

Analyse de la structure de cartes conceptuelles pré et post cours

HERVE BARRAS

Haute Ecole Pédagogique du Valais, Formations à l'enseignement secondaire, Equipe Formation et professionnalisation, Herve.Barras@hepvs.ch

TYPE DE SOUMISSION

Bilan de recherche en pédagogie

RESUME

Cette recherche examine l'évolution des cartes conceptuelles produites par des étudiants lors d'un cours sur les théories de l'apprentissage. Ces cartes, dessinées en début et en fin de cours, ont été analysées pour identifier des changements dans leur structure et leur contenu. L'étude s'appuie sur un échantillon de 100 étudiants inscrits dans un programme de formation à l'enseignement secondaire. Les cartes sont catégorisées selon 17 dimensions conceptuelles. Une analyse en composantes principales (ACP) a révélé des différences entre les cartes pré et post cours. Avant le cours, les cartes présentaient une organisation dispersée et difficilement interprétable, avec un modèle comportant six composantes et une faible adéquation ($KMO = .55$). Après le cours, les cartes montraient une structuration plus claire et consolidée, avec un modèle réduit à quatre composantes cohérentes ($KMO = .81$), regroupant des thématiques centrales et des concepts transversaux. Ces résultats mettent en évidence un apprentissage en profondeur, où les étudiants intègrent les notions abordées en cours tout en établissant des liens avec d'autres enseignements. La recherche souligne le potentiel des cartes conceptuelles comme outil pédagogique favorisant la réflexion et la structuration des connaissances. Des études futures pourraient étendre cette approche à d'autres contextes d'apprentissage.

SUMMARY

This research examines the evolution of concept maps produced by students during a course on learning theories. These maps, drawn at the beginning and end of the course, were analyzed to identify changes in their structure and content. The study is based on a sample of 100 students enrolled in a secondary teacher education program. The maps were categorized according to 17 conceptual dimensions. A principal component analysis (PCA) revealed differences between the pre- and post-course maps. Before the course, the maps exhibited a dispersed and difficult-to-interpret organization, with a model comprising six components and low adequacy ($KMO = .55$). After the course, the maps showed a clearer and more consolidated structure, with a model reduced to four coherent components ($KMO = .81$), grouping central themes and transversal concepts. These results highlight deep learning, where students integrate the concepts covered in the course while establishing connections with other teachings. The research underscores the potential of concept maps as a pedagogical tool that promotes reflection and knowledge structuring. Future studies could extend this approach to other learning contexts.

MOTS-CLES (MAXIMUM 5)

Carte conceptuelle, apprentissage en profondeur, production des étudiants

KEY WORDS (MAXIMUM 5)

Mind Map, Deep Learning, Student Output.

1. Introduction

Cette recherche analyse le contenu des cartes conceptuelles produites par les étudiants durant un cours. Son objectif est de déterminer les transformations dans les cartes réalisées par les étudiants au début et au terme d'un cours. Elle recherche des structures dans l'évolution de ces cartes entre le début et le terme de l'enseignement. Cette activité de production est demandée depuis plusieurs itérations du cours et permet d'envisager une telle analyse. Dans la suite de ce travail, nous définissons le contexte où se déroule cette recherche, puis les concepts mobilisés avant de présenter les données récoltées et traitées.

2. Contexte du cours

La Haute Ecole Pédagogique du Valais forme les futurs enseignants des degrés primaires et secondaire, ainsi que de l'enseignement spécialisé. Le cours considéré se déroule dans la filière des formations à l'enseignement secondaire. Il traite de la question de l'apprentissage d'un point de vue historique, psychologique et didactique. Dans ce cadre, les étudiants possèdent déjà un diplôme universitaire de premier ou deuxième cycle selon qu'ils se forment à l'enseignement secondaire I ou II, soit le dernier cycle de la scolarité obligatoire, ou le post obligatoire.

Le cours se déroule durant le premier semestre de la formation. Ses objectifs généraux sont de connaître les mécanismes de l'apprentissage, d'introduire les principaux courants de pensée et de comprendre les théories dans la pratique enseignante. Il est organisé de manière hybride (Lebrun et al., 2014) et en classe inversée (Mazur, 1997). Il y a quatre séances de cours inscrites à l'horaire. Entre les différentes séances, les étudiants découvrent la matière de manière individuelle et en groupe selon la scénarisation choisie. Un travail sur les représentations préalables et la découverte de nouveaux savoirs est systématiquement effectué tant dans les séquences que pour l'ensemble du cours. Ce dernier point est assuré avec la construction d'une carte conceptuelle personnelle (Barras & Dayer, 2017) qui offre une trace de l'apprentissage aux étudiants.

