

# Changement conceptuel chez des enseignants en situation de développement professionnel : une méthode d'analyse

Colette Deaudelin, Jeanne Richer and Marc Dussault

Volume 8, Number 1, 2005

Les pratiques de formation initiale en didactique du français langue d'enseignement

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1018164ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/1018164ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Faculté d'éducation, Université de Sherbrooke

ISSN

1911-8805 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Deaudelin, C., Richer, J. & Dussault, M. (2005). Changement conceptuel chez des enseignants en situation de développement professionnel : une méthode d'analyse. *Nouveaux cahiers de la recherche en éducation*, 8(1), 169–185. <https://doi.org/10.7202/1018164ar>

Article abstract

The links between teachers' practice and their conceptions of teaching have steered research towards the analysis of conceptual changes in teachers. A process of educating researchers in the analysis of conceptual networks demonstrated gaps in the classical analytic procedure as found in the research literature. This article reviews problems encountered in applying the procedure and presents the solutions that led to the development of an analytic procedure for conceptual networks that offers good interrater reliability.



## **Changement conceptuel chez des enseignants en situation de développement professionnel : une méthode d'analyse**

**Colette Deaudelin**

Université de Sherbrooke

**Jeanne Richer et Marc Dussault**

Université du Québec à Trois-Rivières

**Résumé** – Les liens entre la pratique des enseignants et leurs conceptions de l'apprentissage ont orienté les travaux de recherche vers l'analyse du changement conceptuel chez les enseignants. Une démarche de formation de chercheurs à l'analyse de réseaux conceptuels a montré les lacunes de la procédure classique d'analyse que proposent des écrits. Le présent texte fait état des problèmes rencontrés lors de l'application de cette procédure et précise les solutions qui ont mené à l'élaboration d'une procédure d'analyse de réseaux conceptuels présentant une bonne fidélité interjuge.

**Abstract** – The links between teachers' practice and their conceptions of teaching have steered research towards the analysis of conceptual changes in teachers. A process of educating researchers in the analysis of conceptual networks demonstrated gaps in the classical analytic procedure as found in the research literature. This article reviews problems encountered in applying the procedure and presents the solutions that led to the development of an analytic procedure for conceptual networks that offers good interrater reliability.

## Introduction – Problématique

Les changements importants que connaissent les systèmes scolaires occidentaux confèrent une grande importance au développement professionnel des enseignants. En nous appuyant sur Day (1999), nous définissons le développement professionnel comme l'ensemble des expériences et activités d'apprentissage que vivent des enseignants tout au long de leur carrière et qui les rendent capables d'apprendre par eux-mêmes de manière à analyser et à bonifier continuellement leur pratique. Comme l'indique cette définition, l'une des finalités du développement professionnel réside dans l'amélioration de la pratique de l'enseignant. Or plusieurs recherches montrent l'importance de variables, en relation avec la pratique des enseignants, qui doivent être prises en compte. Dans ces recherches, les variables qui relèvent de la cognition des enseignants sont désignées par diverses expressions : les croyances (Franke, Fennema et Carpenter, 1997 ; Pajares, 1992 ; Tillema, 1995), les construits (Delia, O'Keefe et O'Keefe, 1982) et les conceptions (Charlier, 1998 ; Tillema et Knol, 1997). Ce dernier terme renvoie à tout un domaine de recherche, celui du changement conceptuel dont traite le présent texte.

Au cours des dernières décennies, les recherches sur le changement conceptuel ont plutôt porté sur l'apprentissage des élèves en sciences, comme en témoignent des ouvrages récents (Guzzette et Hynd, 1998 ; Schnotz, Vosniadou et Carretero, 1999). Quelques travaux européens (Tillema et Knol, 1997) et américains (Howley et Meadows, 1998) examinent l'apprentissage des enseignants sous cet angle.

Malgré la multitude de travaux ayant porté sur l'analyse du changement conceptuel, une recherche menée avec des enseignants du primaire a fait ressortir des lacunes ou des imprécisions sur le plan de l'analyse du changement conceptuel. Celles-ci nous ont amenés à assurer une meilleure opérationnalisation de l'une des méthodes largement utilisées dans ce domaine de recherche : la méthode d'analyse des réseaux conceptuels. Cette démarche apparaît d'autant plus importante qu'aucun écrit n'aborde, à notre connaissance, les problèmes que pose une telle forme d'analyse. Le texte qui suit vise à présenter l'opérationnalisation qui en a été faite.

## 1. Cadre conceptuel

Le cadre conceptuel présenté dans les paragraphes qui suivent retrace différentes perspectives théoriques et précise la définition du changement conceptuel retenu dans la présente recherche<sup>1</sup>.

### 1.1 Perspectives théoriques et définition

Les études sur le changement conceptuel et sur les conceptions ont été menées à partir de diverses perspectives théoriques telles qu'une perspective phénoménologique (Boulton-Lewis, Smith, McCrindle, Burnett et Campbell, 2001), constructiviste (Charlier, 1998), socioconstructiviste (Chinn, 1998) ou encore socioculturelle (Kelly et Green, 1998). Malgré cette diversité de perspectives, la plupart des recherches dans le domaine du changement conceptuel en sciences

---

1 Cette recherche a été réalisée grâce à une subvention du Fonds pour la formation de chercheurs et l'aide à la recherche (FCAR-FQRSC) du Québec. Nous tenons à remercier madame Liza Henry qui a collaboré à ces travaux.

s'appuient sur une théorie cognitive. Dans la présente étude, l'analyse du changement conceptuel s'inscrit dans une perspective cognitive tout en tirant profit de certaines distinctions conceptuelles d'auteurs dont les travaux s'inscrivent dans une perspective constructiviste.

À partir des analyses conceptuelles réalisées par Tyson, Venville, Harrison et Treagust (1997) et par Hoz et Yokhnovetsky (2001), le changement conceptuel est défini comme une modification des représentations mentales d'une personne. Ces représentations sont constituées de construits et des relations entre ceux-ci. Le changement conceptuel peut se situer à divers degrés. Plusieurs auteurs en distinguent trois qui, malgré les expressions par lesquelles ils sont désignés, renvoient : 1) à une simple addition, 2) à une faible restructuration et 3) à une restructuration importante (Tyson *et al.*, 1997).

## 1.2 Analyse du changement conceptuel

La mesure de l'évolution des conceptions chez la personne peut s'appuyer sur deux ensembles d'écrits : ceux portant sur une approche constructiviste de la connaissance et ceux traitant d'outils d'analyse du changement conceptuel.

