

Carte conceptuelle

Avancée



- 1 Appellation en anglais
- 2 Stratégies apparentées
- 3 Type de stratégie
- 4 Types de connaissances
- 5 Description
- 6 Conditions favorisant l'apprentissage
- 7 Niveau d'expertise des apprenants
- 8 Type de guidage
- 9 Type de regroupement des apprenants
- 10 Milieu d'intervention
- 11 Conseils pratiques
- 12 Bibliographie
- 13 Webographie
- 14 Veille informationnelle - Ressources disponibles pour rédiger et améliorer la fiche

Sommaire

Appellation en anglais

Concept map Conceptual diagram

Stratégies apparentées

carte de connaissances

organisateur graphique

cercles conceptuels

résumé

prise de notes

Modèle conceptuel (Conceptual model)

L'appellation « carte conceptuelle » (*concept map*) a été et est encore parfois considérée comme synonyme de termes tels que « carte des connaissances » (*knowledge map*), carte sémantique (*semantic map*), carte cognitive (*cognitive map*), carte mentale (*mind map*), carte heuristique (*heuristic map*). Mais l'évolution des recherches sur les cartes conceptuelles a conduit à réserver cette appellation à la méthode de construction des représentations graphiques sous forme de réseau, élaborée et popularisée principalement par Joseph Novak. Comme le signalent Basque et Pudelko (2004), Novak a même demandé un droit de propriété intellectuelle (US trademark) sur le terme « carte conceptuelle » (Novak, 1998, p. iv), demande qu'il a cependant abandonnée.

Distinction entre les cartes conceptuelles et les cartes mentales/heuristiques : les cartes conceptuelles servent à ordonner, à faire ressortir les liens logiques entre des concepts ou de connaissances, tandis que les cartes mentales ou heuristiques servent à créer et à imaginer (Cohen-Bacrie, 2013). Eppler (2006, tableau 1), spécifie que la carte conceptuelle est organisée hiérarchiquement (« top-down ») et elle peut aussi comporter des connexions transversales, alors que la carte mentale est organisée sous une forme « radiale » en partant d'une idée centrale.

Distinction entre les cartes conceptuelles et les cartes des connaissances : les cartes conceptuelles utilisent le langage « naturel » pour désigner les relations entre les concepts (les propositions qui constituent des unités de significations minimales sont formées à l'aide de verbes ou de mots de liaison unissant deux concepts), tandis que les cartes des connaissances utilisent des relations logiques prédéterminées (temporalité, partie-tout, inclusion de classes). Plus précisément, elles se distinguent par leurs hypothèses différentes sur l'organisation des connaissances en mémoire à long terme proposées par les chercheurs en psychologie cognitive : les cartes conceptuelles se basent sur les modèles d'organisation et de récupération des connaissances par « diffusion-activation » (réseaux sémantiques) (Collins et Loftus, 1975), alors que les cartes des connaissances se basent plutôt sur les modèles d'organisation en « schémas » (séquences d'événements, d'actions, situations) (Rumelhart et Ortony, 1977).

Type de stratégie

Microstratégie

Types de connaissances

La construction des cartes conceptuelles vise à favoriser l'apprentissage des connaissances conceptuelles et, de façon accessoire, factuelles. Elle est également proposée en tant que stratégie d'apprentissage censée aider les apprenants à améliorer leurs connaissances métacognitives.

Cette microstratégie est considérée comme « indépendante du domaine » et elle est utilisée surtout en sciences :

- en biologie et en écologie (Barenholz et Tamir, 1992 ; Chang, Sung et Chen, 2001 ; Martin, Mintzes et Clavijo, 2000 ; Rye et Rubba, 1998 ; Spiegel et Barufaldi, 1994 ; Wallace et Mintzes, 1990),
- en sciences de la santé (Pudelko, Young, M., Vincent?Lamarre et Charlin, 2012)
- en chimie (Markow et Lonning, 1998),
- en sciences de l'éducation (Daley, 2002 ; De Simone, Schmid, et McEven, 2000 ; Fischer et Mandl, 2001)
- en histoire (Karasavvidis, 2004).