3. La cartographie et la carte conceptuelle

Le besoin de représenter l'espace est bien présent chez l'humain. Il se traduit par une cartographie de l'environnement physique. Cela provient de notre capacité et notre besoin de nous orienter dans l'environnement. Nous retrouvons ces deux points chez une multitude d'espèces animales qui ont été étudiées avec précision dans la littérature autour du concept de

l'orientation spatiale cognitive (Tolman, 1948; Tran et al., 2023). Cependant, chez l'humain, le développement des outils cartographiques permet des applications diverses, autre que la seule orientation spatiale.

3.1. La cartographie

La cartographie nous renvoie au concept géographique de la carte. Elle est une représentation graphique artificielle du territoire (Picouet, 2018). Elle comporte des informations de distances, de localisation, de relief et autres selon différentes couches. Cependant, ces informations sont introduites dans l'outil au prix de différents type de biais ou d'erreurs (Monmonier, 2019). Malheureusement, ces biais ne sont pas toujours connus des utilisateurs. En conséquence, la carte peut donner une illusion d'exhaustivité. D'ailleurs, les géographes jouent notamment sur l'échelle pour gérer sa qualité.

En pédagogie, la carte est aussi utilisée. Elle permet de structurer les idées et les connaissances. Elle offre un outil synthétique de visualisation des connaissances.

3.2. Les cartes conceptuelles

L'idée de représenter graphiquement le territoire peut également se transférer dans le domaine de la pédagogie et plus particulièrement dans celui de l'apprentissage. Ici, ce sont les concepts, les idées et les différents apports théoriques, d'un cours par exemple, qui sont représentés, regroupés, organisés, dessiner sur un espace physique ou numérique (Barras & Dayer, 2017; Marchand & d'Ivernois, 2004; Novak & Cañas, 2008). Cet outil valorise à la fois la structuration des idées, favorise la réflexion et facilite l'apprentissage, notamment au travers de la visualisation offerte (Nesbit & Adesope, 2006; Novak & Gowin, 1989). Les itérations successives d'une carte offrent une trace de l'apprentissage.

Welcomme et Devos (2006) propose une procédure simple pour créer des cartes conceptuelles dans des enseignements. Ils demandent aux étudiants de placer au centre d'une feuille un concept ou une thématique. Ensuite, il faut écrire les mots qui sont reliés ce mot central. Dans cette proposition, seuls des liens sont établis entre les différents mots et des niveaux hiérarchique existent. Il n'y a pas de contrainte sur le nombre de liens ou de niveaux. Cette procédure simple permet de dessiner plusieurs cartes conceptuelles. Cela permet de récolter le nombre de concept, le nombre de liens et de niveaux (Barras & Dayer, 2017).

3.2.1. Analyse des cartes conceptuelles

Ces cartes conceptuelles produites peuvent être évaluées et analysées. Elles contiennent diverses informations selon les demandes relatives à leur construction. Une carte en début de cours donne accès aux représentations *a priori* sur un sujet, alors qu'une carte en fin de cours permet de récolter les apprentissages réalisés, ou les concepts perçus comme importants.

Divers relevés peuvent être effectués dans une carte conceptuelle (Barras & Dayer, 2017). Nous retenons le nombre de concepts présents dans la carte, le nombre de niveau ainsi que le nombre de liens entre les concepts. Ces données donnent accès à une forme de complexité contenue dans la réalisation. Diverses études antérieures démontrent la pertinence de cette approche pour quantifier la progression dans un cours (Barras et al., 2023; Barras & Dayer, 2017; Barras & Massy, 2023). A ces mesures quantitatives, il est possible de les compléter avec un relevé de tous les concepts contenus dans une carte. Ces concepts sont ensuite classés dans des catégories pré définies par les apports de l'enseignement et de proposer ainsi une analyse du contenu de la carte.

3.3. Question de recherche

Nous formulons l'hypothèse que les cartes conceptuelles produites par les étudiants évoluent durant un cours. Nous complétons nos premières études quantitatives sur l'évolution des cartes des étudiants en recherchant une évolution dans la structure des concepts contenus dans les cartes pré et post cours.