Delia *et al.* (1982) traitent du développement cognitif dans une perspective constructiviste<sup>2</sup> qui reflète une orientation structurale et développementale. Ils proposent des caractéristiques qui permettent de juger de la qualité des conceptions ou construits d'une personne. Selon eux, un système cognitif qui se développe devient plus abstrait, plus complexe et plus organisé. Par exemple, un plus grand degré d'abstraction d'un sous-système de conceptions relatif à la personne humaine se manifestera par un passage de conceptions traitant de comportements concrets à d'autres, plus abstraits, portant sur des dimensions psychologiques ou motivationnelles chez la personne humaine. Une plus grande complexité se traduira par davantage de différenciation et, conséquemment, par une évaluation et un jugement qui deviendront plus fins et détaillés. Une plus grande organisation conduit à davantage d'intégration, c'est-à-dire à un ensemble plus exhaustif de construits. Nous pouvons donc retenir les six dimensions suivantes : l'abstraction, l'exhaustivité, la complexité, l'organisation, l'intégration et la spécificité.

En ce qui a trait à l'analyse de l'évolution du changement conceptuel, de nombreux travaux sur le développement professionnel et le changement conceptuel montrent la pertinence de recourir au réseau conceptuel (Beyerbach et Smith, 1990 ; Hoz, Tomer et Tamir, 1990 ; Janssens et Kelchtermans, 1995 ; Kim, Germann et Patton, 1998 ; Markham, Mintzes et Jones, 1994 ; Meijer et Verloop, 1995 ; Novak, 1990).

Le réseau conceptuel peut prendre plusieurs formes. L'une de celles-ci est le réseau hiérarchique qui part d'un concept central, plus englobant, à d'autres plus spécifiques. La figure 1 montre un exemple d'un réseau conceptuel ayant comme concept principal « l'eau ». Ce concept renvoie à d'autres plus spécifiques tels ceux de vivants, de molécules et d'états. Trois relations réunissent ces derniers au concept principal. Ces trois relations peuvent être exprimées par les trois propositions suivantes : « l'eau est nécessaire aux vivants » ; « l'eau est composée de molécules » ; « l'eau est caractérisée par des états ». Le nombre de concepts issu du concept principal

---

2 Bien qu'ils décrivent une approche constructiviste de la communication, les principes qu'ils y présentent se veulent généraux, la communication n'étant que le domaine d'application.

forme autant de « branches » : l'exemple présenté illustre un réseau comptant trois branches. Les relations sont le plus souvent descendantes, partant du plus général vers le plus spécifique. Elles peuvent également être « croisées », c'est-à-dire réunir deux concepts de branches différentes. L'exemple présenté à la figure 1 illustre une relation croisée entre un concept de la branche de gauche (plantes) et un autre de la branche de droite (gaz). Cette relation croisée forme la proposition « Les plantes produisent du gaz ». Enfin, un réseau peut également inclure des exemples à la fin de chaque branche : c'est le cas des termes « truite », « vapeur » et « neige ».

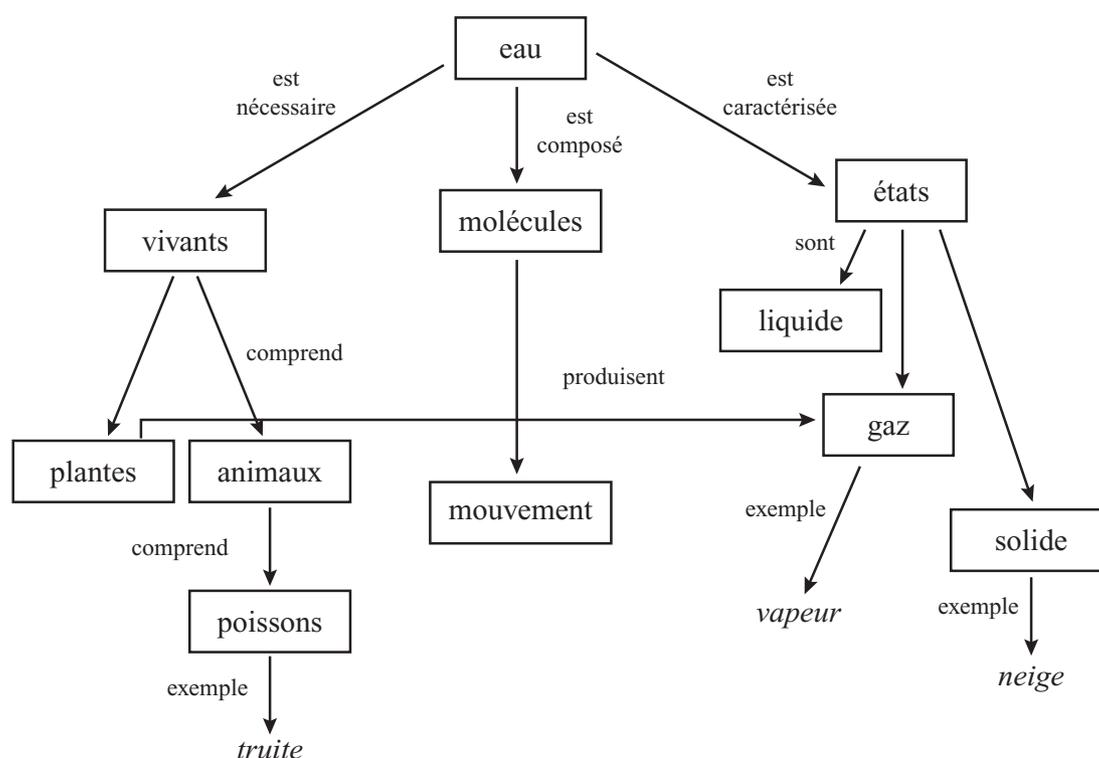


Figure 1 – Exemple d'un réseau conceptuel

Parmi les critères permettant l'évaluation d'un réseau conceptuel, Novak et Gowin (1984) proposent la prise en compte du nombre de relations valides, du nombre de niveaux hiérarchiques, du nombre de relations croisées ainsi que du nombre d'exemples. Markham, Mintzes et Jones (1994) ainsi que Beyerbach et Smith (1990) ajoutent les critères suivants : nombre de concepts et nombre de branches. On y ajoute aussi d'autres éléments d'analyse spécifiques à la recherche menée, tels le nombre de termes techniques utilisés ou le nombre de termes les plus souvent utilisés (Beyerbach et Smith, 1990).

En se référant aux dimensions de Delia *et al.* (1982), comme le montre le tableau 1, l'exhaustivité des connaissances peut être prise en compte par le nombre de concepts et le nombre de relation valides. La complexité d'un réseau peut être mise en lien avec le critère « nombre de branches ». L'organisation d'un réseau se concrétise par le nombre de niveaux hiérarchiques. Le niveau d'intégration dont témoigne un réseau transparait à travers le nombre de relations croisées. Enfin, le nombre d'exemples indique le degré de spécificité d'un réseau<sup>3</sup>.

3 Le critère « niveau d'abstraction » n'a pas été retenu, car aucun des auteurs ayant fait usage du réseau conceptuel comme outil de recherche n'y fait référence.