Plusieurs recherches ont exploré la construction de cartes conceptuelles en formation à distance (Bernard et Saidu, 1992 ; De Simone et al., 2000).

Description

La carte conceptuelle élaborée selon la méthode et l'approche de Novak (1990; 1998, Novak et Gowin, 1984; Novak et Musonda, 1991) est devenue une représentation graphique des connaissances du type « réseau » probablement la mieux connue et la plus étudiée en éducation, principalement dans l'enseignement des sciences (Chang, Chang et Tseng, 2010).

Cette popularité s'explique en partie par la création de plusieurs outils logiciels dédiés à la construction des cartes conceptuelles. Parmi ces outils, Cmap Tools - dont les concepteurs se réclament explicitement de l'approche de Novak (Novak et Canas, 2006). La convivialité, la facilité d'usage et la gratuité de Cmap Tools ont grandement contribué à la croissance de la communauté de ses utilisateurs dans le milieu éducatif.

Méthode de construction de carte conceptuelle selon Novak.

Élaborer une carte conceptuelle consiste à créer une représentation graphique prenant la forme d'un réseau de nœuds et d'arcs, où les nœuds représentent les idées importantes, les connaissances (les concepts) et les arcs, les liens entre les connaissances. Les connaissances sont représentées au moyen d'un mot ou d'un ensemble de mots, souvent placés à l'intérieur d'une forme géométrique, alors que les relations sont représentées par des traits qui peuvent être orientés au moyen d'une flèche, visant à spécifier la direction de la relation représentée. Les relations entre les connaissances sont habituellement spécifiées par des étiquettes textuelles placées sur les traits (Pudelko, 2006).

Selon Novak : « concept mapping is a technique for externalizing concepts and propositions » dont le produit constitue « a concept map - a schematic device for representing a set of concept meanings embedded in a framework of propositions » (Novak et Gowin, 1984, p. 15-17).

La proposition constitue « l'unité minimale de signification » de la carte conceptuelle. Elle consiste en deux « concepts » reliés par un lien nommé à l'aide d'un verbe ou d'un « mot de liaison » (*then, if, when*).

Un exemple de carte conceptuelle représentant l'ensemble de propositions sur le concept de « carte conceptuelle » peut être consulté sur le site de CMapTools.

Dans ses grandes lignes, la méthode de construction de cartes conceptuelles consiste à extraire les concepts introduits dans un matériel d'apprentissage (le plus souvent un texte), mais aussi dans une ou plusieurs leçons magistrales ou dans des travaux pratiques, et à identifier les relations entre ces concepts. Étant donné le succès de la cartographie conceptuelle auprès des enseignants de sciences au primaire et au secondaire, un format standard de création et de présentation de cartes conceptuelles a été présenté et accepté en 1992 à la réunion nationale de l'Association des enseignants de sciences des États-Unis (Wandersee, 1992). Ce format standard propose une démarche de construction d'une carte conceptuelle comportant les étapes suivantes :

- Placer le concept le plus général en haut de la feuille.
- Placer les autres concepts à des niveaux hiérarchiques distincts. Les concepts généraux sont placés en haut et les concepts plus spécifiques plus bas dans la hiérarchie. Les concepts de même niveau sont alignés. L'étiquette de chaque concept doit être entourée d'une forme géométrique simple (ovale, cercle, rectangle).
- Se limiter à 12-15 éléments dans une carte, mais on peut faire des « macrocartes » en reliant plusieurs « microcartes ».
- Créer et étiqueter tous les liens. L'ensemble doit ressembler aux racines d'un arbre.
- Réviser le format de la carte de manière à éviter que les liens ne se croisent.

Initialement, l'étiquetage des liens n'était pas présenté comme obligatoire, mais par la suite il a été recommandé de les étiqueter à l'aide de verbes et de « mots de liaison » (par exemple : as, when, that, then, etc.) (Novak, 1990). La direction de la relation peut être indiquée à l'aide d'une flèche, mais, par défaut, la direction de la relation est de haut vers le bas pour exprimer la hiérarchie des concepts, du plus général vers le moins général.

Les fondements théoriques de la méthode de construction des cartes conceptuelles de Novak.