4. Méthode

La population de cette étude est composée de 100 étudiants. Ils représentent l'ensemble des personnes qui ont suivi le cours sur les théories de l'apprentissage durant ces trois dernières années.

Les concepts présents dans chacune des cartes conceptuelles sont comptés et classés. Le comptage est une échelle ouverte du nombre de concepts présents dans la carte. Le classement se fait selon six dimensions provenant de l'organisation du cours et dix-sept catégories issues des apports théoriques du cours en question ou empruntés à d'autres enseignements (Tableau 1). Chaque concept présent sur la carte est associé à une unique catégorie. A noter que certaines catégories débordent du seul cours considéré. Les étudiants doivent dessiner deux cartes durant le cours. La première durant le premier cours (pré) et la seconde au terme de l'enseignement avant l'évaluation des apprentissages (post).

Tableau 1, Dimensions et catégories des concepts présents dans les cartes conceptuelles.

Dimensions	Catégories	Vue en cours
Mémoire	Mémoire, neuroéducation physiologie, neuromythe, stratégies	Oui
Théories de l'apprentissage	Behaviorisme, cognitivisme, constructivisme, social, connectivisme, transmission	Oui
Motivation	Motivation	Oui
Réflexivité	Erreur, métacognition	Oui et Non
Didactique	Didactique, évaluation	Non
Autre	Autre	Non

Les cartes pré et post cours sont appariées avec le nom des étudiants afin de leur attribuer une clé aléatoire. Une fois cette liaisons effectuées le nom disparaissent du traitement afin de garantir l'anonymat. Les données sont codées dans une base de données à l'aide du logiciel Microsoft® Excel® pour Microsoft 365. Les statistiques sont effectuées avec le logiciel IBM® SPSS® Statistics Version 28.0.1.1 (15).

Nous faisons le choix pour cette première analyse de la structure des cartes d'utiliser une analyse en composantes principales (ACP). Cette analyse cherche à réduire les dimensions présentes dans le jeu de données, afin de proposer une structure combinant les variables originales.

5. Résultats

La structure des cartes conceptuelles est recherchée à l'aide d'une analyse en composante principale (ACP). Une première analyse est effectuée sur les données des cartes pré cours puis une seconde sur les cartes post cours.

Il existe dans le premier jeu de données des corrélations qui permettent d'effectuer une ACP, selon le test de Bartlett. L'adéquation du modèle est faible, selon le test de Kaiser Meyer Olkin ($KMO = .55$). Le modèle calculé propose 6 composantes après une rotation Varimax expliquant 60% de la variance. Les catégories se retrouvent dans des composantes, mais elles sont difficilement cataloguables (Tableau 2). Cet effet est visible également dans la représentation graphique qui ne montre pas de claire distinction entre les composantes (Figure 1).

