

Post-Print - accepté (2016, octobre). Publié dans *Pédagogie Médicale*, 17(2), 95-107

La publication originale est disponible sur le site www.pedagogie-medicale.org

<http://dx.doi.org/10.1051/pmed/2016031>

Optimiser l'usage des cartes conceptuelles dans l'apprentissage par problèmes (APP) au préclinique : le point de vue des enseignants.

Nathalie Caire Fon¹, Béatrice Pudelko², Marie-Claude Audétat³

Résumé :

Problématique

La carte conceptuelle (CC) est une stratégie d'apprentissage populaire en éducation des sciences de la santé. Elle est notamment utilisée pour soutenir l'organisation des connaissances, dans l'apprentissage par problème (APP) en formation médicale pré-clinique. On dispose cependant de peu de données sur la meilleure façon de l'utiliser dans ce contexte pédagogique.

But

Cette étude exploratoire visait à déterminer si les responsables des cours d'APP de la formation médicale au pré-clinique partagent une conception commune des objectifs pédagogiques de la construction des CC et de la nature et de l'organisation des connaissances qui devraient être représentées dans la CC pour favoriser l'atteinte des objectifs visés.

Méthodes

Cette recherche est une étude de cas interprétative, à laquelle ont participé huit enseignants responsables des cours d'APP. Chaque participant devait construire une CC à partir d'un cas-problème typique de son cours. Le recueil de données s'est fait au travers de l'enregistrement vidéo de la verbalisation concomitante durant la séance de construction de la CC, l'observation directe et le recueil des traces de l'activité et l'entretien semi-dirigé de groupe. L'analyse des données a consisté en une analyse thématique de contenu des données verbales et des traces écrites et graphiques recueillies.

¹ Département de médecine de famille et médecine d'urgence- Faculté de Médecine, Université de Montréal, Montréal, Canada: conception du protocole de recherche, recueil et analyse des données, interprétation de résultats et écriture du manuscrit; Pour correspondance : Faculté de médecine, C.P. 6128, succursale Centre-ville. Montréal QC H3C 3J7, 514 340 2800 (ext 3514), nathalie.cairefon@umontreal.ca

² Département Éducation, et Centre de recherche LICEF - Téluc-Université du Québec, Montréal, Canada : conception du protocole de recherche, recueil et analyse des données, interprétation de résultats et écriture du manuscrit.

³ Département de médecine de famille et médecine d'urgence et CPASS- Faculté de Médecine, Université de Montréal, Montréal, Canada, et Unité des internistes généralistes et pédiatres (UIGP) et UDREM, Faculté de Médecine, Université de Genève, Suisse : analyse des données, interprétation de résultats et écriture du manuscrit.

Résultats

Selon les participants, l'objectif pédagogique des CC est de favoriser la construction d'une représentation cohérente des mécanismes causaux permettant d'expliquer le problème clinique du cas. Les connaissances biomédicales sont représentées dans la CC sous forme d'une structure causale reliant la pathologie aux données cliniques du cas, regroupées en « catégories cliniques ». Des conceptions pédagogiques partagées sur la façon d'optimiser l'usage des CC dans l'APP ont été identifiées.

Conclusion

Notre recherche a permis de formuler des recommandations pour favoriser un meilleur alignement pédagogique de la construction des CC et des objectifs pédagogiques visés dans le cadre de l'APP.

Mots clés : carte conceptuelle, apprentissage par problèmes, guidance, connaissances biomédicales, organisation des connaissances, connaissances causales.

Abstract

Title: A Teacher's Perspective on How to Optimize the Use of Concept Maps in Problem-Based Learning (PBL) at the undergraduate level.

Problem

Concept mapping is frequently used in health sciences as a teaching tool for organizing knowledge. It has been used in a variety of medical educational settings including problem-based learning. However, there are few recommendations regarding how to optimise its use in this particular learning context.

Purpose

This study examined how undergraduate medical education teachers perceived concept mapping in problem based-learning (PBL) courses. Our goal was to determine if these teachers shared a common understanding of: (1) concept mapping learning outcomes (2) the nature and structure of knowledge to be represented in the conceptual maps given these learning outcomes.

Methods

Eight teachers responsible for PBL undergraduate courses participated in this interpretive case study. Based on a case-problem used in their own course, participants were asked to construct a concept map. During the activity, participants were required to think aloud. This activity was followed by a semi-directed group interview. Both activities were videotaped and integrally transcribed. Verbal and written data were analysed using a thematic content analysis.

Results

Participants felt concept mapping should allow students to construct a coherent representation of the causal mechanisms explaining the case-problem. Biomedical knowledge was represented by participants as causal networks linked to the case-problem clinical data. Clinical data were organised in broader clinical categories such as signs, symptoms, side effects, etc. Participants expressed similar conceptions of their intended learning outcomes and concept mapping uses.

Conclusion

Our results allow us to make some recommendations about achieving a constructive alignment in PBL courses between concept mapping activity and intended learning outcomes.

Key words: concept map, problem-based learning, scaffolding, biomedical knowledge, knowledge organization, causal knowledge.

Problématique

La carte conceptuelle (CC) fait partie des outils de représentation externe des connaissances tels que l'écriture, les diagrammes ou les cartes géographiques, combinant l'encodage symbolique et l'organisation spatiale des informations. Outre leur fonction de préservation des connaissances sur un support externe, ces outils ont aussi pour fonction de faciliter les processus de traitement des connaissances aussi bien à la phase de la construction qu'à la phase de l'utilisation des représentations construites¹.

La CC est une représentation externe des connaissances sous forme de réseau composé de « nœuds » représentant les concepts, et de liens représentant les relations entre ces concepts. En éducation, elle est considérée comme un « outil cognitif » favorisant l'apprentissage signifiant, c'est-à-dire une compréhension en profondeur des connaissances conceptuelles complexes, mais aussi comme un « outil métacognitif », visant à développer la capacité de l'autorégulation des apprentissages¹.

La théorie et la méthode des CC élaborée par Novak² sous-tendent la grande majorité des usages des représentations du type « réseau » dans les domaines scientifiques, du primaire au postsecondaire³. C'est aussi le cas de sciences de la santé, où la CC est utilisée principalement au niveau préclinique, surtout en médecine et en sciences infirmières^{4,5}.

La plupart des études réalisées dans les domaines de la santé évaluent positivement l'apport des CC à l'apprentissage⁶. Toutefois, les résultats de l'analyse critique de Pudenko et al.⁴ soulignent que, malgré l'abondance des recherches, il existe encore peu de données démontrant de façon probante les effets positifs de la construction des CC sur l'apprentissage. Pour expliquer ce constat, ces chercheurs avancent l'hypothèse d'un manque d'alignement de la structure de la CC aux objectifs pédagogiques dans une situation d'apprentissage donnée. En effet, la CC est utilisée pour une grande variété d'objectifs pédagogiques, allant de la compréhension des textes jusqu'au développement de la pensée critique ou de l'autorégulation des processus d'apprentissage. Mais la façon dont les caractéristiques de l'activité représentationnelle avec la CC permettent de soutenir l'atteinte de chacun de ces objectifs est rarement analysée ou mise en rapport avec les particularités des domaines étudiés et les caractéristiques des étudiants. Autrement dit, peu d'attention est accordée aux conditions nécessaires pour réaliser un alignement pédagogique satisfaisant (*constructive alignment*⁷) garantissant une cohérence entre les activités d'apprentissage avec la CC, les objectifs visés et les stratégies d'évaluation dans une situation d'apprentissage donnée.

Dans le cadre de l'apprentissage par problèmes (APP), adopté par de nombreux programmes de formation préclinique dans les facultés de médecine, diverses formes de soutien à l'apprentissage sont proposées aux étudiants, parmi lesquelles les représentations externes des connaissances telles que les CC⁸. Cependant, à l'instar d'autres types de représentations externes, les CC restent encore peu étudiées et les résultats des études existantes ne permettent pas de faire des recommandations permettant de les aligner aux objectifs pédagogiques qui peuvent être visés dans le cadre de l'APP⁹.

Contexte

Depuis 1993, la Faculté de médecine de l'Université de Montréal utilise l'APP inspirée de la méthode en sept étapes proposée par l'Université de Maastricht¹⁰ pour la formation des étudiants de niveau préclinique. Ces étapes sont regroupées en trois phases : la première (« l'aller ») et la dernière (« le retour »), consistent en des séances de groupe animées par un tuteur. Entre les deux se trouve la phase de l'étude des recueils de référence, réalisée individuellement par chaque étudiant.

En 2004, la construction de CC selon l'approche de Novak a été intégrée à l'APP à titre de stratégie d'apprentissage active, favorisant l'organisation des connaissances par les étudiants. L'utilisation du logiciel CMap Tools¹¹ conçu pour soutenir la construction des CC selon la méthode de Novak, a alors été recommandée. Des activités de formation à la construction des CC avec Cmap Tools et à leur usage dans le cadre de l'APP sont offertes à tous les enseignants impliqués dans l'APP ainsi qu'aux étudiants.