Novak s'est appuyé sur la théorie de l'apprentissage signifiant d'Ausubel (Ausubel, 1968). Dans la théorie d'Ausubel, le plus important facteur dans l'apprentissage est ce que l'apprenant sait déjà. Comme le souligne Giordan,

pour Ausubel (1968), tout est affaire de mise en liaison, et cette dernière est facilitée par l'existence de « ponts cognitifs » qui rendent l'information signifiante par rapport à la structure globale préexistante. Pour qu'un apprentissage ait lieu, l'apprenant doit disposer des concepts plus généraux qui se différencieront progressivement au cours de l'apprentissage (Giordan, 1995, np).

L'objectif de la construction de cartes conceptuelles est de favoriser l'apprentissage signifiant (« en profondeur »), consistant en assimilation de nouveaux concepts dans des réseaux propositionnels. La signification d'un concept est alors le résultat de l'ensemble des propositions qui peuvent le contenir. Ainsi, la richesse de la signification croît

avec le nombre de propositions valides que l'étudiant peut construire (Pudelko, 2006).

The meaning we acquire for a given concept is formed from the composite of propositions we know that contain the concept. The richness of meaning we have for a concept increases exponentially with the number of valid propositions we learn that relate that concept to other concepts. (Novak, 1998, p. 40, cit. par Basque et Pudelko, 2004, p. 32).

Diversité des adaptations pédagogiques possibles de la construction des cartes conceptuelles.

La conception d'une activité d'enseignement-apprentissage comportant la construction des cartes conceptuelles peut être adaptée selon :

- L'objectif principal de l'activité qui peut consister à :
 - représenter une vue schématique d'un domaine ou d'un problème ou encore pour répondre à une question. Dans ce cas, les étudiants doivent représenter aussi bien les connaissances que les relations entre celles-ci.
- La provenance des connaissances à représenter : Les connaissances à représenter peuvent être puisées dans un ou plusieurs textes (manuel, notes de cours, ouvrages, articles) ou encore dans un ensemble de ressources du cours (exposé magistral + lectures obligatoires + visionnement d'une vidéo). Les connaissances à représenter peuvent aussi être les « connaissances antérieures » des étudiants ; ainsi, avant une leçon ou un cours, il est possible de demander aux étudiants d'élaborer une carte des connaissances qu'ils possèdent déjà dans un domaine donné.
- La durée, la fréquence et le moment de l'activité : La construction de cartes de connaissances peut constituer une activité unique et à durée limitée (de 20 minutes à plusieurs heures). Elle peut aussi constituer une activité prolongée : les étudiants élaborent, révisent et corrigent leur carte de connaissances durant plusieurs cours portant sur un domaine, ou même durant tout un trimestre. Dans ce dernier cas, la carte produite peut être considérée comme représentant l'ensemble des connaissances du cours selon le point de vue des étudiants.
- Le statut de l'activité dans le cours : La construction de la carte de connaissances peut constituer :
 - Une activité principale du cours : Dans ce cas, l'accent est mis sur le processus de construction de la carte de connaissances. Cette approche s'enracine dans une perspective constructiviste de l'apprentissage (Roth et Roychoudhury, 1992 ; Tsai, 2000). Son but est d'inciter l'apprenant à créer et à réviser constamment ses représentations internes (Anderson-Inman, Ditson et Ditson, 1998).
 - Une activité précédant « l'entrée en matière » : Dans ce cas, les connaissances et les liens représentés dans la carte de connaissances constituent des « organisateurs introductifs » (advance organisers) (Ausubel, 1968). La tâche a alors pour but d'activer les connaissances antérieures et de faire ressortir les conceptions erronées ainsi que les problèmes de compréhension des étudiants.
 - Une activité clôturant l'activité d'apprentissage principale : La carte favorise le retour sur les connaissances acquises : il s'agit de les rassembler et de les (re)structurer, souvent en vue de l'évaluation ou de l'autoévaluation des apprentissages.
- La documentation ou non de la carte : L'activité de construction de cartes de connaissances gagne à être complétée par une description verbale, écrite ou orale de son contenu, surtout dans la modalité individuelle. La description verbale aide à améliorer la cohérence de la représentation des connaissances, probablement parce qu'elle conduit à une confrontation enrichissante de deux modes de représentation des connaissances,

- verbal et spatial, à la fois différents et complémentaires.