Représentations des 6 composantes principales en pré cours

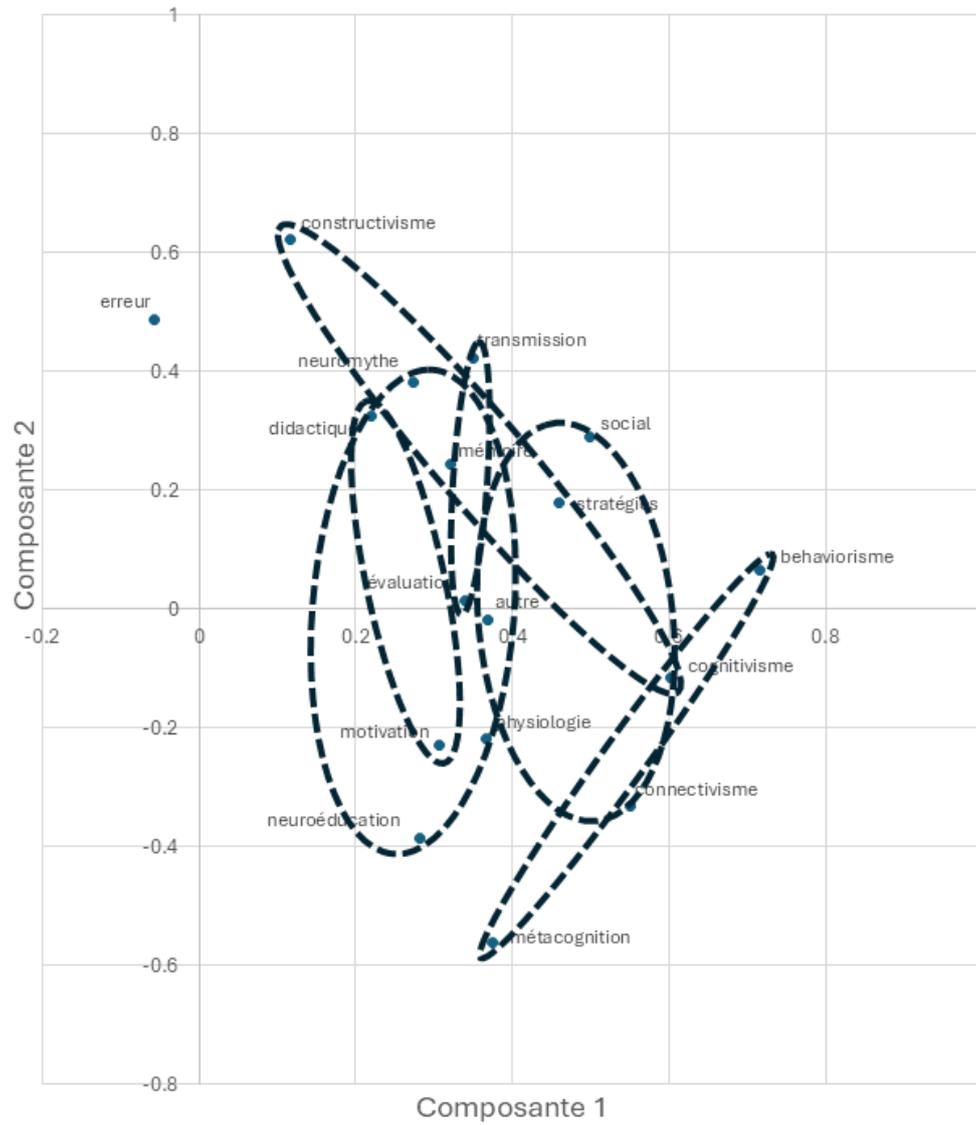


Figure 1, Représentation des 6 composantes après rotation Varimax de la classification des concepts contenus dans les cartes post cours.

Tableau 2, ACP sur les 17 catégories de concepts récoltés dans les cartes conceptuelles pré cours (N=100)

Catégories de concepts	Composants					
	1	2	3	4	5	6
Composant 1						
Connectivisme	.75	.01	-.11	-.09	.08	.11
Social	.69	-.02	.08	.35	.01	-.08
Autre	.62	.11	.45	-.18	-.14	.10
Composant 2						
Neuroéducation	.04	.86	.06	-.03	.10	-.03
Neuromythe	.52	.64	-.10	-.01	.02	.20
Physiologie	-.17	.60	.35	.02	-.31	.08
Composant 3,						
Motivation	-.09	.03	.81	.13	-.12	.11
Didactique	.17	.06	.75	-.16	.25	-.15
Composant 4						
Constructivisme	-.17	-.16	.03	.59	-.22	.14
Cognitivisme	.19	-.15	-.13	.58	-.20	.15
Stratégie	.03	.40	-.17	.54	.19	.04
Mémoire	.04	.18	.33	.51	.18	-.09
Composant 5						
Transmission	.34	-.04	.11	.15	.65	.16
Évaluation	.01	.39	.08	-.08	.48	-.63
Composant 6						
Métacognition	.14	-.11	.05	-.03	.07	.85
Behaviorisme	-.01	.26	-.05	.25	-.07	.68

Note, méthode d'extraction en analyse en composante principale et méthode de rotations Varimax avec normalisation Kaiser, KMO = .55, $p < .001$.

La seconde ACP est calculée sur les données post cours. Nous trouvons bien des corrélations dans la matrice, selon le test de Bartlett. Le modèle fait preuve d'une bonne adéquation, avec un KMO élevé (.81). Le modèle à 4 composants, après rotation Varimax, explique 68% de la variance (Tableau 3). La représentation graphique de composantes de ce modèle démontre une distinction des catégories (Figure 2). La première composante regroupe sept catégories traitant des théories de l'apprentissage. La deuxième porte clairement sur la neuroéducation. La troisième rassemble les catégories non vues durant le cours. La dernière collige les « mythes » des théories de l'apprentissage.