**Tableau 1**  
**Dimensions évaluées et critères d'évaluation**

Dimensions	Critères
Exhaustivité (état des connaissances)	Nombre de concepts (critère 1)
	Nombre de relations valides (critère 2)
Complexité (étendue)	Nombre de branches (critère 3)
Organisation ( <i>knowledge subsumption</i> )	Hierarchies (critère 4)
Intégration (cohésion, intégration conceptuelle)	Nombre de relations croisées (critère 5)
Spécificité des connaissances	Exemples (critère 6)

## 2. Méthode d'opérationnalisation de la procédure d'analyse de réseaux conceptuels

La méthode présentée ici est celle de l'opérationnalisation de la procédure d'analyse des réseaux conceptuels. Nous décrivons d'abord succinctement le contexte de recherche qui a permis de réaliser ce travail méthodologique et, ensuite, la démarche qui a conduit à cette opérationnalisation.

### 2.1 Contexte de la recherche

Le travail d'opérationnalisation d'une méthode d'analyse des réseaux conceptuels a été réalisé dans le cadre d'une recherche visant la mise à l'essai d'une stratégie de développement professionnel auprès d'enseignants. Cette stratégie voulait amener les enseignants participants à prendre conscience de leur propre processus de l'apprentissage et de leur modèle d'enseignement.

Deux groupes d'enseignants volontaires ont participé à cette recherche. Ces groupes étaient composés respectivement de 6 et de 14 enseignants intervenant dans le domaine de la formation professionnelle aux niveaux collégial et secondaire. Pour chacun de ces groupes, la formation s'est échelonnée respectivement sur cinq et sur sept mois.

Les données ont été recueillies par le biais de deux réseaux conceptuels réalisés lors des première et dernière rencontres de formation, selon la méthode proposée par Novak et Gowin (1984). Pour amener les enseignants à exprimer leurs conceptions de l'apprentissage, on leur demandait de faire la liste des concepts qu'ils associent à ce concept principal. Par la suite, on leur demandait d'organiser ces concepts en partant du plus général (apprentissage), en haut du réseau, aux plus spécifiques, vers le bas du réseau. Les enseignants pouvaient terminer leurs réseaux en apportant des exemples.

### 2.2 Démarche de formation des chercheurs et difficultés rencontrées

L'opérationnalisation de la procédure d'analyse des réseaux conceptuels a été réalisée lors de la formation des assistantes de recherche, deux étudiantes respectivement à la maîtrise et au doctorat, devant procéder à l'analyse de réseaux conceptuels. Cette formation est apparue essentielle afin de pouvoir juger de la fidélité interjuge du codage.

La démarche de formation de chercheurs réalisée dans la présente recherche s'inspire de celle décrite par certains auteurs qui se sont intéressés à la phénoménologie (Bachelor et Joshi, 1986). Notre démarche, qui se veut itérative, comprend essentiellement les étapes suivantes : codage individuel des données d'un ou de quelques réseaux selon l'état d'avancement de la formation, comparaison de la codification des réseaux en fonction de chacun des critères de la grille, identification des difficultés et opérationnalisation des éléments qui posent problème. Soulignons que cette démarche a été appliquée sur un ensemble de dix réseaux conceptuels développés par des enseignants et portant sur le thème de l'apprentissage. Ces données ne faisaient cependant pas partie du corpus de la recherche. De façon plus précise, la démarche utilisée est décrite dans les lignes qui suivent. On y indique les questions soulevées à chacune des quatre étapes. Les réponses données à ces questions ont mené, tout au long de processus de formation, à de nouvelles versions de la procédure d'analyse. Au terme de la formation, toutes ces versions ont conduit à la procédure d'analyse qui sera présentée à la section « Procédure d'analyse des réseaux » et synthétisée à l'annexe 1.

### 2.3 Étape 1

Lors de cette première rencontre, on a procédé à la présentation et à l'examen de la grille d'analyse initiale telle que proposée dans les écrits. Ensuite, le codage du réseau 1 a été réalisé. Cette première étape a d'abord fait surgir le besoin de se donner des définitions opérationnelles pour chacun des critères (voir tableau 2). Les principales questions qui ont surgi à cette étape concernaient l'utilisation d'un référentiel à partir duquel les codeurs pourraient juger de la validité des relations (critère 2), du calcul du nombre de niveaux hiérarchiques (critère 4) et du nombre de concepts contenus dans le réseau (critère 1). Chacun des deux codeurs devait procéder individuellement au codage du réseau 2 avant la rencontre suivante, en tenant compte de la procédure précisée lors de cette première rencontre. Un pointage était attribué à chacun des critères.

**Tableau 2**  
**Critères d'analyse des réseaux conceptuels et nombre de points accordés**

	<b>Critères</b>	<b>Définitions sommaires</b>	<b>Pointage</b>
1.	Concepts	Nombre de concepts du réseau	1
2.	Relations	Validité de la relation entre deux concepts	1
3.	Branches	Ramifications d'un concept principal	3
4.	Niveaux	Hiérarchisation des concepts	5
5.	Relations croisées	Connexion entre deux éléments du graphe	10
6.	Exemples	Éléments qui servent à illustrer	1
7.	Brisures	Invalidité de la hiérarchie	-5

### 2.4 Étape 2

La confrontation du score attribué à chacun des critères de la grille pour le réseau 2 a conduit à plusieurs précisions au sujet de la validité des relations (critère 2), du calcul du nombre de branches et du nombre de points à attribuer à chacune des relations de celles-ci (critère 3), et du calcul du nombre de niveaux hiérarchiques (critère 4). En fait, le calcul des niveaux hiérarchiques a montré les pièges inhérents à la représentation graphique choisie par le concepteur

du réseau. Une des stratégies retenues a été, pour certains cas, de redessiner le graphe afin de mieux en saisir les niveaux. Par exemple, lors de l'examen du réseau de la figure 2, le choix du concepteur d'utiliser certaines zones de la page, fort probablement en raison d'une limite d'espace, a rendu difficile de discerner le caractère descendant de certaines zones du réseau. Le fait de redessiner le graphe a permis de constater que certains concepts étaient reliés à des concepts supérieurs (concepts « Discipline » et « Devoirs et travaux » par exemple).