Bien sûr, les caractéristiques générales des activités d'apprentissage impliquant la construction de cartes de connaissances qui sont décrites ci-dessus ne constituent qu'une catégorisation schématique des différentes possibilités d'intégration de cette microstratégie dans le scénario pédagogique. De nombreuses variantes et combinaisons de ces contraintes sont possibles. En voici quelques-unes :

- On demande aux étudiants de générer un certain nombre de concepts-clés d'un domaine au cours d'un remue-méninge collectif, puis de construire des cartes individuellement ou en équipe.
- Les étudiants construisent les cartes de connaissances individuellement, puis participent à une séance de remue-méninge dont l'objectif est de produire une carte unique et commune.
- Les productions collaboratives ou individuelles peuvent donner lieu à des exposés oraux en classe.
- On demande aux étudiants de générer (individuellement ou collectivement) une liste de concepts-clés, d'écrire tout ce qu'ils savent sur ces concepts et finalement de construire une carte (collective ou individuelle).
- Les étudiants génèrent d'abord individuellement une liste de concepts et la comparent ensuite avec celle produite par un collègue afin de s'entendre sur une liste de concepts commune, et, finalement, construisent une carte de connaissances (individuellement ou collectivement).

Conditions favorisant l'apprentissage

L'activité de construction de cartes conceptuelles est conçue comme une « stratégie d'apprentissage actif pour des apprenants actifs » (Anderson-Inman et Zeitz, 1993). Dans les situations d'apprentissage par les textes elle permettrait notamment aux apprenants de :

- structurer les connaissances : Selon Ausubel (1968), la création de liens entre les connaissances est fondamentale dans le processus de construction de connaissances puisqu'une information ne peut devenir une connaissance tant qu'elle n'est pas reliée de façon significative aux connaissances antérieures d'un individu. Le fait de nommer les connaissances incluses dans la carte et de rendre explicites et plus précises des associations implicites et souvent confuses de mots favorise la construction de significations (Fisher, 2000) ainsi que l'organisation des connaissances en structures mentales cohérentes.
- s'investir dans l'activité de construction d'une représentation conceptuelle du domaine (Novak et Gowin, 1984);
- confronter leurs connaissances à celles décrites dans le texte en favorisant l'apparition de conflits cognitifs (Tsai, 2000). Placé devant de tels conflits, le sujet met en œuvre un processus d'autorégulation cognitive, conçu comme un processus intentionnel de résolution de tensions internes entre les représentations mentales de l'apprenant et leur représentation externe (McAleese, 1998).
- « apprendre à apprendre », c'est-à-dire développer les compétences d'autorégulation des apprentissages (Novak, 1985 ; Novak et Gowin, 1984).

De très nombreuses recherches ont été publiées sur l'utilisation des cartes conceptuelles en tant que stratégie d'apprentissage.

Trois recensions de ces recherches ont été publiées : Moore et Readence (1984), Horton, McConney, Gallo, Woods, Senn, et Hamelin (1993) et Nesbitt et Adesope (2006).

Les auteurs de la dernière étude réalisée sous forme de métaanalyse (Nesbitt et Adesope, 2006) signalent plus de 500 articles sur les cartes conceptuelles et les représentations apparentées (que l'on peut regrouper sous le terme général de « cartes de connaissances ») dans les journaux avec comité de lecture, dont la plupart après 1997.

Comme le souligne Pudielko (2006), ces recensions concluent que les cartes conceptuelles auraient des effets généralement positifs autant sur l'apprentissage que sur l'engagement et l'attitude des étudiants. Cependant, ces conclusions doivent être considérées avec précaution, car les deux premières recensions confondent les divers types de tâches. Notamment, celle de Moore et Readence (1984) ne distingue pas entre les activités de lecture des cartes conceptuelles construites par l'enseignant (donc les organisateurs introductifs) et les activités de la construction

active des cartes conceptuelles par les étudiants.