La démarche de l'APP soutenue par l'activité des CC est réalisée de la façon suivante :

- Lors de « l'aller », les étudiants analysent en groupe un nouveau cas clinique. Le tuteur les encourage à élaborer des hypothèses pour expliquer les phénomènes illustrés par le cas. Le groupe doit représenter, dans une « CMap » (une CC construite avec CMap Tools), les phénomènes à expliquer, puis les relier de façon à construire une représentation de l'ensemble du problème. Cette CMap dite « naïve » peut contenir des liens ou des notions inexacts ou incomplètes.
- L'étude individuelle doit permettre aux étudiants de développer leurs connaissances en lien avec les objectifs d'apprentissage. Grâce aux notions nouvellement acquises, les étudiants sont encouragés à corriger, à compléter ou à refaire la carte « naïve » de façon individuelle.
- Lors du « retour » les étudiants reviennent en groupe pour mettre en commun leurs connaissances, sous la supervision du tuteur. Le problème est réexpliqué et la carte « naïve » est corrigée et enrichie par le groupe. La CC finale doit permettre une synthèse du problème et des notions scientifiques fondamentales qui s'y rattachent. Elle doit être exempte d'erreurs, par exemple des liens propositionnels erronés.

Les commentaires des tuteurs sur les CC s'avèrent plutôt positifs, notamment parce qu'elles leur permettent de formuler des rétroactions spécifiques et d'identifier des étudiants en difficulté. Nos observations indiquent que les tuteurs sont capables de reconnaître intuitivement une « bonne carte », sans être pour autant capable d'expliquer

les raisons de leur jugement. De plus, ils semblent divisés sur la nature des connaissances à représenter dans la CC. Ils s'entendent pour dire que la CC devrait être construite à partir des données du cas-problème, mais pour certains, elle devrait représenter l'ensemble des connaissances biomédicales en lien avec la maladie présentée alors que pour d'autres elle devrait représenter uniquement les données cliniques du cas-problème. Des questions récurrentes des tuteurs et des étudiants portent ainsi sur la nature de la « bonne carte » et donc de la « bonne » organisation des connaissances et sur son degré de détail. Cette dernière question a d'ailleurs déjà été identifiée comme un obstacle à l'utilisation des CC comme stratégie pédagogique¹². Il est possible que les tuteurs demeurent incertains quant à la nature de l'organisation des connaissances dans la carte parce qu'ils ne disposent pas d'une représentation partagée des objectifs pédagogiques précis de la stratégie de la CC.

Cadre conceptuel

Dans l'approche élaborée par Novak², construire une CC consiste à représenter les connaissances sous forme d'un réseau propositionnel hiérarchique. La CC est une représentation externe dite « indépendante du domaine » car son utilisation vise à faciliter les processus cognitifs impliqués dans la compréhension des connaissances scientifiques dans différents domaines. Novak postule que l'apprentissage est favorisé lorsque l'apprenant relie les concepts les plus généraux d'un domaine aux concepts plus spécifiques. L'ensemble de propositions, constituées chacune de deux concepts reliés par un lien, forme une structure hiérarchique orientée de façon « descendante », dans laquelle les concepts plus généraux situés en haut de la carte sont reliés aux concepts plus spécifiques situés en bas de la carte. La méthode de Novak¹⁰ offre un ensemble de consignes sur la façon de construire un réseau hiérarchique propositionnel en partant d'un ensemble de concepts. Le logiciel CMap Tools présente des fonctionnalités qui facilitent la construction des CC selon cette méthode (voir figure 1).

Figure 1. La carte conceptuelle selon Novak (répéré et adapté du site Cmap Tools, <http://cmap.ihmc.us/docs/concept-map>)

L'utilisation des CC pour des objectifs aussi divers que le soutien à l'apprentissage signifiant, à la mémorisation, à l'autorégulation des apprentissages et au développement de la pensée critique, indique le caractère polyvalent de la représentation des connaissances avec la CC. Mais en même temps, cette polyvalence soulève la question de la façon dont l'activité d'apprentissage avec la CC devrait être adaptée pour favoriser l'atteinte de ces différents objectifs. D'une part, on peut se demander si la seule structuration des connaissances sous la forme d'une CC hiérarchique permet de représenter adéquatement les connaissances dans le domaine concerné pour un objectif pédagogique donné. D'autre part, il s'agit de décider si les consignes de la méthode de Novak offrent un soutien suffisant pour favoriser les processus cognitifs pertinents à l'apprentissage visé. L'analyse des recherches démontre que la construction des CC faite dans la perspective « constructiviste » de l'apprentissage, telle que proposée par Novak, se traduit souvent par une conception selon laquelle les étudiants doivent réaliser leurs

cartes de façon « libre » et « non guidée ». L'approche constructiviste s'appuie aussi sur l'idée selon laquelle il n'existe pas de structure « objective » et « prédéterminée » des connaissances qui puisse ou doive être représentée dans la CC. Elle se concrétise, de façon plus ou moins explicite, dans les préférences pour une construction idiosyncrasique des CC exprimant l'organisation des connaissances propre à chaque apprenant, basé sur l'apprentissage par découverte ou « minimalement guidé »².

Cependant, les théories pédagogiques d'inspiration socioconstructiviste, tout comme la théorie de la charge cognitive, représentative de la perspective cognitive contemporaine, avancent divers arguments en faveur d'un meilleur soutien pédagogique dans les domaines complexes ou pour répondre aux besoins des étudiants possédant peu de connaissances préalables¹³. Dans cette perspective, certains chercheurs proposent de mieux soutenir la construction des CC. Parmi les formes du soutien proposées figurent la rétroaction verbale de la part des enseignants durant l'activité de la construction des CC, l'offre des « cartes à trous » et des cartes « squelettes » à compléter par les étudiants. L'enseignant peut aussi prédéterminer les concepts-clés et le type de liens ou adapter la structuration hiérarchique des connaissances dans la CC aux caractéristiques des connaissances d'un domaine, en privilégiant par exemple la structure causale en physiologie⁴.

L'importance d'un soutien adéquat des étudiants a également été relevée dans l'APP⁸. Les études sur la construction des CC dans le cadre de l'APP indiquent qu'elle est utilisée pour améliorer la génération des hypothèses explicatives, développer la pensée critique, favoriser l'organisation des connaissances et l'apprentissage autodirigé. On constate ainsi que la CC peut viser des objectifs pédagogiques divers en APP et que les études existantes ne permettent pas de formuler des recommandations sur la façon d'aligner l'activité et les objectifs spécifiques visés.

Objectifs

Notre recherche s'appuie sur le postulat selon lequel l'alignement pédagogique favorisant la cohérence entre les activités d'apprentissage (ici la construction de la CC), les objectifs visés et les stratégies d'évaluation, améliore l'apprentissage dans une situation donnée.

Dans ce projet, nous avons choisi de nous intéresser à la question de l'organisation des connaissances souhaitée par les responsables des cours d'APP du niveau pré-clinique dans la formation médicale du premier cycle par rapport aux objectifs pédagogiques de leurs cours. Existe-t-il, du point de vue des enseignants, une CC « idéale » pour l'apprentissage, et si oui, en quoi consiste-t-elle ? Soulignons que cette CC « idéale » n'est pas une carte réalisée pour représenter la vision d'un « expert » du domaine, mais bien une représentation qui devrait « idéalement » être élaborée par les apprenants de façon à favoriser leur apprentissage.

Plus précisément, le but de ce projet est de déterminer s'il existe une conception commune partagée par les enseignants responsables de cours d'APP: (i) des objectifs pédagogiques de l'activité de la construction de la CC, et (ii) de la nature et de

l'organisation des connaissances qui devraient être représentées dans une carte conceptuelle pour un cas-problème donné, étant donné les objectifs pédagogiques visés dans le cours.

Matériels et méthodes

Notre méthodologie consiste en une étude de cas interprétative visant à décrire et à interpréter théoriquement le phénomène étudié. Il s'agit d'une étude de cas exploratoire, puisque notre objet d'étude présente de nombreuses variables en jeu qui ne sont pas prises en considération à ce stade de la recherche¹⁴.

Une étude pilote a été réalisée afin de préciser la question de recherche, Cette étude a été menée avec deux enseignants cliniciens (dont la chercheuse principale) remplissant les critères de sélection des participants de la recherche (décrits ci-dessous). Elle a consisté en une discussion et une analyse des CC des enseignants et des étudiants. Cette étude pilote nous a permis ensuite de mettre au point les instruments de recueil et d'analyse des données à savoir la conception et le test du déroulement d'une séance de construction de CC et de son enregistrement en vidéo, la préparation d'un guide d'entretien et une méthode de constitution des protocoles des enregistrements vidéo et d'analyse des données verbales.

Participants

Nous avons choisi d'analyser les conceptions des enseignants responsables de cours d'APP, car ceux-ci sont, d'une part, des experts du contenu d'enseignement et d'autre part, ils jouent (en collaboration avec les tuteurs impliqués dans leur cours) un rôle déterminant dans la conception et la supervision des activités et des objectifs d'apprentissage dans la formation médicale du premier cycle.