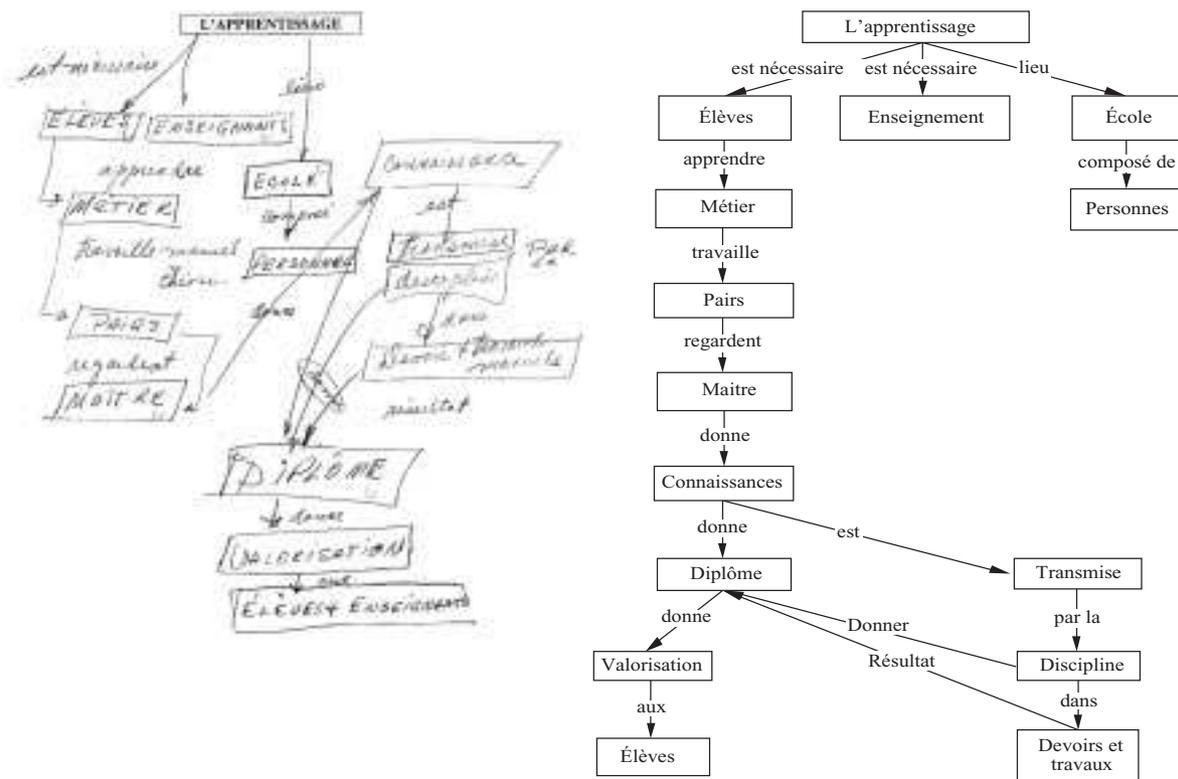


Figure 2 – Exemple de clarification d'un réseau grâce à une nouvelle représentation graphique

La confrontation des réseaux codés a également fait surgir la nécessité de distinguer différents types de relations et de mieux les définir : relations latérales, relations croisées et boucles. Cette notion de boucle s'est révélée à ce point importante qu'elle a mené à l'ajout d'un critère, celui de « brisure » (critère 7). Les réseaux 3, 4 et 5 devaient alors être codés avant la rencontre suivante où une troisième version de la procédure serait présentée.

### 2.5 Étape 3

La confrontation des réseaux 3, 4 et 5 a mis en évidence un seul problème lié à la validité des relations et des relations croisées. Une précision a été apportée concernant les limites que le codeur doit se donner lors de l'interprétation d'une proposition (relation réunissant deux concepts). Ainsi, afin de juger de la validité d'une proposition, le codeur se pose les questions suivantes : Est-ce une proposition au sens de la langue ? Quelle est sa signification ? Ces questions ont amené les codeurs à déterminer les limites des ajouts qu'ils pouvaient faire pour bien interpréter les propositions présentes dans chacun des réseaux. La prochaine étape de formation prévoyait le codage des réseaux 6, 7, 8 et 9.

## 2.6 Étape 4

Une dernière confrontation de tous les critères des quatre réseaux codés a conduit à une seule différence entre les deux codeurs, différence due à la mauvaise qualité de la reproduction graphique du réseau. Un dernier réseau est fait sur place : l'accord est alors de 100 % pour les sept critères.

En résumé, les difficultés rencontrées ont amené à définir chaque critère et à préciser la démarche de codage ainsi que le score attribué.

## 3. Résultat : procédure d'analyse des réseaux conceptuels

La procédure d'analyse des réseaux conceptuels, développée au cours de la démarche de formation des chercheurs devant procéder au codage de réseaux conceptuels, prend en compte sept critères. Comme nous l'avons mentionné précédemment, six proviennent des travaux dans le domaine alors qu'un autre a été ajouté pendant la formation des codeurs. Nous passons en revue chacun des critères qu'intègre notre procédure d'analyse des réseaux conceptuels. Nous terminons en proposant un procédurier facilitant la démarche de codage.

### 3.1 Nombre de concepts (critère 1)

La première difficulté rencontrée concerne la définition de la notion de concepts : tous les mots qu'intègre un réseau peuvent-ils être considérés comme des concepts ? En fonction de la définition donnée par Legendre (1993), le concept renvoie à une idée, à une notion. L'opérationnalisation du calcul du nombre de concepts a amené à préciser qu'un concept qui se répète n'est calculé qu'une seule fois et que le concept principal (celui en tête du réseau) n'est pas calculé. Comme le suggère la démarche classique d'analyse des réseaux conceptuels, un point est attribué pour chaque concept dénombré (Markam *et al.*, 1994).

### 3.2 Nombre de relations et leur validité (critère 2)

Malgré le fait que les écrits précisaient bien le concept de relation, une difficulté en lien avec la formulation choisie par certains participants a surgi. Dans un premier temps, le codeur devait juger de la présence d'une proposition, c'est-à-dire de la présence d'une relation réunissant deux concepts, le tout formant une proposition correcte sur le plan de la langue. À titre d'exemple, l'expression suivante a été considérée comme une proposition : « apprentissage "acquis par" les élèves ». Cette proposition est une phrase complète en soi et a un sens. Par contre, l'expression « valorisation "aux" élèves » ne peut être, à cause de l'absence d'un verbe, considérée comme une proposition sur le plan de la langue. L'ajout d'articles, d'adjectifs démonstratifs ou l'emploi d'un synonyme peut permettre de clarifier les propositions présentes dans les réseaux. Par exemple, la proposition « Les profs utilisent des cours magistraux » peut paraître une expression boiteuse. En remplaçant le mot « utilisent » par l'expression « recourent à », vue comme synonyme, la proposition semble plus habile et plus compréhensible. Si aucun connecteur n'apparaît dans la relation entre deux concepts, on considère qu'il n'y a pas de proposition.

La deuxième difficulté a trait à la façon de juger de la validité des relations, cette validité ne pouvant être évaluée qu'en prenant en compte toutes les théories d'apprentissage en usage en éducation. En reprenant l'exemple mentionné précédemment, la proposition « Apprentissage "acquis par" les élèves » a exigé une vérification de la définition d'apprentissage. Comme le mot « apprentissage » désigne tout autant le processus que le produit, cette proposition a été jugée valide. Malgré les limites d'un dictionnaire tel celui de Legendre (1993), c'est l'outil qui a été retenu, car il propose un ensemble de définitions prenant précisément en compte différentes perspectives théoriques tout en étant facile à consulter. Le nombre de points attribué à chaque relation s'appuie sur ce que suggèrent les écrits, soit cinq points (Novak et Gowin, 1984).