Représentations des 4 composantes principales en post cours

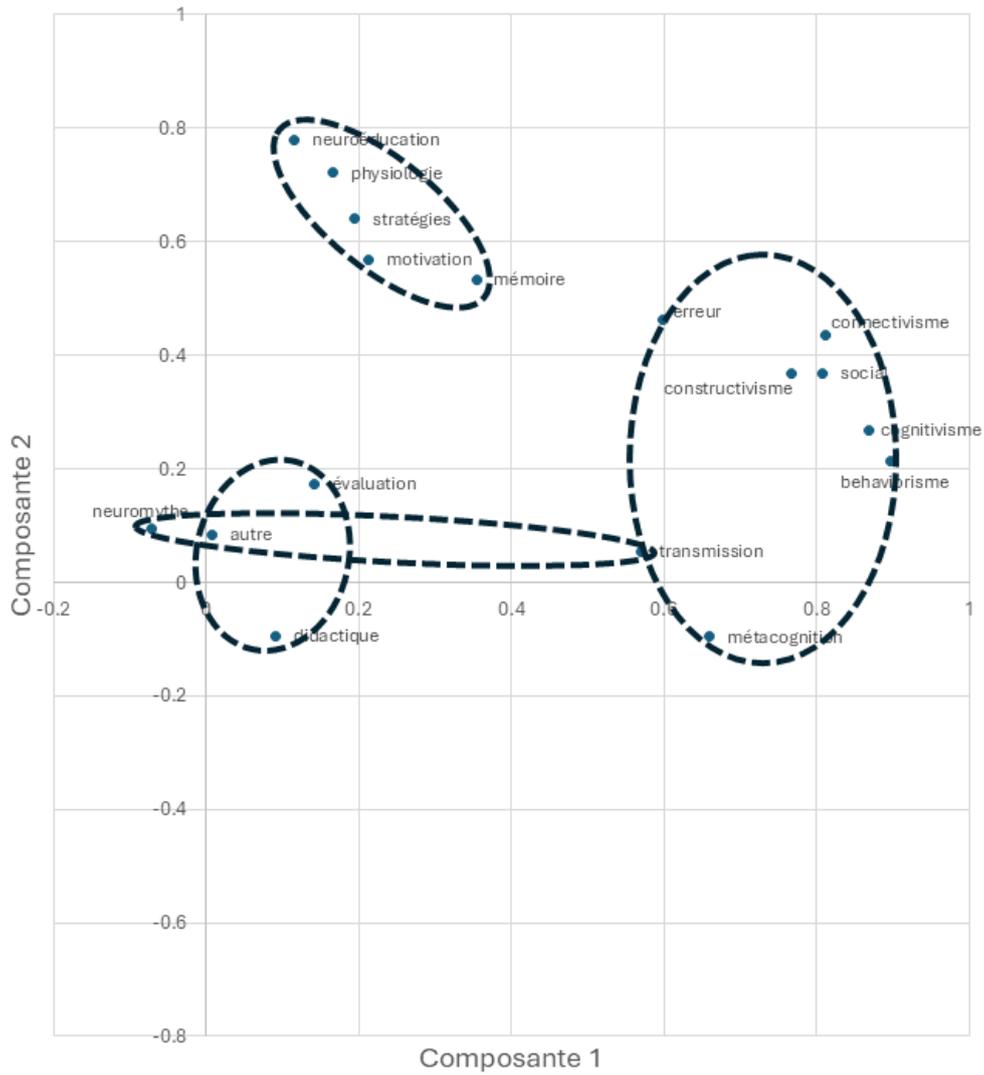


Figure 2, Représentation des 4 composantes principales après rotation Varimax de la classification des concepts contenus dans les cartes post cours.