Huit enseignants volontaires ont participé à l'étude. Ils ont été choisis parmi les responsables de cours obligatoires du niveau préclinique utilisant l'APP selon les critères suivants : avoir expérimenté l'utilisation des CC dans leur cours, et posséder une formation de base en pédagogie. La représentation des différents points de vue a été assurée par la sélection d'un nombre équivalent d'enseignants impliqués en première et en deuxième année du cours de médecine, parmi lesquels trois étaient des chercheurs des sciences fondamentales et cinq des cliniciens. L'attitude des enseignants envers les CC n'a pas fait l'objet d'une évaluation préalable à l'étude et elle n'a pas constitué un critère de sélection de participants.

Recueil de données

Nous avons utilisé quatre méthodes de recueil de données: 1) la verbalisation concomitante réalisée par chaque participant durant la séance de construction de la CC; 2) l'entretien semi-dirigé de groupe, à la fin de la séance, 3) l'observation directe de la séance et 4) le recueil des cartes ou autres traces produites durant la séance.

La CC portait sur un cas-problème choisi par chaque participant parmi les problèmes de son cours.

La verbalisation concomitante constitue un moyen d'accès aux connaissances complexes mobilisées par les sujets dans l'activité et qui peuvent être formulées verbalement¹⁵. Nous l'avons situé dans le cadre d'une séance où ont participé une dyade de participants, une chercheuse experte des représentations graphiques et une clinicienne-chercheuse. En tout, quatre séances de verbalisation concomitante ont été réalisées, soit une par dyade de participants.

Chaque séance avait pour objectif le partage des conceptions personnelles sur la carte conceptuelle attendue des étudiants à l'étape du « retour ». Chaque participant devait construire la carte de son cas et décrire à haute voix ce qu'il était en train de faire, en s'adressant à son collègue. Celui-ci avait pour consigne de l'écouter et de poser, lorsqu'il en éprouvait le besoin, des questions sur l'activité de CC en cours. Pour éviter que les discussions durant les séances ne se centrent trop sur des besoins de clarification des contenus scientifiques des cas-problèmes et empêchent ainsi les discussions sur la CC, les dyades étaient composées de participants aux expertises médicales ou disciplinaires connexes.

Une période d'environ 40 minutes était allouée à la construction de la CC par chaque participant, au moyen de l'outil CMap Tools ou d'un tableau blanc et des crayons de couleur. Durant l'activité de CC, deux chercheuses (qui sont les deux premières auteures) ont observé, en prenant des notes, l'activité de la CC et les échanges. Après la réalisation de l'activité de CC, les deux participants étaient invités à prendre part à un entretien semi-dirigé de groupe. Cet entretien, conduit par l'une des chercheuses, à l'aide du guide d'entretien et des notes d'observation, visait à recueillir les opinions des participants sur leurs conceptions de la CC, la CC réalisée et les objectifs pédagogiques visés dans le cadre de l'APP.

Les quatre séances, d'une durée totale de 2 heures, ont eu lieu dans un laboratoire équipé pour réaliser un enregistrement vidéo.

Analyse des données

Les verbalisations, les échanges réalisés pendant les séances et les entretiens de groupe ont été intégralement retranscrits. L'analyse de ces données a consisté en une analyse thématique à l'aide du logiciel d'analyse qualitative NVivo. Un enregistrement de la verbalisation concomitante a été exclu de l'analyse en raison d'un problème technique. L'analyse a consisté à élaborer un schème de codage initial, puis à l'enrichir, de façon inductive, sur les verbatims suivants. Elle a permis de dégager trois « niveaux » de la verbalisation concomitante :

- la description de l'activité de la construction de CC (ex. « *Je mets les indices dans les bulles* » ; « *Ça, c'est un mot de liaison* »);

- la description et l'explication du contenu de la CC (ex. « *C'est l'interaction entre le surpoids et ces facteurs génétiques, qui vont effectivement expliquer pourquoi cette jeune fille...* »; « *Donc, on va prendre la sténose, et on va la mettre avant l'AVC* »);
- la prescription des caractéristiques de la CC du point de vue de l'enseignant-participant (ex. « *Toutes ces étapes doivent faire partie de la carte conceptuelle* »; « *Il faut vraiment que ça montre ce qui a causé les lésions, jusqu'aux lésions finales, c'est ça qu'on veut* »).

Les exemples rapportés ci-haut illustrent l'interaction étroite entre le « dire » et le « faire » dans la verbalisation concomitante à l'activité de la construction de la CC, se traduisant notamment par l'usage des déictiques (« ici », « ce lien-là »). Pour coder adéquatement les verbatims, les chercheuses ont visionné simultanément les enregistrements vidéo de l'activité de la CC. Au besoin, elles ont aussi eu recours aux cartes produites par les participants.

L'analyse des verbatims des entretiens a permis d'enrichir les schèmes de codage en ce qui concerne le contexte de l'APP, les perceptions de l'activité de la CC réalisée par les étudiants et par les tuteurs, et les objectifs pédagogiques visés dans le cours.

Les codes récurrents ont été agrégés en thèmes. La segmentation et la thématisation ont été réalisées de façon récursive sur l'ensemble des verbatims de façon conjointe et collaborative par les deux chercheuses qui ont réalisé le recueil des données. Ces deux chercheuses ont mobilisé dans l'analyse leurs perspectives et expertises complémentaires : celle de clinicienne, enseignante et responsable des cours de l'APP en médecine et celle de chercheuse-enseignante en psychologie de l'éducation, spécialiste du domaine de l'apprentissage avec les CC. Le point de saturation des données a été constaté lors de l'analyse des données de la troisième séance, provenant du cinquième et du sixième participant.

Les résultats de l'analyse thématique ont été discutés avec la troisième chercheuse, également enseignante et possédant une expertise sur les processus cognitifs du développement de l'expertise et du raisonnement clinique en médecine (et troisième auteure de cet article), jusqu'à l'obtention du consensus.

Résultats

La majorité des participants considèrent que la construction des CC peut aider les étudiants à apprendre de façon active, mais, pour que ces bénéfices soient réels, elle doit être « *bien utilisée* ». Cependant, les participants rencontrent des difficultés à expliquer en quoi consiste cette « *bonne utilisation* » et ils reconnaissent que les consignes de la méthode de Novak ne les aident pas à le préciser. Lors des séances, les participants ont pu expliciter leurs conceptions en se mettant spontanément « à la place des étudiants ».

Ainsi, ils ont constaté que « *faire la carte est un exercice difficile* » et que construire une CC « complète » ne semble pas constituer un objectif pédagogique approprié à l'étape de « l'aller » car, à cette étape-là, les étudiants n'ont pas les connaissances requises pour relier dans une seule carte « *une grande quantité des phénomènes nouveaux* », et cela, même de façon « naïve ». En même temps ils reconnaissent qu'au fur et à mesure de leur avancement dans le programme, les étudiants sont mieux outillés en termes de connaissances et qu'ils arrivent à mieux représenter l'ensemble de phénomènes et leurs relations dans une seule carte. Cependant comme la complexité des cas augmente également avec la progression dans le programme, la construction des CC semble conserver un degré de difficulté considérable même pour les étudiants les plus avancés dans le programme. Tous les participants se sont dits préoccupés par le manque de temps pour réaliser la CC en groupe, notamment à « l'aller ». Ils considèrent aussi que l'utilisation du CMap Tools restreint la possibilité « *d'aller au tableau comme dans le bon vieux temps* » pour dessiner, faire les diagrammes, représenter des courbes, etc. Les avantages mentionnés de l'outil CMap sont la facilité de modification et la présentation visuelle attrayante.

Objectifs pédagogiques visés par la construction de la CC.

Les participants s'accordent sur le fait qu'une « *bonne carte* » est celle qui explique le « *pourquoi* » de la survenue du problème de santé principal et, éventuellement, des problèmes secondaires. L'explication attendue doit être fondée sur les connaissances biomédicales décrivant les « *mécanismes d'action* » sous-jacents aux phénomènes qui ont conduit au problème de santé principal et à ses manifestations.

Ils trouvent que la CC doit être « *contextualisée* », c'est-à-dire, « *centrée sur le patient* », sans pour autant reproduire ce qui est décrit dans le texte du cas. Ainsi, une CC qui décrit principalement ce qui est arrivé au patient (son « *histoire* »), appelée « *chronologique* » ou « *linéaire* », ne répond pas aux objectifs pédagogiques. Pour eux, le « *contexte* » de la carte correspond plutôt au domaine des connaissances biomédicales pertinent par rapport au « *cas* ». Lors des séances, les participants se sont questionnés sur la quantité des connaissances qui devraient être représentées. Ils s'entendent pour dire qu'une CC trop détaillée indique que l'étudiant n'est pas parvenu à synthétiser ce qui est pertinent. Par exemple, il n'est pas approprié de lister dans la CC toutes les bactéries qui peuvent causer une infection donnée. Plusieurs participants ont proposé de délimiter la « *profondeur* » des CC à l'aide de « *la base de connaissances commune* » soit dans une perspective disciplinaire (par ex. les concepts fondamentaux en neurologie) soit dans une perspective « *professionnelle* » (ce qu'un « *médecin généraliste doit savoir* » pour être compétent dans sa pratique médicale).