### 3.3 Nombre de branches (critère 3)

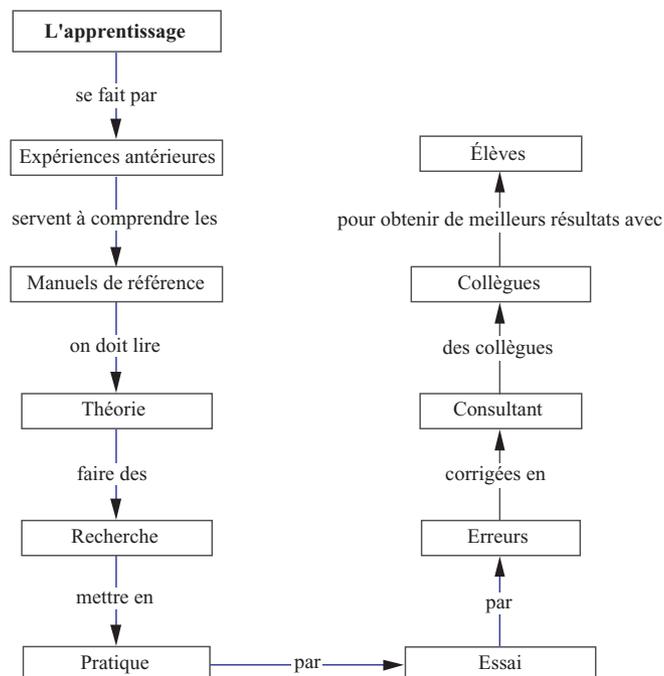
Une première question concerne la définition opérationnelle de « branche » et le « poids » à accorder numériquement aux branches. Pour qu'une ramification d'un réseau soit considérée comme une branche, cette ramification doit-elle nécessairement partir du concept principal ? La branche unique dans un réseau a-t-elle le même poids que les autres qui viennent le complexifier ? Considérant que la complexité d'un réseau est en grande partie liée au nombre de branches partant du concept principal, une branche a été définie comme émanant du concept principal. Comme tout réseau comprend au moins une branche, nous lui avons attribué un score moindre que les subséquentes : un point pour la première et trois pour les autres branches.

### 3.4 Nombre de niveaux hiérarchiques et de brisures (critères 4 et 7)

Le dénombrement des niveaux hiérarchiques représente le critère qui s'est révélé le plus problématique. Les problèmes rencontrés concernent 1) la définition d'un niveau hiérarchique ; 2) le fait que les réseaux intègrent des branches asymétriques, c'est-à-dire comprenant un nombre différent de niveaux hiérarchiques ; 3) les erreurs qui viennent compromettre la hiérarchie d'une branche. Dans la présente recherche, un niveau hiérarchique est défini comme la présence dans une branche d'une relation valide réunissant deux concepts (Novak et Gowin, 1984) : une méthode de calcul a facilité le travail des codeurs (nombre de relations valides + 1).

La présence de réseaux asymétriques a ensuite soulevé la question de la façon dont devait être calculé le nombre de niveaux : doit-on faire la moyenne du nombre de niveaux valides de chacune des branches ou ne tenir compte que du plus grand nombre de niveaux que contiennent les branches ? À l'instar de Novak et Gowin (1984), c'est ce dernier choix que nous avons fait.

Par ailleurs, les réseaux ne contenant qu'une seule branche sans ramification, c'est-à-dire une suite linéaire de relations et de concepts, n'obtiennent aucun point pour le critère « hiérarchie ». C'est le cas par exemple pour le réseau 9, présenté à la figure 3, où, par ailleurs, certains concepts ne sont pas réunis par des relations valides. Dans certains cas, ce n'est qu'une partie du réseau qui comportait cette linéarité. On a donc décidé que si une branche terminale (qui se poursuit jusqu'à la fin du réseau) présentait plus de trois concepts subordonnés mais sans aucune ramification, cette section était considérée comme un seul niveau hiérarchique (Novak et Gowin, 1984).



**Figure 3 – Exemple d'un réseau ne contenant qu'une seule branche**

Enfin, les réseaux évalués comprenaient quatre types d'erreurs illustrés à la figure 4 : une relation ascendante plutôt que descendante (relation entre L et C ou entre K et I créant, dans ce dernier cas, un effet de boucle), une répétition de mêmes concepts ou encore un exemple se retrouvant au cœur d'une branche plutôt qu'à son extrémité. Ces erreurs ont amené l'introduction d'un septième critère intitulé « brisure ». Chaque brisure amenait à soustraire 5 points, ce nombre équivalant à celui ajouté à chaque niveau hiérarchique. Compte tenu de l'effet négatif de telles brisures sur l'organisation logique du réseau, il est apparu important de soustraire un certain nombre de points pour distinguer cette situation de celle où l'absence de niveaux hiérarchiques est notée, situation qui n'amène aucun changement du score attribué.

Ce travail concernant les brisures a amené à distinguer deux types de boucles. Si la relation bidirectionnelle entre deux concepts de niveaux différents a été considérée comme une brisure (exemple K et I), une relation entre deux concepts de même niveau et de branches différentes est considérée comme une relation latérale (exemple A et B). Une flèche bidirectionnelle ou des flèches doubles indiquent une boucle. Si celles-ci relient deux concepts de même niveau, cette boucle comprend alors deux relations latérales (1 point chacune). La figure 4 présente un exemple d'une telle boucle entre les concepts J et K.