Cette erreur a été réparée dans l'étude de Horton et coll. (1993), qui a comparé de façon séparée les recherches sur la construction des cartes conceptuelles par les étudiants et celles sur la présentation et lecture des cartes conceptuelles construites par l'enseignant, c'est-à-dire des organisateurs introductifs. Elle a démontré une légère supériorité des activités d'apprentissage basées sur la stratégie des organisateurs introductifs sur les activités dans lesquelles ce sont les étudiants eux-mêmes qui construisent la carte. Mais en même temps, ces auteurs constatent que dans les situations de construction de cartes par les étudiants, les effets sur l'apprentissage sont plus élevés lorsque les étudiants construisent leurs cartes librement que lorsqu'ils construisent leur carte à partir de concepts-clés fournis par l'enseignant.

La métaanalyse de Nesbitt et Adesope (2006) a examiné séparément, d'une part, les résultats de vingt-cinq études dans lesquelles les étudiants ont construit ou modifié des cartes conceptuelles et, d'autre part, ceux de trente études dans lesquelles les cartes conceptuelles ont été utilisées au titre d'organisateur introductif construit par l'enseignant. Les résultats indiquent que la construction des cartes conceptuelles a des effets positifs sur l'apprentissage en comparaison avec des activités d'apprentissage moins exigeantes au plan cognitif (moins « engageantes »), telles que la discussion en classe ou la lecture silencieuse. En revanche, elle ne montre qu'un très léger avantage sur des activités qui « engagent » davantage les étudiants, telles que la prise de notes ou la rédaction de résumés.

Nesbitt et Adesope (2006) remarquent que, puisque la construction de cartes conceptuelles est fréquemment comparée aux activités peu exigeantes cognitivement, les effets positifs constatés peuvent constituer un artefact expérimental. C'est pourquoi ils supposent que les bénéfices constatés de la construction de cartes conceptuelles par les étudiants peuvent être attribués principalement au fait qu'elle les fait travailler davantage. D'autre part, ils soulignent que la comparaison des résultats de recherches sur la construction de cartes conceptuelles est problématique à cause de la très grande variété des situations étudiées. Entre autres, ils signalent que toutes les études sur la construction des cartes conceptuelles par les étudiants qu'ils ont examinées dans leur métaanalyse ont eu lieu en contexte naturel, c'est-à-dire en classe. En revanche, la plupart des recherches sur les organisateurs graphiques introductifs ont été réalisées en laboratoire.

Dans le cadre de ses recherches pour les besoins de sa thèse de doctorat, Vaklifard (2011), a recouru à deux groupes d'étudiants. Les sujets de cette expérience ont été sélectionnés parmi des étudiants universitaires allophones intégrés au programme « Certificat en français langue seconde pour non-francophones », dispensé à l'École de langues de l'Université du Québec à Montréal (UQAM). Les données ont été recueillies auprès de deux classes de cette école de langues, réunissant 69 sujets avec un groupe expérimental utilisant la carte conceptuelle hiérarchique et un groupe témoin soumis à l'approche traditionnelle sans carte conceptuelle. Une comparaison des résultats obtenus par les deux groupes permet de mesurer le degré de compréhension des textes afin de valider les hypothèses du chercheur. Dans ses résultats, le chercheur conclut que l'utilisation de la stratégie de carte conceptuelle engendre en général un effet déterminant sur la compréhension de textes informatifs de la part des étudiants en français langue seconde. Les lecteurs du groupe expérimental ont obtenu des scores supérieurs à ceux des lecteurs du groupe témoin dans la compréhension littérale des textes. La stratégie de la carte conceptuelle a aidé le groupe expérimental à comprendre les informations implicites de la majorité des textes, ainsi qu'à induire des inférences.

Selon John Hattie, l'efficacité de la conception d'une carte conceptuelle sur l'acquisition de connaissances chez l'apprenant est de 0,64, ce qui est considéré comme étant une influence moyenne à élevée (Corwin, 2018).

Niveau d'expertise des apprenants

La stratégie est adaptée tant au niveau des apprenants débutants qu'intermédiaires. Cependant les résultats de certaines études, dont Wang (2004) et Elliot (1993) démontrent que cette stratégie a peu d'impact, voire moins d'impact qu'une autre stratégie, lorsque les apprenants sont de niveau avancé.