L'organisation attendue des connaissances dans la CC.

Tous les enseignants ont abordé la construction de la CC comme une tâche d'explication de la structure causale reliant la pathologie aux données cliniques du cas. Les traits communs des CC du « retour » sont les suivants :

- Le concept principal est placé au centre de la carte dans sa partie supérieure. Ce concept représente la pathologie principale présentée dans le cas-problème.

- Les concepts cliniques repérés dans le texte sont représentés en bas ou en périphérie de la carte.
- Les concepts cliniques sont organisés en fonction de leur appartenance aux « catégories cliniques » soit les facteurs de risque, les signes, les symptômes, les investigations et les traitements, leurs effets bénéfiques, leurs effets indésirables, et les diagnostics secondaires.
- Les éléments cliniques intégrés à la carte ont été transformés sémantiquement (ex. « ménorragies » au lieu de « règles abondantes »).
- Lorsque les éléments cliniques peuvent être expliqués par un même mécanisme, les participants les ont regroupés dans un seul « nœud ».
- La signification verbalisée de la majorité des liens est celle de la causalité (A cause B) et elle peut être exprimée par des mots différents (ex. A *cause*, *entraîne*, *provoque* B). L'utilisation des verbes plus spécifiques que « cause » est souhaitée pour exprimer soit la terminologie spécifique à un domaine disciplinaire, (par ex., en endocrinologie on retrouve fréquemment les verbes « *inhibe* » et « *stimule* ») soit la terminologie « médicale » (« *favorise* »).
- Les liens entre les concepts biomédicaux et les concepts cliniques forment des « *cascades physiopathologiques* ».
- La relation de causalité est habituellement représentée dans la carte sous la forme d'une relation orientée de la « cause » vers « effet ». Parfois, les participants ont choisi de l'exprimer en utilisant la forme passive d'un verbe de causation (« B est causé par A »), représentée aussi par l'orientation du lien « du bas vers le haut »).
- Certains liens expriment l'idée d'une temporalité propre au domaine au moyen de verbes tels que « *se complique* », « *évolue* », « *s'améliore* ». Des mots exprimant une temporalité plus générale tels que « *après* » ou « *ensuite* », sont jugés inadéquats.

Figure 2. Le modèle de la carte conceptuelle attendue des étudiants à la phase du « retour » de l'APP.

Soulignons que les enseignants se sont efforcés de respecter les contraintes de l'organisation hiérarchique des connaissances telle que proposées par la méthode de Novak, en réorganisant progressivement la carte de façon à placer la « pathologie » qui est le concept le plus général en haut et les concepts les plus spécifiques (les éléments cliniques observés) en bas de la carte (voir figure 2).

Discussion

Cette étude a permis à un groupe d'enseignants responsables des cours du niveau préclinique d'explicitier leurs représentations des objectifs visés par les CC et leurs attentes quant à l'organisation des connaissances dans les CC construites par les étudiants analysant un cas-problème au cours de l'APP. Elle leur a aussi permis d'exprimer diverses préoccupations d'ordre pédagogique quant à la façon d'utiliser la CC. Nos

résultats indiquent que ces enseignants partagent une représentation commune des objectifs pédagogiques de la construction des CC : elle devrait permettre aux étudiants de construire une représentation cohérente des mécanismes causaux à l'œuvre dans la pathologie ou le problème clinique principal du cas. Pour nos participants, une « bonne carte » est par conséquent celle qui représente la « bonne » organisation des connaissances causales, permettant d'expliquer correctement et de façon aussi complète que possible l'ensemble des observations cliniques décrites dans le cas-problème.

Les enseignants qui ont participé au projet accordent une grande importance à la compréhension des mécanismes causaux d'une pathologie particulière mais aussi des principes généraux structurant un domaine (ex. voies neurologiques, boucle de rétroaction en endocrinologie). Ils ne souhaitent pas que les étudiants relient les données cliniques au moyen d'inférences de type clinique puisque cela ne leur permet pas de s'assurer que les étudiants aient suffisamment développé leurs connaissances biomédicales en lien avec le cas-problème. Par exemple, pour un cas-problème dont l'objectif pédagogique serait « expliquer les manifestations cliniques des pneumonies », il ne serait pas adéquat qu'un étudiant relie pneumonie et toux par un lien de type « se manifeste » sans le développer davantage. L'organisation hiérarchique causale des connaissances dans la CC est cohérente avec l'objectif pédagogique des deux premières années du préclinique, qui est celui d'aider les étudiants à développer une base de connaissances théoriques utiles pour la résolution de problèmes cliniques.

Nos résultats vont dans le sens des recherches qui soulignent l'importance de l'organisation causale des connaissances biomédicales et leur « pouvoir intégrateur » dans l'apprentissage des étudiants du niveau préclinique¹⁶. Woods et ses collègues¹⁷ proposent que ce soit précisément la structure causale des connaissances biomédicales en lien avec une pathologie donnée qui assure la cohérence et la stabilité du cadre explicatif de phénomènes cliniques perçus. La structure causale permet d'organiser de façon cohérente les connaissances cliniques, de les retenir et d'amorcer la création de scripts cliniques. Ces idées sont appuyées par l'ensemble des travaux sur le développement de l'expertise médicale qui démontrent que les connaissances biomédicales « encapsulées » jouent un rôle essentiel dans la résolution des problèmes cliniques complexes ou rares¹⁸.

Dans le cadre d'une démarche participative de la révision du programme, l'étude a été présentée à l'ensemble des responsables de cours de l'APP (y compris les participants à l'étude) (n=14), aux responsables du programme (n=5) ainsi qu'à une représentante académique des étudiants. L'ensemble des personnes présentes ont accueilli favorablement les résultats en estimant que ceux-ci répondaient en grande partie à leurs interrogations sur la CC en APP. Les responsables de cours ont trouvé que l'étude a permis de clarifier l'objectif de la construction de la CC en APP, ce qui les aidera à mieux ajuster cette activité aux objectifs d'apprentissage. La représentante des étudiants a exprimé un certain soulagement à l'idée que les étudiants disposeraient dorénavant de consignes plus précises sur la CC. Quant aux responsables de programme, ils ont pu situer l'activité de construction de la CC dans une perspective plus globale d'acquisition

de l'expertise et mettre sur pied des formations pédagogiques intégrant les résultats de notre étude et permettant de préciser l'utilisation de la CC en APP au préclinique. Depuis, ces formations ont été offertes à environ 150 tuteurs et 250 étudiants. Elles ont donné l'occasion de confronter nos résultats à la réalité du « terrain », et de constater que notre étude a permis d'explicitier et de clarifier les opinions et les pratiques implicitement partagées, tant par des étudiants que par des enseignants, quant à la structure et le contenu souhaitables de la CC. Par contre, ces formations ont aussi mis en évidence qu'il demeure encore des questions sur l'apport de la CC comme outil de collaboration et d'animation dans une séance d'APP.

L'ensemble de ces résultats nous permettent donc de formuler plusieurs recommandations pour favoriser l'alignement de l'activité de la CC et des objectifs pédagogiques dans le cadre de l'APP au préclinique.

Tout d'abord, il est souhaitable de mieux guider les étudiants en clarifiant les consignes de la construction des CC quant aux objectifs pédagogiques, l'organisation des connaissances attendue dans la CC, la nature des connaissances cliniques (symptômes, signes, traitements, facteurs de risque, etc.) et biomédicales (causes) représentées. Une meilleure représentation de la tâche à réaliser peut contribuer à diminuer la charge cognitive « inutile »¹⁹, résultant des questionnements sur la façon de réaliser la tâche (comment je m'y prends, qu'est-ce qui est attendu de moi ?) et à diriger les ressources cognitives des étudiants vers les activités de compréhension du domaine à l'étude, notamment à la phase de l'étude individuelle.

Ce cadre commun de compréhension des objectifs de la représentation des connaissances dans une CC peut aussi favoriser la rétroaction des tuteurs. Mieux outillés, les tuteurs peuvent plus facilement s'assurer d'une compréhension commune du cas-problème, de détecter les erreurs ou les omissions importantes et d'évaluer les cartes produites individuellement.

Nos résultats peuvent aussi être utilisés pour aider les enseignants responsables des cours de l'APP à mieux situer l'utilisation de la CC en fonction des objectifs d'apprentissage du cas-problème, en distinguant ceux qui gagneraient à faire l'objet de l'activité de la construction de la CC et en ajuster l'ampleur et la complexité de la CC en fonction du niveau des connaissances des étudiants. On pourrait par exemple proposer, en utilisant la taxonomie de Bloom²⁰, que seuls les contenus en lien avec les objectifs de type « expliquer » ou « comprendre » devraient faire l'objet de la CC.