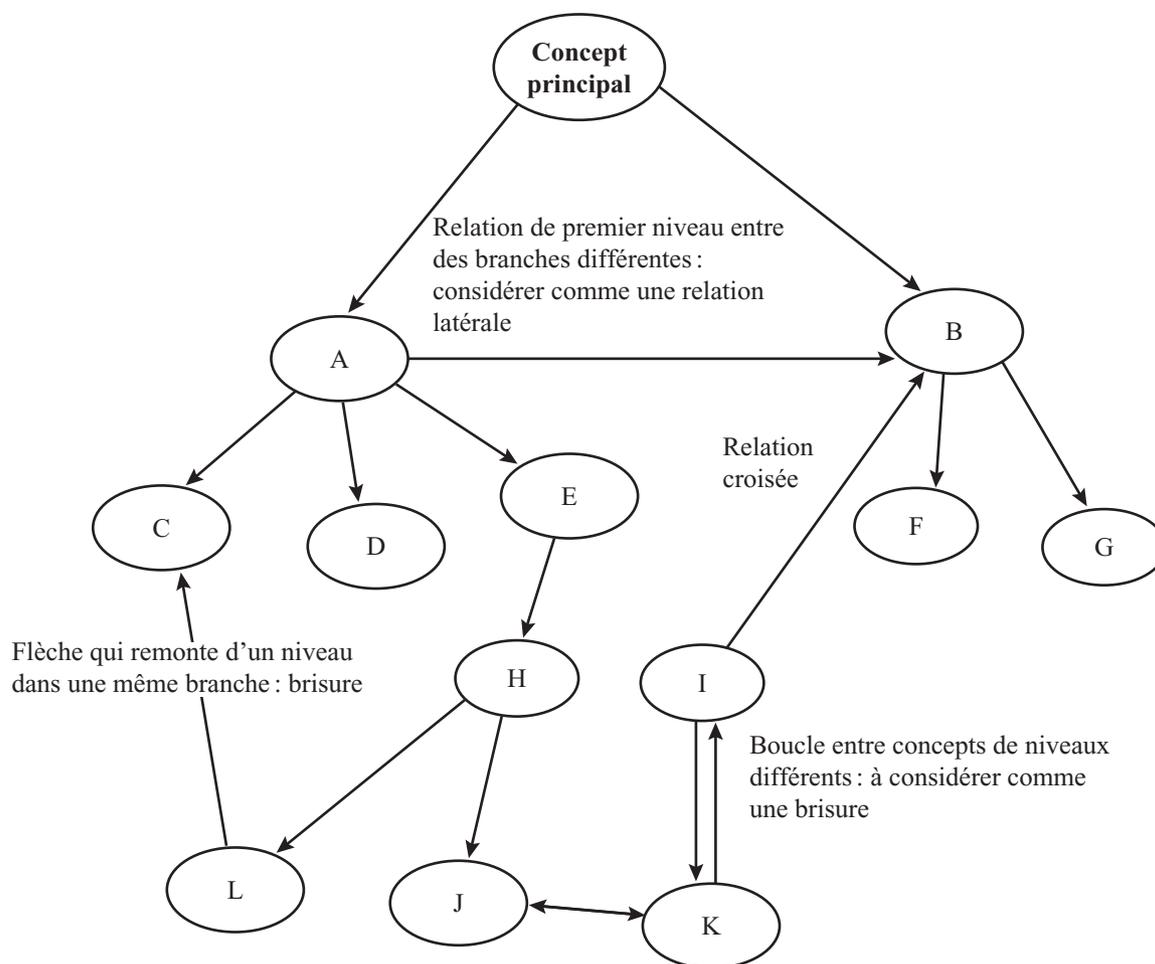


Figure 4 – Relations latérales, brisures, relations croisées

### 3.5 Nombre de relations croisées (critère 5)

La démarche de formation a conduit à distinguer, comme nous venons de le voir, les relations latérales (voir figure 4) mais également les relations croisées. Les relations croisées doivent réunir des concepts provenant de branches différentes, celles-ci étant considérées à partir de la racine. Ce choix a été fait afin de ne prendre en compte que les relations croisées témoignant d'une réelle intégration des concepts chez le concepteur du réseau. La figure 4 illustre une relation croisée entre les concepts I et B : ces deux concepts proviennent de branches différentes (en les considérant à partir de la racine). Notons qu'une relation entre des concepts provenant de branches différentes mais de premier niveau n'est pas considérée comme croisée, mais plutôt comme latérale (voir la relation entre A et B, figure 4). En effet, le fait que les concepts soient de premier niveau ne permettait pas, selon nous, de démontrer une complexité. Comme le suggèrent Novak et Gowin (1984), chaque relation croisée valide amène l'addition de dix points.

### 3.6 Nombre d'exemples (critère 6)

La question de la définition opérationnelle de la notion d'exemple a été soulevée. Qu'est-ce qui distingue le concept subordonné de l'exemple? *Le Petit Larousse illustré 2001* (Eveno, 2000), choisi comme deuxième ouvrage de référence, a permis de préciser que l'exemple représente la spécificité d'un concept (cas spécifique, objet pouvant représenter le concept). En s'appuyant à nouveau sur Novak et Gowin (1984), on a attribué un point à chaque exemple.

### 3.7 Procédurier

La démarche de formation de chercheurs décrite dans le présent texte a permis d'élaborer un procédurier permettant de systématiser la démarche de codification. De l'avis des assistantes engagées dans cette démarche de recherche, cette systématisation a grandement facilité leur travail. Elle a contribué à l'obtention d'un accord interjuge de 100% à la fin de la formation et de 94% lors de son utilisation en contexte réel de recherche où 20% des réseaux ont fait l'objet d'un double codage.

Ainsi, chaque codeur suivait la procédure suivante :

1. Utiliser la fiche proposée pour la notation des scores (fiche élaborée selon le format utilisé pour l'annexe 1). Utiliser chaque critère de façon systématique (1. Concepts, 2. Relations, 3. Branches, 4. Hiérarchies, 5. Relations croisées, 6. Exemples, 7. Brisures). Inscrire les scores au fur et à mesure.
2. Faire un premier examen du réseau conceptuel : lire les concepts et examiner si certains sont redondants, repérer les branches uniques, les branches terminales, les relations latérales et les boucles.
3. Après le calcul des concepts, placer un papier calque sur le réseau. Sur le papier calque, indiquer d'un crochet (✓) les relations valides. Indiquer celles qui sont non valides par un 0. Indiquer d'un «L1» les relations latérales valides.
4. Redessiner le réseau si le graphe semble présenter une difficulté en ce qui a trait au repérage des niveaux hiérarchiques, des relations de mêmes niveaux ou celles de niveaux différents.
5. Pour le calcul des hiérarchies, calculer le nombre de relations valides d'une même branche (indiquées par un crochet (✓)). Le nombre de hiérarchies se compte ainsi : nombre de relations valides + 1.
6. Les relations latérales ne doivent pas être calculées lors de l'évaluation des hiérarchies.
7. Les relations croisées sont toujours entre un concept d'une branche et celui d'une autre branche (considérer les branches à partir de la racine). Une relation entre deux concepts de même niveau, dans une même branche, est considérée comme une relation latérale.
8. Les exemples doivent toujours être en bout de ligne.
9. La pondération attribuée aux brisures est soustraite du total.

## 4. Discussion

Les choix faits tout au long de cette formation à l'analyse de réseaux conceptuels l'ont été dans le but de systématiser la démarche ; ils ont également eu des incidences sur le score global attribué à chaque réseau. Cette question est abordée ci-dessous. Ensuite sont précisées les limites du présent travail méthodologique ainsi que quelques pistes susceptibles de bonifier la méthode d'analyse des réseaux présentée ici.

### 4.1 Incidence des choix

Cette expérience de formation de chercheurs et d'utilisation de cette procédure d'analyse des réseaux conceptuels en contexte réel de recherche montre la fidélité interjuge que celle-ci rend possible. C'est là son principal apport. Si ce haut taux de fidélité interjuge assure une qualité aux résultats obtenus, les choix faits influent sur les scores attribués, influence dont les chercheurs doivent être conscients.