Tableau 3, ACP sur les 17 catégories de concepts récoltés dans les cartes conceptuelles pré cours (N=100)

Catégories de concepts	Composants			
	1	2	3	4
Composant 1, les théories de l'apprentissage				
Behaviorisme	.90	.21	.05	-.03
Cognitivisme	.87	.27	-.001	.08
Connectivisme	.81	.44	.06	.09
Social	.81	.37	.19	.03
Constructivisme	.77	.37	.14	-.09
Métacognition	.66	-.10	.10	.22
Erreur	.60	.46	-.01	-.24
Composant 2, la neuroéducation				
Neuroéducation	.12	.78	.16	.10
Physiologie	.17	.72	-.002	.27
Stratégie	.19	.64	-.03	-.13
Motivation	.21	.57	.17	-.09
Mémoire	.35	.53	-.10	.21
Composant 3, liens hors cours				
Autre	.01	.08	.86	-.06
Évaluation	.14	.17	.81	-.02
Didactique	.09	-.09	.76	.23
Composant 4, les mythes				
Neuromythe	-.07	.09	.11	.89
Transmission	.57	.06	.002	.66

Note, méthode d'extraction en analyse en composante principale et méthode de rotations Varimax avec normalisation Kaiser, KMO = .81, $p < .001$.

6. Discussion conclusive

L'analyse effectuée met en évidence une transformation notable de l'organisation des concepts entre les cartes conceptuelles pré et post cours. Elle semble montrer l'apparition de structures dans les cartes construites par les étudiants. Cette structuration donne une information sur l'apprentissage effectué durant un cours.

Les modèles d'ACP illustrent une structuration plus claire et concise des connaissances en fin de cours, témoignant d'un apprentissage en profondeur (Biggs, 1987; Larue & Hrimech, 2009; Prosser & Trigwell, 1999). Les composantes du modèle post cours reflètent une contraction des concepts, alignée avec l'idée d'automatisation et de hiérarchisation dans les processus cognitifs mais aussi de renforcement des réseaux neuronaux (Changeux, 1983; Masson, 2020). Autrement dit, l'enseignement permet une clarification du sujet.

Cette étude illustre non seulement l'intégration des thématiques abordées en cours, mais également des liens avec d'autres enseignements du cursus. Ce phénomène suggère une

transversalité des apprentissages. Il semble que l'utilisation des cartes conceptuelles permette aux étudiants de réaliser un travail en profondeur (Biggs, 1987) et de tisser des liens dans les différents apports de la formation. Ces résultats confirment l'efficacité de cet outil pour promouvoir un apprentissage en profondeur et incitent à poursuivre cette méthodologie à plus grande échelle, en explorant son application dans d'autres contextes éducatifs. D'ailleurs des pré-tests effectués des professionnels débutants indiquent également l'intérêt de l'outil (Barras & Ghiringhelli, 2024).

Cependant, cette étude présente des limites, notamment une faible adéquation du modèle ACP pré cours et une taille d'échantillon limitée à une seule institution. Ces éléments pourraient être explorés dans de futures recherches pour renforcer la généralisation des résultats. De plus, une analyse descriptive et inférentielle du parcours universitaire antérieur des étudiants pourrait être envisagée. Il est également nécessaire de poursuivre la collecte de ces cartes conceptuelles afin de constituer un panel suffisant de données. Plusieurs autres études sur les cartes post cours sont à envisager comme la détermination d'organismes dans la carte, les relations entre les différents concepts permettraient certainement de qualifier plus en détail la compréhension de la thématique du cours. En conclusion, l'utilisation des cartes conceptuelles se révèle fructueuse pour analyser l'enseignement. Ces données invitent à transposer cette pratique à d'autres enseignements. Cependant, des travaux complémentaires permettraient certainement de mieux saisir les apprentissages réalisés.

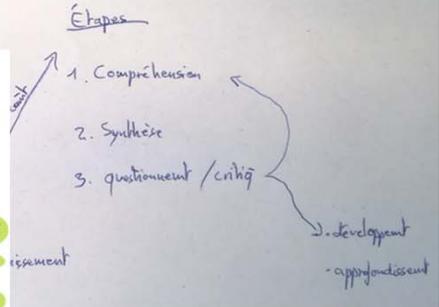
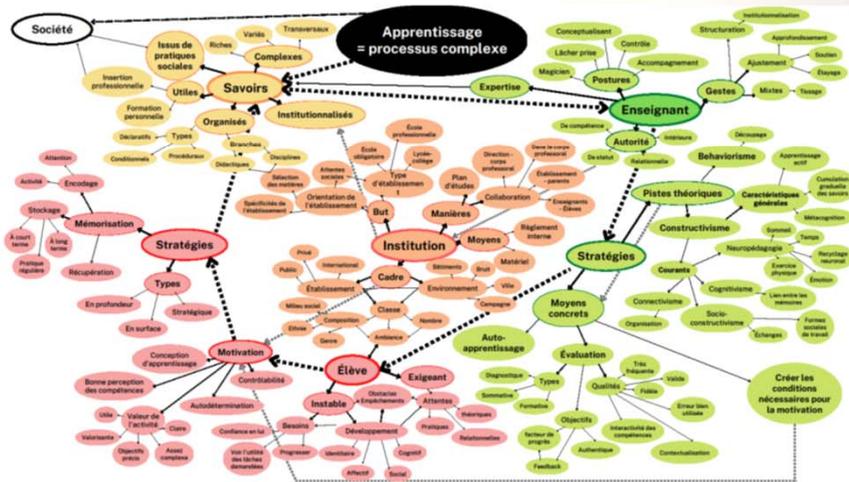
Projection et déformations