Les discussions menées dans le cadre des formations pédagogiques sur les CC ont permis de confirmer nos résultats démontrant que relier l'ensemble de phénomènes d'un cas-problème dans la carte sans avoir bâti un bagage de connaissances suffisant sur la pathologie exemplifiée constitue un exercice complexe et difficile à réaliser dans le cadre de la durée habituelle d'une séance d'APP à la phase de l'aller. Il semble que les processus de production d'une représentation externe « complète » répondant aux

critères de forme d'une CC réalisée avec le logiciel CMap Tools, monopolisent le travail cognitif des étudiants au détriment des processus d'activation des connaissances antérieures, de leur partage et de génération des hypothèses parfois erronées mais riches en termes d'apprentissage.

En d'autres mots, la tâche de « faire la carte » devient l'objectif principal des étudiants, diminuant le temps et l'attention consacrés à la discussion de leurs connaissances et à la génération des hypothèses explicatives, constituant pourtant le but premier de cette phase de l'APP. Certaines observations réalisées par les enseignants permettent même d'avancer que la représentation des hypothèses sur les relations entre les phénomènes sous la forme des liens dans la CC conduit à figer la représentation du problème sous une forme unique et freine la discussion en obligeant le groupe à trouver un consensus, alors que ses membres n'y sont pas encore prêts.

C'est pourquoi nous proposons de réserver la construction d'une CC « complète » aux phases de l'étude individuelle et du « retour » de l'APP. Pour améliorer l'atteinte des objectifs de l'APP à la phase de « l'aller », nous pensons qu'il est préférable que les étudiants puissent générer des hypothèses partielles concernant les causes de certains éléments cliniques ou parfois regrouper certains éléments, sans pour autant les relier sous la forme d'une CC unique. De plus, considérant nos résultats à la lumière de l'ensemble des recherches sur l'apprentissage soutenu par les représentations externes des connaissances¹, nous déconseillons l'imposition de la CC à titre d'une représentation externe unique à cette étape de l'APP. Au contraire, les étudiants et les tuteurs devraient avoir le choix des représentations graphiques congruentes avec le domaine à l'étude, par exemple, ils devraient pouvoir utiliser un dessin de circuits neuronaux pour expliquer les signes cliniques d'un patient ayant eu un accident vasculaire cérébral.

Pour assurer la fiabilité et la crédibilité de notre étude de cas, nous avons apporté une attention particulière à la représentativité des participants, dont le nombre et certaines caractéristiques ont été prédéterminés afin d'assurer la diversité des points de vue. Cette démarche s'est avérée satisfaisante étant donné la saturation des données obtenue à l'analyse des protocoles. Aussi, nous avons triangulé nos sources de données, nos méthodes de recueil et les perspectives des chercheuses lors de l'analyse et de l'interprétation des résultats. La crédibilité de notre étude a également été augmentée par la validation des résultats par d'autres enseignants impliqués dans les cours APP en formation préclinique.

La transférabilité de nos résultats pourrait être améliorée au moyen d'une démarche de généralisation analytique²¹ visant à les comparer aux résultats d'autres recherches. Ainsi, il serait souhaitable d'étudier l'influence de diverses variables relatives à l'APP, par exemple, les objectifs visés par les différentes composantes de l'APP, la structuration des cas-problèmes ou le rôle des tuteurs. Dans notre contexte d'utilisation de l'APP, la CC est perçue d'abord comme un « outil cognitif » qui devrait favoriser l'organisation causale des connaissances biomédicales dans le domaine visé par le cas-problème. Son potentiel

en tant qu' « outil métacognitif » visant à soutenir l'autorégulation des étudiants, ne s'est pas reflété dans nos résultats et devrait, par conséquent, faire l'objet d'autres études. Nos résultats devraient également être comparés à ceux issus des recherches considérant le point de vue des étudiants et leur activité de la construction de la CC.

Une limite de notre recherche est qu'elle se concentre sur le produit de la construction de la CC, puisque, malgré la prise en compte des actions de construction de la CC, notre analyse n'a pas visé à déterminer les *processus de raisonnement* impliqués. Ainsi, elle laisse ouverte la question de la directionnalité du raisonnement lors de la construction de la CC (du diagnostic vers les données cliniques ou inversement). Or, cette question est particulièrement importante en ce qui concerne la préparation des étudiants à l'apprentissage du raisonnement clinique. Pour mieux comprendre les apports potentiels du soutien offert par des représentations externes à l'organisation des connaissances biomédicales dans le cadre de l'APP et leur rôle dans l'apprentissage du raisonnement clinique, une perspective intéressante serait de comparer les processus de construction des CC par les experts (les enseignants) et par les novices (étudiants), à différentes étapes de leur formation.

Éthique : cette étude a obtenu le certificat d'éthique de l'Université de Montréal.

Conflit d'intérêt : Aucun.

Subvention : Cette étude a bénéficié d'une subvention de recherche accordée par le Fonds institutionnel de recherche de la Télé-université et de l'aide logistique du Centre de recherche LICEF.

Remerciements : Nous remercions le docteur Serge Dubé pour sa participation à l'étude pilote, les professeurs de la Faculté de médecine de l'Université de Montréal pour leur contribution volontaire à cette étude et le personnel technique du Centre de recherche LICEF pour son aide à la réalisation du recueil de données.

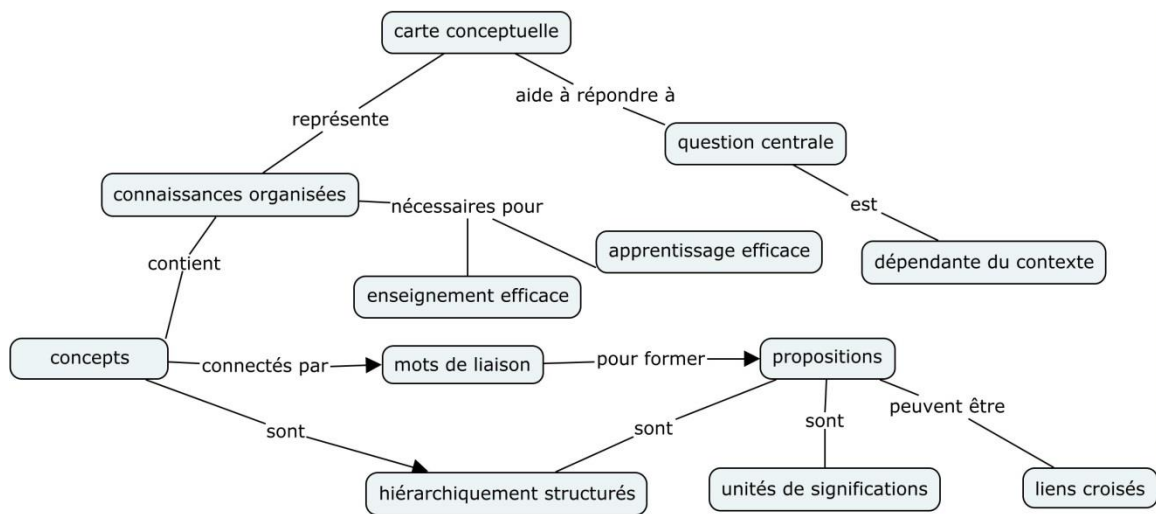


Figure 1. La carte conceptuelle selon Novak (repéré et adapté du site Cmap Tools, <http://cmap.ihmc.us/docs/concept-map>)

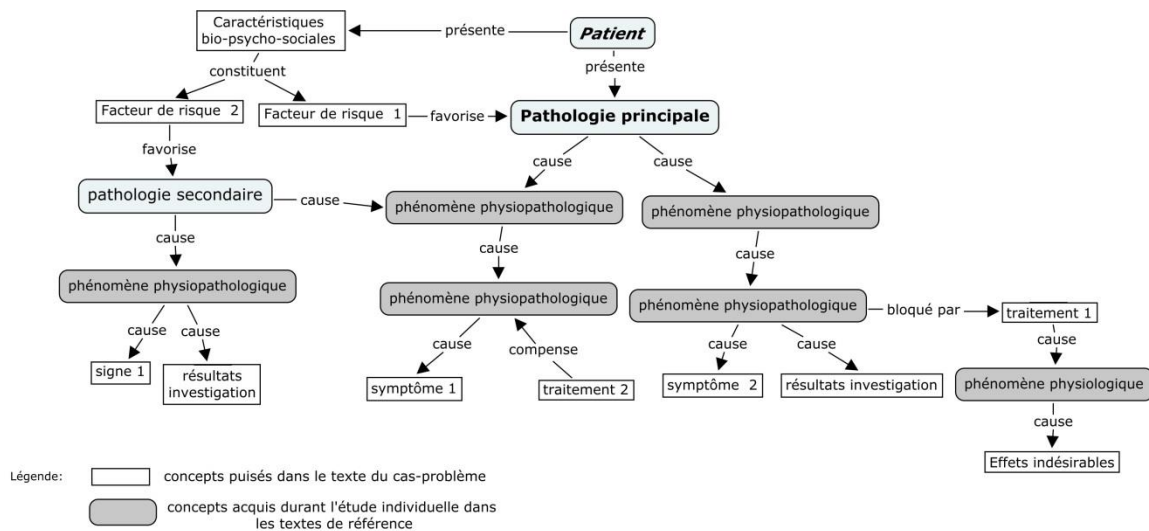


Figure 2. Le modèle de la carte conceptuelle attendue des étudiants à la phase du « retour » de l'APP.