Le cadre de référence fait ressortir des dimensions proposées par Delia, O'Keefe et O'Keefe (1982). Cinq de celles-ci ont été prises en compte par la procédure d'analyse. Rappelons que l'exhaustivité présente dans un réseau est analysée à partir du nombre de concepts et de relations valides. La complexité d'un réseau est examinée par le biais du nombre de branches. Son organisation se concrétise à travers le nombre de niveaux hiérarchiques et de brisures. Le nombre de relations croisées témoigne de la manière dont le réseau intègre les concepts qu'il comprend. Enfin, le nombre d'exemples est un indicateur de la spécificité du réseau. Un retour sur les choix faits lors de l'opérationnalisation de la procédure d'analyse des réseaux conceptuels montre que certains de ceux-ci sont susceptibles de mener à un score global moindre :

- ne compter que les branches issues du concept principal (dimension complexité) ;
- ne prendre en compte que les relations croisées qui réunissent des concepts de branches différentes, excluant ainsi les relations latérales (dimension intégration) ;
- ne dénombrer les niveaux hiérarchiques que pour les branches comprenant des ramifications, pénalisant ainsi les suites linéaires de concepts et de relations (dimension organisation).

Globalement, on peut dire que la démarche d'opérationnalisation a mené à une procédure accordant une plus grande importance aux dimensions « complexité, intégration et organisation » des réseaux. Un tel impact des choix faits devrait être pris en compte lors de l'interprétation des résultats obtenus à la suite de l'application d'une telle procédure d'analyse de réseaux conceptuels.

Par ailleurs, malgré toutes les discussions qui ont porté sur la nécessité de se donner un référentiel pour juger de la validité des relations, un examen des scores attribués montre qu'en fonction du référentiel, la majorité des relations ont été jugées valides. Celles auxquelles aucun point n'a été attribué n'ont pas été considérées comme des propositions, notamment, parce qu'aucune relation ne reliait deux concepts, que le mot utilisé n'en était pas un indiquant une relation ou que la proposition que formait les deux concepts et la relation n'avait pas de sens sur le plan de la langue. Cette question de la validité des relations pose une question d'ordre épistémologique, question abordée en conclusion.

## 4.2 Limites et pistes

Les sept critères retenus ne permettent pas de considérer la dimension abstraction proposée par Delia, O'Keefe et O'Keefe (1982). L'ajout d'une analyse en ce sens présente un intérêt certain. Cette procédure n'intègre pas certaines dimensions mises en évidence par quelques auteurs : mentionnons, à titre d'exemple, les niveaux de changement (Tyson *et al.*, 1997). La présente procédure pourrait également être enrichie à partir des récents travaux de Hoz et Yukhnovetsky (2001) qui suggèrent la prise en compte de critères tels que la qualité du titre donné au réseau conceptuel permettant de juger de son caractère approprié, le nombre et la qualité des regroupements de concepts (la qualité d'un regroupement étant évaluée à partir du nombre de liens émanant d'un concept), le nombre de concepts fondamentaux, le nombre de concepts familiers.

La procédure d'analyse décrite ici ne prend pas non plus en compte le type de conception présente dans les réseaux. L'utilisation d'un cadre tel que proposé par Marton, Dall'Alba et Beaty (1993) et adapté par Charlier (1998) pourrait enrichir l'analyse faite des conceptions de l'apprentissage tels que représentées par les réseaux conceptuels.

Enfin, certaines des difficultés d'interprétation des propositions présentes dans les réseaux pourraient être contrées par l'ajout d'informations provenant des concepteurs mêmes des réseaux. En effet, des entrevues d'explicitation menées à partir des réseaux conceptuels rendraient possible une meilleure compréhension des conceptions exprimées par les enseignants, que ces conceptions portent sur l'apprentissage ou sur tout autre concept.

## Conclusion

En conclusion, il convient de traiter d'une question épistémologique que soulève la prise en compte de dimensions tirées d'un cadre constructiviste. La procédure utilisée considère la validité des propositions contenues dans les réseaux conceptuels. Or un tel critère n'est pertinent qu'à partir d'une prémisse cognitiviste posant l'existence d'une réalité externe à l'individu et de savoirs homologués. Si une telle procédure d'analyse devait s'inscrire plus pleinement dans une perspective constructiviste, ce critère de validité devrait être revu, car ce qui est examiné dans une telle perspective, c'est la viabilité des constructions plutôt que leur validité.

## Références

- Bachelor, A. et Joshi, P. (1986). *La méthode phénoménologique de recherche en psychologie*. Québec : Les Presses de l'Université Laval.
- Beyerbach, B.A. et Smith, J.M. (1990). Using a computerized concept mapping program to assess preservice teachers' thinking about effective teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 961-971.
- Boulton-Lewis, G.M., Smith, D.J.H., McCrindle, A.R., Burnett, P.C. et Campbell, K.J. (2001). Secondary teachers' conceptions of teaching and learning. *Learning and Instruction*, 11(1), 35-51.
- Charlier, B. (1998). *Apprendre et changer sa pratique d'enseignement. Expériences d'enseignants*. Bruxelles : De Boeck.
- Chinn, C.A. (1998). A critique of social constructivist explanations of knowledge change. In B. Guzzetti et C. Hynd (dir.), *Perspectives on conceptual change. Multiple ways to understand knowing and learning in a complex world* (p. 77-115). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum.
- Day, C. (1999). *Developing teachers. The challenge of lifelong learning*. Londres : Palmer Press.