Au niveau universitaire, l'étude de Wang et Dwyer (2004) proposait de mesurer l'effet pédagogique de trois stratégies de créations de cartes conceptuelles, en tenant compte du niveau de connaissances antérieures avec 290 étudiants suivant un cours de psychologie de l'enseignement et de statistique, dans un environnement en ligne. La

première stratégie était l'appariement de concepts, la deuxième était l'identification des propositions et la troisième était la création d'une carte conceptuelle complète. Les résultats démontrent qu'en fonction du niveau de connaissances antérieures, une des stratégies pédagogiques peut être bénéfique alors qu'une autre mène à une surcharge cognitive tel qu'expliqué par Chanquoy, Tricot et Sweller (2007).

Type de guidage

Dans l'approche constructiviste proposée par Novak et Gowin (1984), le **guidage de l'enseignant** durant l'activité de construction des cartes est restreint. En effet, l'hypothèse directrice de cette approche est que l'apprentissage significatif a lieu lorsque l'apprenant crée lui-même des propositions (c'est-à-dire des unités de signification élémentaires) en reliant deux concepts préalablement nommés à l'aide de « mots de liaison » qu'il doit lui-même déterminer. La construction de la carte est alors réalisée de manière libre : les étudiants construisent la carte conceptuelle en choisissant eux-mêmes les concepts et les relations entre les concepts pour exprimer leur représentation du type de connaissances décrit dans le texte (voir par exemple, Daley, 2002).

D'autres auteurs proposent de concevoir des activités de construction des cartes conceptuelles davantage guidée par l'enseignant. Par exemple,

- les étudiants construisent la carte à partir d'un certain nombre de concepts-clés et/ou de relations prédéterminés par l'enseignant (voir par exemple, Mahler et al., 1991). Habituellement, la liste fournie à l'étudiant comporte entre 10 et 20 concepts-clés
- les étudiants remplissent des cartes « squelettes », c'est-à-dire des réseaux dont la structure est construite par l'enseignant, mais « vides » de signification (voir par exemple, Ruiz-Primo et al. 1998, 2001). *les étudiants complètent une carte de connaissances « tronquée », dans laquelle manquent certaines connaissances ou certains liens. Ce type d'activité peut constituer une activité d'apprentissage, mais est également approprié pour répondre à un objectif d'évaluation ou d'autoévaluation des connaissances.

Formation préalable requise. Une formation préalable à la construction des cartes conceptuelles semble nécessaire. Il est important de montrer aux apprenants comment utiliser le logiciel de création de cartes conceptuelles et de les faire pratiquer pour éviter une surcharge cognitive. Dans son étude, Wang (2004) concluait qu'un atelier de 50 minutes était insuffisant.

Le guidage offert par les outils de construction des cartes conceptuelles

La construction des cartes conceptuelles peut être soutenue et guidée par les outils informatisés divers dont le nombre ne cesse de croître depuis le début des années 1990. Leur objectif est de faciliter la création et la modification de cartes conceptuelles au moyen de fonctions générales d'édition graphique (créer, copier, coller, effacer les objets et les liens, modifier les attributs graphiques, etc.) (Basque, Rogozan, et Pudelko, 2003). Ainsi, l'outil CMap Tools a été spécialement conçu pour aider à construire les cartes conceptuelles selon l'approche et la méthode proposées par Novak (Novak et Canas, 2006).

Type de regroupement des apprenants

Les apprenants peuvent aussi bien travailler individuellement qu'en sous-groupe. Plusieurs recherches montrent qu'avec le travail en sous-groupe, on favorise un apprentissage significativement plus grand (Preszler, 2004 dans Novak et Cañas, 2006) et qu'on obtient des résultats affectifs et cognitifs positifs (Johnson et al, 1981, Berk et Winsler, 1995 dans Novak et Cañas, 2006). Il est aussi possible de construire une carte conceptuelle commune à tous les apprenants du groupe de formation. Le logiciel « Cmap Tools » permet à plusieurs personnes de collaborer à la construction d'une carte conceptuelle et voir les changements à mesure qu'ils progressent dans leur travail.