Références

1. Jonassen DH, Marra RM. Concept mapping and other formalisms as mindtools for representing knowledge. *Association for Learning Technology Journal* 1994;2(1):50-6.
2. Novak JD. Concept mapping: a useful tool for science education. *J Res Sci Teach* 1990;27(10):937-49.
3. Chang Y-H, Chang C-Y, Tseng Y-H. Trends of science education research: An automatic content analysis. *J Sci Educ Technol* 2010;19(4):315-31.
4. Pudelko B, Young M, Vincent - Lamarre P, Charlin B. Mapping as a learning strategy in health professions education: a critical analysis. *Med Educ* 2012;46(12):1215-25.

5. Demeester A, Vanpee D, Marchand C, Eymard C. Formation au raisonnement clinique: perspectives d'utilisation des cartes conceptuelles. *Pédagogie médicale* 2010;11(2):81-95.
6. Daley BJ, Torre DM. Concept maps in medical education: an analytical literature review. *Med Educ* 2010;44(5):440-8.
7. Biggs J. Enhancing teaching through constructive alignment. *High Educ* 1996;32(3):347-64.
8. Schmidt HG, Rotgans JI, Yew EH. The process of problem - based learning: what works and why. *Med Educ* 2011;45(8):792-806.
9. Zwaal W, Otting H. The impact of concept mapping on the process of problem-based learning. *Interdisciplinary Journal of problem-based learning*. 2012;6(1):7.
10. Gijssels W. *Perspectives on problem-based learning*: New York, NY : Springer; 1995.
11. IHMC. CMap Tools software and research. 2016 ; Récupéré sur le site de l'Institute of Human and Machine Cognition. Pensacola, FL. Disponible sur: <http://cmap.ihmc.us/>
12. Rochette A, Bélisle M, Laflamme A, Doucet M, Chaput M, Fillion B. Étude descriptive de l'utilisation des cartes conceptuelles comme stratégie pédagogique en sciences de la santé. *Pédagogie Médicale* 2010;11(2):97-109.
13. Tobias S, Duffy TM. *Constructivist instruction: Success or failure?* New York, NY: Routledge; 2009.
14. Merriam SB. *Case study research in education: A qualitative approach*. San Francisco, CA: Jossey-Bass; 1988.
15. Klein G, Hoffman RR. Macro-cognition, mental models, and cognitive task analysis methodology. In: Schraagen JM, Militello LG, Ormerod TC, Lipshitz R, editors. *Naturalistic decision making and macro-cognition*. Hampshire, UK: Ashgate Publishing; 2008. p. 57-80.
16. Norman G. Teaching basic science to optimize transfer. *Med Teach* 2009;31(9):807-11.
17. Woods NN, Brooks LR, Norman GR. The value of basic science in clinical diagnosis: creating coherence among signs and symptoms. *Med Educ* 2005;39(1):107-12.
18. Charlin B, Boshuizen H, Custers EJ, Feltovich PJ. Scripts and clinical reasoning. *Med Educ* 2007;41(12):1178-84.
19. Young JQ, Van Merriënboer J, Durning S, Ten Cate O. Cognitive Load Theory: Implications for medical education: AMEE Guide No. 86. *Med Teach* 2014;36(5):371-84.
20. Anderson LW, Krathwohl DR, Bloom BS. *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*: New York. NY: Adison Wesley Longman; 2001.
21. Yin R. *Case study research: Design and methods*. Beverly Hills, CA: Sage Publishing; 1994.

NO	Relecteur 1:	Révision (numérotation des pages est celle de la version révisée)
1	La problématique est bien posée. Les auteurs affirment que la construction d'une carte conceptuelle est devenue « la façon	La référence appuyant cette affirmation a été ajoutée. <i>Chang Y-H, Chang C-Y, Tseng Y-H.</i>

	la plus répandue » de représenter les connaissances : sur quoi ou sur quelle référence se basent ils ? il est peut être préférable d'être prudent et de préciser simplement que l'utilisation de la CC est répandue ?	<i>Trends of science education research: An automatic content analysis. Journal of Science Education and Technology. 2010;19(4):315-31.</i>
2	Clarification de certains éléments du recueil de données	Fait. Les précisions ont été apportées aux points 3-9.
3	Mieux préciser le rôle des deux chercheurs qui observent la séance	Les rôles ont été précisés, p.9.
4	Par qui est mené l'entretien semi dirigé (existe t il un guide d'entretien ?)	Un guide d'entretien a été utilisé. Nous l'avons précisé à la p. 8 et 9.
5	L'observation de la séance : par les deux chercheurs ?	Oui, cela a été précisé, p. 8
6	Qu'observent Ils ?	Cela a été précisé, p. 8.
7	Est-ce que ce sont les mêmes que ceux qui ont procédé à l'analyse ?	Oui, cela a été précisé, à la p. 9
8	Quel type d'observation ?	Observation directe. Précisé à la p. 8 et 9
9	Il n'est pas très clair comment ont été utilisés les observations vidéos les notes d'observation et les cartes produites.	Ce commentaire et le suivant a été tout particulièrement pris en considération par les chercheuses, étant donné son importance pour la compréhension de la démarche de recueil et d'analyse. Nous avons détaillé cet aspect en l'illustrant par des exemples, p. 9-10.
10	Ces précisions pourraient nécessaires pour démontrer la qualité de la recherche au regard des qualités de la recherche qualitative, et donc dans une perspective de reproduction de l'étude	Les auteurs sont d'accord avec ce commentaire et ont fait des modifications suggérées par le relecteur 1.
	Relecteur 2:	
11	Il semble y avoir un problème d'alignement dans la présentation de cette étude. En partant, on se demande si l'étude permettra d'apporter des solutions au problème ciblé. La question qu'on se pose ensuite est : pourquoi demander à des enseignants (qui	Le problème à l'origine de l'étude est à la fois d'ordre pratique et théorique, et les deux se rejoignent. Il s'agit bien d'un problème pratique : peut-on optimiser l'usage des CC dans l'APP et si oui, comment ? Le problème théorique est celui de l'alignement : pour optimiser l'usage des CC il faut,

	<p>sont probablement des experts) de construire une carte à partir d'un seul cas si on cherche une façon optimale (transférable dans différents cas d'utilisation?) de l'utiliser avec des apprenants? Mon hypothèse est que le problème ciblé et présenté dans l'article (le manque de recommandations sur la façon optimale d'utiliser les CC, avec des apprenants, dans le cadre d'activités d'APP) n'est pas vraiment le problème à l'origine de l'étude. Mes questions aux auteurs sont les suivantes :</p>	<p>d'une part, connaître les objectifs pédagogiques des enseignants (quels objectifs ils visent lorsqu'ils proposent aux étudiants de construire des CC ?) et, d'autre part, la façon dont, selon eux, la CC favoriserait l'atteinte de ces objectifs, puis analyser si les deux sont « alignés », i.e. si l'activité proposée permet d'atteindre ces objectifs. Les recommandations sur l'optimisation visent donc à permettre de mieux « aligner » l'activité de la CC par rapport aux objectifs pédagogiques des enseignants. Nous pensons que l'article présente clairement cette problématique. Quant à la méthode employée (demander aux experts de construire une carte « idéale » qui concrétise donc un « alignement idéal » selon eux), les critères de sélection des enseignants (que nous avons mieux précisés dans la section méthodologie, en réponse à d'autres commentaires des relecteurs) et la triangulation des données (dont les entrevues), visent à cerner les conditions de transférabilité et de généralité des résultats.</p>
12	<p>Le vrai problème, à l'origine de votre étude, ne serait-il pas lié à l'hypothèse avancée par Pudelko et al. (que vous évoquez au paragraphe 3 de la p.4), i.e. le manque d'alignement de la structure de la CC aux objectifs pédagogiques... Ou peut-être est-ce lié à ce que vous décrivez au paragraphe 2 de la p.6, i.e. la révision du programme dans une démarche participative (des enseignants), principalement au moment où on s'intéresse à la révision de l'APP (et de l'utilisation des CC) que vous déclarez "usée".</p>	<p>Le problème du manque d'alignement de la CC par rapport aux objectifs pédagogiques visés par les enseignants est le problème à l'origine à l'étude. Ce problème fait partie de celui, plus vaste, de la démarche d'évaluation et de révision participative de l'APP à la faculté de médecine de l'UdeM. Pour une meilleure lisibilité de l'article, nous avons suivi la recommandation du relecteur 2 et axé l'article sur le problème de l'alignement pédagogique. Nous avons déplacé la question de la révision de programme dans la partie Discussion, et l'avons relié à la question de la validation des</p>