- Delia, J.G., O'Keefe, B.J. et O'Keefe, D.J. (1982). The constructivist approach to communication. In F.E.X. Dance (dir.), *Human communication theory: Comparative essays* (p. 147-191). New York, NY : Harper and Row.
- Eveno, B. (dir.) (2000). *Le petit Larousse illustré 2001*. Paris : Larousse/HER.
- Franke, M.L., Fennema, E. et Carpenter, T. (1997). Teachers creating change: Examining evolving beliefs and classroom practice. In E. Fennema et B. Scott Nelson (dir.), *Mathematics teachers in transition* (p. 255-282). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum.
- Guzzette, B. et Hynd, C. (dir.) (1998). *Perspectives on conceptual change: Multiple ways to understand knowing and learning in a complex world*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum.
- Howley, A. et Meadows, G. (1998). The internet and the truth about science : We gave a science war but nobody came. *Education Policy Analysis Archives*, 6(19). Document téléaccessible à l'adresse : <<http://epaa.asu.edu/epaa/v6n19.html>>.
- Hoz, R., Tomer, Y. et Tamir, P. (1990). The relations between disciplinary and pedagogical knowledge and the length of teaching experience of biology and geography teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 973-985.
- Hoz, R. et Yukhnovetsky, M. (2001). *Conceptional change and the acquisition of large bodies of knowledge: Formulating and validating a theoretical framework*. Communication présentée à la 9<sup>th</sup> European conference for research on learning and instruction, Fribourg, Suisse, août.
- Janssens, S. et Kelchtermans, G. (1995). *What's on their mind? Subjective theories and professional self of beginning teachers*. Communication présentée à la 6<sup>th</sup> European conference for research on learning and instruction, Nijmegen, Pays-Bas (août).
- Kelly, G.J. et Green, J. (1998). The social nature of knowing : Toward a sociocultural perspective on conceptual change and knowledge construction. In B. Guzzetti et C. Hynd (dir.), *Perspectives on conceptual change. Multiple ways to understand knowing and learning in a complex world* (p. 145-181). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum.
- Kim, Y., Germann, P. J. et Patton, M. (1998). *Preservice secondary science teachers' conceptions of the nature of science: By investigating their concept maps and final reflection paper*. San Diego, CA : National Association for Research in Science Teaching (Document ERIC ED 419 678).
- Legendre, R. (1993). *Dictionnaire actuel de l'éducation*. Montréal : Guérin.
- Markham, K.M., Mintzes, J.J. et Jones, M.G. (1994). The concept map as a research and evaluation tool : Further evidence of validity. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(1), 91-101.
- Marton, F., Dall'alba, G. et Beaty, E. (1993). Conceptions of learning. *International Journal of Educational Research*, 19(3), 277-300.
- Meijer, P.C. et Verloop, N. (1995). *Concept mapping as a technique for exploring teacher's craft knowledge*. Communication présentée à la 6<sup>th</sup> European conference for research on learning and instruction. Nijmegen, Pays-Bas, août.
- Novak, J.D. (1990). Concept mapping : A useful tool for science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 937-949.
- Novak, J.D. et Gowin, D.B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Pajares, F. (1992). Teachers' beliefs and educational research : Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.
- Schnotz, W., Vosniadou, S. et Carretero, M. (dir.) (1999). *New perspectives on conceptual change*. Killington : Elsevier Science.
- Tillema, H.H. (1995). Changing the professional knowledge and beliefs of teachers: A training study. *Learning and Instruction*, 5, 291-318.
- Tillema, H.H. et Knol, W.E. (1997). Promoting student teacher learning through conceptual change or direct instruction. *Teaching and Teacher Education*, 13(6), 579-595.
- Tyson, L.M., Venville, G.J., Harrison, A.G. et Treagust, D.F. (1997). A multidimensional framework for interpreting conceptual change events in the classroom. *Science Education*, 81(4), 387-404.

## Annexe 1

### Évaluation des réseaux conceptuels

	Définitions opérationnelles	Indications	Scores	
<b>1. Concepts</b>	Le concept est utilisé ici en tant que synonyme d'idée, de notion (voir Legendre, 1993).	On calcule le nombre de concepts. Ceux qui sont redondants ne sont pas pris en compte. Le concept « apprentissage » inscrit à la racine n'est pas calculé.	Concept	1
<b>2. Relations</b>	Lien réunissant deux concepts. Ce lien est indiqué par un connecteur (mot ou expression accompagné d'un trait). Les concepts et le lien devraient former une proposition, c'est-à-dire une phrase complète qui a un sens au plan de la langue. L'évaluation de la validité doit tenir compte du cadre théorique sur lequel peut s'appuyer le concepteur du réseau.	Pour juger de la validité de la relation, ces questions peuvent aider le codeur : 1) Est-ce une proposition (une phrase qui a un sens sur le plan de la langue)? 2) Que veut-elle dire? (Chercher un synonyme peut aider à clarifier le sens.) 3) Est-elle valide en fonction d'une théorie (béhavioriste, constructiviste, cognitiviste, etc.)? Retenir la définition la plus large des concepts (Eveno, 2000 ; Legendre, 1993).	Proposition valide	1
<b>3. Branches</b>	Les branches sont les ramifications de l'élément principal à partir duquel est élaboré le réseau (ici, « apprentissage »).	On calcule le nombre de branches issues du concept « apprentissage ».	1 <sup>re</sup> branche Chaque branche subséquente	1 3
<b>4. Hiérarchies</b>	Les concepts sont présentés selon des niveaux (du plus général et plus inclusif vers le plus spécifique et le moins inclusif). Un niveau se caractérise par un concept réuni à celui qui le précède par une relation valide. Généralement, les réseaux devraient démontrer les relations entre des niveaux de concepts (élevés et subordonnés).	Dénombrer les niveaux hiérarchiques pour chacune des branches. Coder le nombre de niveaux au bout de chaque branche. Lorsque le réseau n'est pas symétrique, le décompte peut entraîner des difficultés : les auteurs suggèrent que le nombre de hiérarchies valides dans les segments ayant le plus de ramifications soit compté. Les relations non valides ne permettent pas de compter un niveau hiérarchique. Mode de calcul : nombre de relations valides + 1 Cas particuliers : • S'il n'y a qu'une seule branche à la racine et que cette branche est terminale (jusqu'à la fin du réseau), aucun point n'est attribué pour les hiérarchies. • Si dans le réseau se retrouve une branche terminale constituée d'une chaîne de plus de trois concepts, cette chaîne est considérée comme un seul niveau hiérarchique. • Un lien latéral (c'est-à-dire un lien entre deux concepts d'une même branche) n'est pas considéré comme un niveau hiérarchique.	Chaque niveau de la hiérarchie	5

	Définitions opérationnelles	Indications	Scores	
<b>5. Relations croisées</b>	<p>Connexion entre un segment du graphe (branche) et un autre segment. Cette relation témoigne d'une synthèse de deux ensembles de concepts.</p> <p>Les relations croisées sont représentées comme les liens entre un concept d'une branche et celui d'une autre branche (pour montrer une réelle intégration).</p>	<p>Le codeur doit juger de l'intégration des deux ensembles de concepts.</p> <p>Pour juger de la validité d'une relation croisée, le codeur vérifie d'abord si la relation réunit des concepts provenant de deux branches différentes. Il procède ensuite aux mêmes questions que pour juger de la validité d'une relation.</p>	Valide	10
<b>6. Exemples</b>	<p>L'exemple représente une spécificité d'un concept (Eveno, 2000).</p>	<p>Un cas spécifique ou un objet pouvant représenter un concept peut être signifié dans le réseau conceptuel, généralement en bout de ligne (après le dernier concept de la hiérarchie).</p>	Exemple	1
<b>7. Brisures</b>	<p>Il peut arriver qu'il y ait brisure de la hiérarchie. Cette brisure apparaît lorsque :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) un exemple est intégré à la hiérarchie et non indiqué en bout de ligne ;</li> <li>2) une boucle est intégrée à une branche (effet de boucle) ;</li> <li>3) un mot est redondant ;</li> <li>4) une relation est représentée par une flèche qui «remonte» la hiérarchie.</li> </ol>		Pénalité pour chaque brisure	-5