Milieu d'intervention

Un milieu dans lequel les cartes conceptuelles sont grandement utilisées est en ingénierie pédagogique ou TIC (technologie d'information et de communication). Effectivement, les concepteurs utilisent ces cartes pour structurer les unités d'apprentissage et les activités que chacune comporte. Chaque carte devient un sous-niveau de la carte initiale étant celle qui comporte les objectifs globaux de formation.

Les cartes conceptuelles peuvent aussi être employées pour structurer la pensée d'un apprenant; pour soutenir l'acquisition des connaissances. Chaque concept vient prendre sa place dans un tableau ou schéma que l'apprenant crée au fur et à mesure qu'il progresse dans un apprentissage. On pourrait donc utiliser ces cartes dès le secondaire alors que la réflexion et la métacognition deviennent plus développées.

Conseils pratiques

Il faut savoir que la carte conceptuelle peut être retravaillée une infinité de fois. Après avoir construit la carte préliminaire, il est important de la réviser, par exemple, en ajoutant d'autres concepts. En fait, une carte conceptuelle de qualité serait normalement le résultat d'au moins trois modifications. C'est pourquoi on suggère l'usage de logiciel qui peut faciliter le processus de révision (Novak et Cañas, 2006).

Bibliographie

Placez dans cette section les articles des revues (y compris les revues en ligne, les livres ou les chapitres de livres (y compris ceux qui sont disponibles en ligne). Indiquez l'hyperlien si possible. Citez vos ressources selon les normes APA. Pour ce faire, utilisez le guide suivant : Couture, M. (2013, mise à jour). Adaptation française des normes bibliographiques de l'APA. Récupéré du site <http://benhur.telug.quebec.ca/~mcouture/apa/Presentation.htm>

Ausubel, D. (1968). *Educational psychology : a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Basque, J., et Pudelko, B. (2004). La co-modélisation des connaissances à l'aide d'un outil informatisé à des fins de transfert d'expertise. Recension d'écrits (Notes de recherche LICEF03NR02). Montréal: Centre de recherche LICEF, Télé-université. ISBN 2-7624-4515-9.

Basque, J., Pudelko, B. et Legros, D. (2003, April 2003). Une expérience de construction de cartes conceptuelles dans un contexte de téléapprentissage universitaire. Communication présentée à la Environnements informatiques pour l'Apprentissage Humain: Actes de la conférence EIAH 2003, Strasbourg, 15, 16 et 17 avril, Strasbourg.

Disponible en ligne :

https://www.researchgate.net/publication/36380664_Une_experience_de_construction_de_cartes_conceptuelles_dans_un_contexte_de

Canas, A. J., Ford, K. M., Novak, J. D., Hayes, P., Reichherzer, T. R. et Suri, N. (2001). Online Concept Maps: Enhancing Collaborative Learning by Using Technology with Concept Maps. *Science Teacher*, 68(4), 49-51.

Chang, Y.-H., Chang, C.-Y. et Tseng, Y.-H. (2010). Trends of science education research: An automatic content analysis. *Journal of Science Education and Technology*, 19(4), 315-331.

Collins, A. M. et Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82(6), 407. Disponible en ligne : <http://www.bryburnham.net/wp-content/uploads/2014/01/Collins-Loftus-1975-A-spreading-activation-theory-of-semantic-processing.pdf>

Corwin. (2018). 250 influences on student achievement. Repéré à <https://www.visiblelearningplus.com/content/research-john-hattie>

Elliott, C. (1993) Effects of Prior Knowledge and Various Rehearsal Strategies on Student Achievement of Different Educational Objectives, unpublished doctoral dissertation, Pennsylvania State University.