		résultats de l'étude.
13	p.4 2e paragraphe « ...est devenue la plus répandue dans l'enseignement des sciences, du primaire au post secondaire... » Avez-vous une référence? Sur quoi vous basez-vous pour faire cette affirmation? (même remarque que relecteur 1)	La référence appuyant cette affirmation a été ajoutée. <i>Chang Y-H, Chang C-Y, Tseng Y-H. Trends of science education research: An automatic content analysis. Journal of Science Education and Technology. 2010;19(4):315-31.</i>
14	p.6 2e paragraphe. Ce paragraphe est très important car il justifie votre étude à mon avis. Je crois qu'il serait utile dans le résumé. <i>Dans le cadre d'une démarche participative de la révision du programme de formation préclinique, rendue nécessaire, entre autres, par une certaine usure de l'APP, l'équipe pédagogique a souhaité mieux comprendre les conceptions des enseignants relatives à l'activité de la CC. Cette démarche s'inscrit dans l'approche « centrée sur les processus »⁹ selon laquelle l'analyse des pratiques et des représentations des enseignants constitue une phase importante de l'amélioration d'un programme de formation.</i>	Afin de répondre au commentaire 11 et 12, nous avons recentré la présentation de l'étude sur la problématique de l'alignement pédagogique et déplacé le thème de la « démarche participative » dans la discussion, ce qui nous permet aussi de mieux démontrer la validité interne des résultats de l'étude.
14	p.6 dernier paragraphe. Vous dites que le fait que les enseignants utilisent les CC (pour divers objectifs pédagogiques) indique qu'ils « adhèrent à l'idée selon laquelle la construction des CC est en soi un exercice suffisant pour permettre l'atteinte de l'ensemble des objectifs... ». On peut en douter... Ces enseignants utilisent peut-être (j'espère) d'autres moyens complémentaires pour	Cette proposition a été reformulée pour mieux nuancer l'affirmation.

	atteindre l'ensemble de ces objectifs.	
15	p.7, paragraphe 2. La dualité entre ces deux conceptions (peu guidée et plus guidée) est très intéressante. On sent que vous penchez du côté du « plus guidé » dans votre recommandation no.2 (p.12, paragraphe 1). Ne serait-il par plus convaincant de faire de nouveau référence à cette littérature quand vous faites votre recommandation?	Cette référence a été rappelée en discussion, p.13
16	N'y a-t-il pas des contextes et des objectifs pédagogiques qui justifient chacune des deux conceptions?	Concernant les contextes et les objectifs qui justifient les deux conceptions : oui, effectivement. C'est ce que nous avons brièvement décrit dans le paragraphe 2 de la page 7 en proposant que le meilleur soutien pédagogique est souhaitable dans les domaines complexes ou pour les étudiants avec peu de connaissances préalables.
17	P.7, fin du 3e paragraphe. Le problème souligné est encore le manque de recommandations sur la façon optimale d'utiliser les CC dans l'APP dans les domaines de la santé. On s'attend à ce que votre étude permette d'en fournir mais vous ne le faites pas de mon point de vue. Vous en faites pour un contexte particulier (décrit à la p.5) et selon la perception de 8 enseignants impliqués dans ce contexte particulier. LA façon optimale ne devrait-elle pas prendre en compte différents contextes et l'expérience des apprenants (et non seulement de 8 enseignants placés en situation d'apprenants)?	<p>Pour répondre à ce commentaire, nous avons précisé le titre de l'article.</p> <p>Le but de l'étude n'est pas de présenter une façon « optimale », quel que soit le contexte. Au contraire, le message principal de l'article est que l'utilisation pédagogique de la CC doit prendre en compte le contexte, les apprenants et les objectifs pédagogiques visés par les enseignants. C'est pourquoi nous utilisons dans le titre le terme « optimiser » dans le sens « améliorer » dans un contexte donné, qui est celui de l'APP en préclinique. De plus, nous précisons qu'il s'agit du point de vue des enseignants. Le point de vue des apprenants est pris en compte indirectement, via les propos des enseignants. Bien évidemment,</p>

		une étape ultérieure et importante de la recherche est de croiser les points de vue, des enseignants et des étudiants, ce que nous avons déjà souligné dans la discussion des limites à la p. 13. De plus, nous discutons de la validité interne (crédibilité) et externe (transférabilité) de l'étude dans la discussion et la conclusion, en lien avec la sélection des participants et la saturation des données lors de l'analyse.
18	p.8, 2e paragraphe, « ... ils (les enseignants) avaient expérimenté l'utilisation des CC dans leur cours... » Est-ce que cette expérimentation avait été évaluée? Avaient-ils eu des expériences positives? Négatives?	Nous avons précisé dans « Participants » cette question sur l'attitude et l'expérience des enseignants participants. (p. 8)
19	p.8. dernier paragraphe, « ... de façon conjointe et collaborative par deux chercheuses, aux perspectives et expertises complémentaires.» On se demande quelles sont ces expertises.	Précisé, à la page 9.
20	p.9, milieu du 1er paragraphe, « Ainsi, ils ont constaté que « faire la carte est un exercice difficile » et que relier « une grande quantité des phénomènes nouveaux », ne serait-ce que de façon « naïve », ne semble pas constituer un objectif pédagogique approprié à l'étape de l'allée car, à cette étape-là, les étudiants n'ont pas les connaissances requises. » L'objectif pédagogique à l'étape de « l'allée » n'est-il pas de créer une base pour l'autorégulation des apprentissages qui suivra?	Le but de la recherche était précisément d'étudier quels sont les objectifs pédagogiques que les enseignants assignent à la CC lors de l'APP. Les résultats démontrent que l'objectif visé est l'organisation « causale » des connaissances et non pas l'autorégulation (ce qui ne veut pas dire que l'APP ne vise pas l'autorégulation, mais qu'à l'intérieur de l'APP, l'utilisation de la CC vise l'organisation des connaissances). Les enseignants constatent que faire « une seule » carte, reliant tous les phénomènes est un exercice très complexe et trop demandant à l'étape à l'allée, précisément pour des raisons de connaissances antérieures insuffisantes. Dans l'exercice de la CC

		tel qu'il a été proposé jusqu'alors, l'exigence de « production » de la CC à l'étape de l'allée semble imposer une contrainte de productivité trop grande, détournant l'attention des « processus » d'apprentissage, notamment de la génération des hypothèses qui est l'objectif de l'APP à cette étape. Nous avons reformulé cet énoncé particulier dans le premier paragraphe des Résultats, p. 10
21	Juste après, vous dites : « Les participants s'attendent en général à ce que la carte reflète la progression des étudiants». Ça semble contradictoire... s'il n'y a plus de carte « de départ » comment allez-vous voir la progression?	Cette phrase a été supprimée, car elle prêtait effectivement à la confusion. La phrase suivante décrit bien l'idée que l'on a souhaité d'exprimer, celle de « progression dans le programme » (et non pas de progression des cartes entre les phases d'un cours APP), p. 10
22	p.9 fin du premier paragraphe : « Tous les participants se sont dit préoccupés par le manque de temps pour réaliser la CC en groupe. Ils trouvent aussi que l'utilisation du CMap Tools a restreint la possibilité « d'aller au tableau comme dans le bon vieux temps » pour dessiner, faire les diagrammes, représenter des courbes, etc. » Pourquoi ne pas utiliser ces résultats pour faire des recommandations?	Cette proposition a déjà été exploitée dans les recommandations, Nous l'avons mieux mise en évidence, à la p. 14, paragraphe 3.
23	p.10 liste de traits communs, est-ce que vous recommandez de donner tous ces traits aux étudiants, comme des consignes de réalisation?	C'est une très bonne question. Les résultats constituent une description de l'activité des enseignants, non pas une prescription de ce que les étudiants devraient faire. De façon générale, la description de l'activité d'un expert dans un domaine ne peut être immédiatement transposée en prescription de ce qu'un novice dans un domaine devrait faire pour apprendre. De plus, dans notre cas, la situation se complique si l'on dissocie

