 1988*. Québec, CIRB, Relais, pp. 295-307.

GUSSARSKY E. & GORODETSKY M. (1990). On the concept "chemical equilibrium" : the associative framework. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 27, n° 3, pp. 197-204.

HEINZE-FRY J.A. & NOVAK D. (1990). Concept mapping brings long-term movement toward meaningful learning. *Science Education*, vol. 74, n° 4, pp. 461-472.

HORTO P.B., MC CONNEY A.A., GALO M., WOODS A.L., SENN G.J. & HAMELIN D. (1993). An investigation of the effectiveness of concept mapping as an instructional tool. *Science Education*, vol. 77, n° 1, pp. 95-111.

JACOBI D. (1987). *Textes et images de la vulgarisation scientifique*. Berne, Peter Lang.

JACOBI D. (1992). Dresser une carte de concepts : effets linguistiques et sémiotiques. *FOCEN (Formation Continué des Professeurs d'École Normale)*, vol. 1, n° 4, pp. 52-64.

KOCOUREK R. (1982). *La langue française de la technique et de la science*. Wiesbaden, Brantsletter Verlag, La Documentation Française.

LECLERC L.-P., BESANCON J. & NIZET I. (1993). Élaboration de modèles conceptuels adaptés à l'enseignement professionnel : une application en agrotechnique. *Aster*, n° 15, pp. 101-119.

LEMKE J.L. (1990). *Talking science. Language, learning, and values*. New Jersey, Ablex publishing corporation.

MARIEB N. (1993). *Anatomie et physiologie humaines*. Bruxelles, De Boeck.

MARKHAM M. (1994). The concept map as a research and evaluation tool : further evidence of validity. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 31, n° 1, pp. 91-101.

MASON C.L. (1992). Concept mapping : a tool to develop reflective science instruction. *Science Education*, vol. 76, n° 1, pp. 51-63.

NOVAK J. & GOWIN D.B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge University Press.

NOVAK J.D., GOWIN B. & JOHANSEN G.T. (1983). The Use of Concept Mapping and Knowledge Use Mapping with Junior High School Science Students. *Science Education*, vol. 67, n° 5, pp. 625-646.

PATON R.C. (1993). Understanding biosystem organisation. Part 1 : Verbal relations. *International Journal of Science Education*, vol. 15, n° 4, pp. 395-410.

PATON R.C. (1993). Understanding biosystem organisation. Part 2 : Towards a theoretical framework. *International Journal of Science Education*, vol. 15, n° 6, pp. 637-653.

ROLLNICK M. & RUTHERFORD M. (1993). The use of conceptual change model and mixed language strategy for remediating misconceptions on air pressure. *International Journal of Science Education*, vol. 15, n° 4, pp. 363-381.

ROSS B. & MUNBY H. (1991). Concept mapping and misconceptions : a study of high-school students' understandings of acids and bases. *International Journal of Science Education*, vol. 13, n° 1, pp. 11-23.

ROTH W.M. (1992). Comments to the "Methodological limitations for the use of expert systems techniques in science education research". *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 29, pp. 629-632.

ROTH W.M. & ROYCHOUDHURY A. (1992). The social construction of scientific concepts or the concept map as conscription device and tool for social thinking in high school science. *Science Education*, vol. 76, n° 5, pp 531-557.

ROTH W.M. & ROYCHOUDHURY A. (1993). The concept map as a tool for the collaborative construction of knowledge : a microanalysis of high school physics students. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 30, n° 5, pp. 503-534.

STENSVOLD M.S. & WILSON J.T. (1990). The interaction of verbal ability with concept mapping in learning from a chemistry laboratory activity. *Science Education*, vol. 74, n° 4, pp. 473-480.

STEWART J., VAN KIRK J. & ROWELL D. (1979). Concept maps : a tool for use in biology teaching. *The American Biology Teacher*, n° 41, pp. 171-175.