- Eppler, M.J. (2006). A comparison between concept maps, mind maps, conceptual diagrams, and visual metaphors as complementary tools for knowledge construction and sharing. *Information Visualization*, 5, 202 - 210. Disponible en ligne : http://www.liquidbriefing.com/twiki/pub/Dev/RefEppler2006/comparison_between_concept_maps_and_other_visualizations.pdf
- Horton, P. B., McConney, A. A., Gallo, M., Woods, A. L., Senn, G. J. et Hamelin, D. (1993). An investigation of the effectiveness of concept mapping as an instructional tool. *Science Education*, 77(1), 95-111.
- Moore, D. W. et Readence, J. E. (1984). A quantitative and qualitative review of graphic organizer research. *Journal of Educational Research*, 78, 11-17.
- Nesbit, J. C. et Adesope, O. O. (2006). Learning with Concept and Knowledge Maps : a Meta-analysis. *Review of Educational Research*, 76(3), 413-448.
- Novak, J. D. (1985). Metalearning and metaknowledge strategies to help students learn how to learn. Dans C. K. West & A. L. Pines (Éds.), *Cognitive structure and conceptual change*. Orlando, FL: Academic Press.
- 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. (1998). *Learning, creating and using knowledge*. Mahwah, NJ: LEA.
- Novak, J. D. et Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge, USA: Cambridge University Press.
- Novak, J. D. et Mussonda, D. (1991). A twelve year longitudinal study of science concept learning. *American Educational Research Journal*, 28, 117-153.
- Pudelko, B., Young, M., Vincent-Lamarre, P., Charlin, B. (2013). Mapping as a learning strategy in health professions education: a critical analysis. *Medical Education*, 46(12), 1215-1225.
- Rumelhart, D. E. et Ortony, A. (1977). The representation of knowledge in memory.. Dans R. C. Anderson, R. J. Spiro & W. E. Montague (Éds.), *Schooling and the acquisition of knowledge* (p. 99-135). Hillsdale, NJ: Erlbaum. Disponible en ligne : http://www.cs.northwestern.edu/~ortony/Andrew_Ortony_files/1977-02%20-%20Rumelhart-Ortony.pdf
- Tsai, C.-C. (2000). Enhancing science instruction : the use of 'conflict maps'. *International Journal of Science Education*, 22(3), 285-302.
- Vakilifard, A. (2011). *Effets de la stratégie d'enseignement de carte conceptuelle de type hiérarchique sur la compréhension littérale et inférentielle de textes informatifs en langue seconde*. Thèse de doctorat, Université de Montréal, Montréal, Canada. Récupéré du site https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/6482/Vakilifard_Amirreza_2008_these.pdf?sequence=1
- Wandersee, J. H. (1992). A standard format for concept maps. Communication présentée à la National Convention of the National Science Teachers Association, Boston.
- Wang, C. X., et Dwyer, F. M. (2004). Effects of three concept mapping strategies and prior knowledge in a web-based learning environment. *Journal of Educational technology systems*, 32(4), 377-397. Récupéré en ligne au : <http://baywood.metapress.com/app/home/contribution.asp?referrer=parent&backto=issue,5,8;journal,33,159;linkingpublicationresults,1>

Webographie

Placez dans cette section des ressources informationnelles complémentaires disponibles sur le web. Chaque ressource doit être décrite brièvement. Indiquez l'hyperlien (bien évidemment) et la date de consultation. Tâchez de citer vos ressources selon les normes APA. Pour y parvenir, utilisez le guide du professeur Couture, notamment

cette section du guide en ligne : Couture, M. (2013, mise à jour). Adaptation française des normes bibliographiques de l'APA. Récupéré du site <http://benhur.teluq.quebec.ca/~mcouture/apa/Presentation.htm>

- Cohen-Bacrie, Pierre (2013). Potentiel pédagogique des cartes conceptuelles. Récupéré du site <http://blogue.sdp-cmontmorency.profweb.ca/?p=1112>.
- Site officiel de CMap Tools, le logiciel de construction des cartes conceptuelles selon la méthode de Novak, créé, expérimenté et partagé par les chercheurs de l'Institute of Human and Machine Cognition (IHMC, Pensacola, Floride) : <http://cmap.ihmc.us/>
- Novak, J. D. et Cañas, A. J. (2006). The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them. *Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008*. Repéré à <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>
- Infobourg: Les cartes mentales... ou l'art de favoriser la réussite des élèves en se simplifiant la vie

Université de Montréal. Bureau d'environnement numérique d'apprentissage (2008). Les cartes conceptuelles; un outil pour soutenir l'acquisition des connaissances.

http://www1.sites.fse.ulaval.ca/fichiers/site_mmottet/documents/ressources/techn/CmapTools.pdf

Veille informationnelle - Ressources disponibles pour rédiger et améliorer la fiche