	<p>l'expertise du domaine médical et l'expertise de la construction des cartes (les enseignants ne sont pas considérés comme des experts de la construction de la CC). Leur activité de la construction de CC résulte de l'interprétation qu'ils ont fait des consignes de la méthode de Novak (dont ils ont pris connaissance dans la formation offerte à la Faculté ou par eux-mêmes) et des fonctionnalités du logiciel. Par exemple, aussi bien la méthode de Novak que le logiciel CMap proposent de procéder de haut vers le bas, ce que les enseignants ont fait généralement. Mais cette façon de faire n'est peut-être pas congruente avec l'APP ou l'étude commence avec ce qui est « spécifique » (données de l'observation du cas) et qui correspond à des connaissances spécifiques qui devraient, selon la méthode de Novak, se retrouver « en bas » de la carte. Il est possible dès lors d'envisager l'hypothèse que dans l'APP les processus cognitifs de l'organisation des connaissances devraient procéder de « bas vers le haut » ou alors combiner les deux « directions » d'une façon qui reste à préciser. Il faudrait aussi examiner comment procèdent les étudiants et avec quels effets sur l'apprentissage. Dans notre article nous avons sélectionné, pour faire les recommandations, les résultats concernant la structure attendue des connaissances et leur formulation verbale (transformation sémantique), pas ceux sur les processus de construction de cette structure. Nous l'avons déjà mentionné dans le dernier paragraphe de la discussion en appelant cela « directionnalité ». Cependant nous avons ajouté une</p>
--	---

		précision en disant que notre étude « ne permet ni de détailler les processus cognitifs à l'œuvre ni de préciser comment soutenir les étudiants »
24	p.12, 1er paragraphe « Ensuite, une meilleure compréhension de la structure des connaissances attendue dans la CC de la part de tuteurs faciliterait leur guidance... » Je pense qu'il serait utile de préciser ce que vous entendez par « structure des connaissances » (vous parlez des types de cartes, dont les cartes « causales » dont vous parlez à la p.13?).	Oui, c'est bien cela. Cela a été précisé.
25	p.12, 2e paragraphe. Ce n'est pas clair pour moi. Comment vos résultats peuvent-ils aider un enseignant à mieux cibler (et formuler?) des objectifs pédagogiques?	Nous l'avons précisé. IL s'agit de mieux situer la carte parmi les autres moyens pédagogiques, selon les objectifs d'apprentissage visés par le cas.
26	p.12, 3e paragraphe, « ... En effet, à l'étape de « l'allée », relier les concepts dans la carte sans avoir bâti un bagage de connaissances suffisant sur la pathologie exemplifiée constitue un exercice qui est cognitivement très ou même trop exigeant pour que les étudiants le trouvent « rentable ». Sur quoi vous basez-vous pour faire cette affirmation? La perception des 8 enseignants? Avez-vous consulté les apprenants?	Nous avons reformulé cet aspect, qui constitue une interprétation, fondée sur un cadre théorique de la charge cognitive.
27	p.12 4e paragraphe, cette recherche de flexibilité à l'étape de l'allée est très intéressante	Pas de modification.
	Comité de rédaction	
28	Le questionnaire formulé par l'un d'entre eux sur l'origine de leur problème de recherche pourrait ainsi conduire les auteurs à mieux	Cela a été précisé, voir les réponses aux commentaires 11 et 12.

	préciser encore leur problématique.	
29	Expliciter plus tôt la notion de « représentation externe des connaissances », en situant la carte conceptuelle parmi d'autres de représentations externes.	Fait à la page 4
30	Référencer le site Cmap et les ressources qu'il propose sur les cartes conceptuelles dès la première mention du logiciel CMap Tools dans le texte.	Fait à la page 5
31	Préciser ce qu'est une CMap. Est-ce bien une carte conceptuelle élaborée expressément avec le logiciel CMap Tools ?	Fait à la page 5
32	Dans la section « contexte », indiquer si, dans le cadre du programme d'APP concerné, des consignes explicites sont fournies aux tuteurs et aux étudiants quant à la production et à l'usage des cartes conceptuelles dans le cadre de l'APP. On croit comprendre que non ou qu'en tout cas ces consignes sont très implicites.	Cela a déjà été fait dans la version soumise, à la page 5 : Des activités de formation à la construction des CC avec Cmap Tools sont offertes à tous les enseignants impliqués dans l'APP ainsi qu'aux étudiants. Nous avons ajouté « l'usage dans le cadre de l'APP ».
33	Préciser ce que sont des « erreurs » dans une carte conceptuelle (concept erroné ou non pertinent par rapport au problème étudié ? lien erroné ? lien non explicitement nommé ? Etc.	Fait à la page 5
34	Phase « aller » et non phase « allée »	Aucune modification. Nous avons utilisé tout au long de l'article le terme « allée ».
35	Insérer le paragraphe « Objectifs » en toute fin de la section introductive, juste avant le paragraphe « matériel et méthodes »	Fait.
36	On croit comprendre que le nombre d'enseignants recrutés pour l'étude a été déterminé a priori. Un autre choix aurait été de procéder à	Oui, effectivement. La sélection visait à assurer la représentativité des points de vue. Nous l'avons précisé à la page 8.

	<p>l'analyse des entretiens au fur et à mesure et d'arrêter le recrutement après avoir vérifié que la saturation des données était obtenue. Le choix effectué pourrait être argumenté et les limites qu'il induit discutées dans la section ad hoc.</p>	<p>Nous avons précisé également la question de la saturation des données.</p>
37	<p>Il n'est pas indiqué si un guide d'entretien a été utilisé. Si oui, il conviendrait d'indiquer comment il a été élaboré (à partir d'une étude ciblée de la littérature ? à partir d'une étude exploratoire ? etc.)</p>	<p>Précisé dans le paragraphe décrivant l'étude pilote, p.7</p>
38	<p>L'un des résultats de l'étude est que l'élaboration de la carte conceptuelle « naïve », pendant la phase aller est une activité difficile, à la fois en raison de la complexité de la tâche cognitive, de l'insuffisance de connaissances antérieures et d'un temps imparti trop bref. A l'étape de la discussion, les auteurs s'appuient sur ces résultats pour envisager que, dorénavant, la carte naïve collective de la phase aller ne serait plus exigée, et qu'on demanderait seulement aux étudiants de construire d'une part, une carte individuelle à l'issue de leur temps de travail personnel, et d'autre part une carte collective pendant la phase retour. Comme cela est évoqué par l'un des lecteurs, la discussion semble sur ce point un peu inaboutie et réductrice. Au regard des sciences de l'apprentissage contemporaines, c'est en effet à partir de leurs connaissances antérieures que les étudiants construisent leurs nouveaux apprentissages. L'élaboration de la carte naïve pourrait avoir cette fonction</p>	<p>Cette remarque est intéressante. Pour y répondre, nous avons reformulé la discussion en soulignant que ce qui est remis en question par notre étude c'est la construction d'une CC « complète », réunissant tous les concepts identifiés dans le cas (même de façon erronée). Autrement dit, il s'agit de relâcher la contrainte « construire une CC » qui oriente les étudiants vers le « produit » et l'outil informatisé de la production (la CMap, qui, même erronée ou incomplète du point de vue du contenu, doit quand même être complétée dans sa « forme ») pour justement donner davantage de place aux processus d'activation des connaissances antérieures, de leur partage et confrontation en groupe et de génération d'hypothèses. C'est dans cette perspective que la recommandation d'« optimisation » est faite. Nous l'avons mieux intégré en lien avec la validation interne de notre étude.</p>

	<p>d'activer ces connaissances antérieures et, tant que tel, cela pourrait être considéré comme un avantage important de cette activité. Il est dès lors normal que la carte naïve soit incomplète voire qu'elle comporte des conceptions erronées. L'évolution des deux cartes collectives serait alors un moyen de documenter les apprentissages réalisés. S'il n'y a plus de carte initiale, il est deviendrait alors en effet impossible de documenter cette évolution. Si par ailleurs il semble avéré que les conditions pour élaborer la carte naïve initiale ne sont pas optimales, pourquoi en effet, comme le suggère le lecteur, ne pas en exciper des recommandations et consignes pour optimiser cette activité plutôt que la supprimer. Le choix effectué peut relever d'autres contraintes mais il conviendrait alors de les expliciter dans le travail.</p>	
39	<p>Par ailleurs, les auteurs discutent peu la problématique de la tension entre le caractère idiosyncrasique d'une carte conceptuelle et le caractère mutualisé d'une carte collective. Cette activité de mutualisation des cartes individuelles a-t-elle pour objectif d'exploiter le conflit socio-cognitif au sein du groupe ? Si tel est le cas, il conviendrait alors d'explicitier ce choix.</p>	<p>Effectivement, nous ne discutons pas de cette question malgré son intérêt, car cette elle dépasse, selon nous, le cadre de la présente étude. Elle nous obligerait à entrer dans une discussion d'ordre épistémologique sur la nature de la « connaissance objective » qui est souvent considérée par les éducateurs « constructivistes » dans une perspective « relativiste » (toutes les conceptions sont « viables »). C'est le même problème épistémologique en ce qui concerne la carte collaborative (quelle sont les bases épistémologiques de l'entente sociale sur la « bonne carte »).</p>
40	<p>Le travail comporte une discussion très loyale de certaines de ses</p>	<p>Merci, cela a été mis de l'avant.</p>

	limites, à tel point que les auteurs en oublient de mettre en avant les forces de leur étude qui en comporte pourtant plusieurs. On peut en effet relever à son crédit, entre autres, une triangulation des sources d'information, une triangulation des chercheurs au moment de l'analyse.	
41	En revanche, certaines autres faiblesses potentielles ne sont pas discutées : on n'indique pas si la saturation des données a été vérifiée ; il ne semble pas y avoir eu de démarche de validation par les répondants.	Cette partie de la discussion a été reformulée.
42	D'une manière générale, cette partie de la discussion, consacrée à l'examen des forces et des limites, pourrait sans doute être optimisée en la développant de manière plus systématique au regard des critères de rigueur habituellement reconnus en recherche qualitative : crédibilité, fiabilité, transférabilité, notamment.	Cette partie de la discussion a été reformulée.
43	Plusieurs références ne sont pas en stricte conformité avec les recommandations aux auteurs : abréviation des titres des revues indexées ; mention de la ville de l'éditeur des ouvrages.	Corrigé.