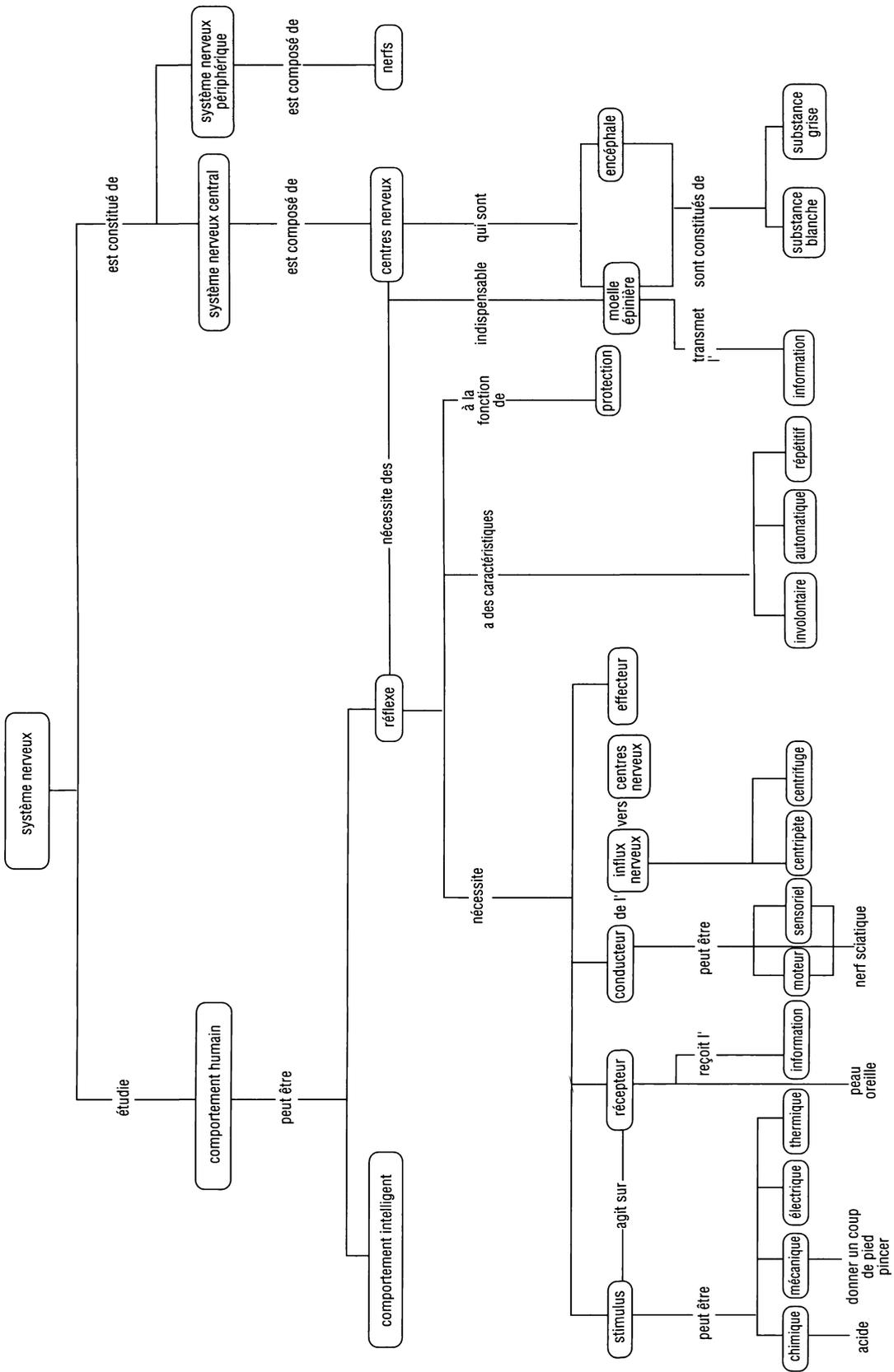
VAN DEN BOSCH DE AGUILAR P. (1990). *Morphologie fonctionnelle du système nerveux*. Cours inédit. Louvain-la-Neuve, Université catholique de Louvain.

VÉZIN L. (1986). *Communication des connaissances et activité de l'élève*. Saint-Denis, Presses Universitaires de Vincennes.

VIGNAUX G. (1976). *L'argumentation : essai d'une logique discursive*. Genève, Droz.

WANDERSEE J.H. (1990). Concept mapping and the cartography of cognition. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 27, n° 10, pp. 923-936.

WILLERMAN M. & MAC HARG R.A. (1991). The concept map as an advance organizer. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 28, n° 8, pp. 705-711.



Annexe 1 : Exemple de carte conceptuelle