■ Carte

- Transcription synthétique de la réalité géographique
- Orientation, planification de l'action
- Échelle de la carte → précision
- Type de cartes → types d'informations
- Couches → superposition d'informations
- Aux prix d'imprécisions et de déformations

■ Pré vs. post cours



■ Cartographier la progression des étudiants

- Analyse des cartes (Welcomme & Devos, 2006)
- Explosion du contenu de la carte
 - Nombre de concepts
 - Nombre de niveaux
 - Nombre de liens
 - Complexité

(Barras, 2014 ; Barras & Dayer, 2017, Barras et al., 2023)

■ Question de recherche

Les cartes des étudiants évoluent et se massifient durant le cours.
Qu'en est-il de leur organisation ?

Nous pensons que les cartes se structurent également.

■ Méthode

- Échantillon, 100 cartes pré et post cours, réparties en 3 années cours 1^{ère} année FS
- Carte pré et post cours
 - Nombre de concepts et classification en 6 dimensions

Dimensions	Catégories	Cours
Mémoire	Mémoire, neuroéducation, physiologie, neuromythes, stratégies	Oui
Th apprentissage	Behaviorisme, cognitivisme, constructivisme, social, connectivisme, transmissif	Oui
Motivation	Motivation	Oui
Réflexivité	Erreurs, métacognition	Oui et non
Didactique	Didactique, évaluation	Non
Autre	autre	non

■ ACP pré (N=100)

- Rotation Varimax, KMO=.55, p<.001

Catégories de concepts	Composants					
	1	2	3	4	5	6
Composant 1						
Connectivisme	.75	.01	-.11	-.09	.08	.11
Social	.69	-.02	.08	.35	.01	-.08
Autre	.62	.11	.45	-.18	-.14	.10
Composant 2						
Neuroéducation	.04	.86	.06	-.03	.10	-.03
Neuromythe	.52	.64	-.10	-.01	.02	.20
Physiologie	-.17	.60	.35	.02	-.31	.08
Composant 3,						
Motivation	-.09	.03	.81	.13	-.12	.11
Didactique	.17	.06	.75	-.16	.25	-.15
Composant 4						
Constructivisme	-.17	-.16	.03	.59	-.22	.14
Cognitivism	.19	-.15	-.13	.58	-.20	.15
Stratégie	.03	.40	-.17	.54	.19	.04
Mémoire	.04	.18	.33	.51	.18	-.09
Composant 5						
Transmission	.34	-.04	.11	.15	.65	.16
Évaluation	.01	.39	.08	-.08	.48	-.63
Composant 6						
Métacognition	.14	-.11	.05	-.03	.07	.85
Behaviorisme	-.01	.26	-.05	.25	-.07	.68

■ ACP post (N=100)

- Rotation Varimax, KMO=.81, p<.001

Catégories de concepts	Composants			
	1	2	3	4
Composant 1, les théories de l'apprentissage				
Behaviorisme	.90	.21	.05	-.03
Cognitivism	.87	.27	-.001	.08
Connectivisme	.81	.44	.06	.09
Social	.81	.37	.19	.03
Constructivisme	.77	.37	.14	-.09
Métacognition	.66	-.10	.10	.22
Erreur	.60	.46	-.01	-.24
Composant 2, la neuroéducation				
Neuroéducation	.12	.78	.16	.10
Physiologie	.17	.72	-.002	.27
Stratégie	.19	.64	-.03	-.13
Motivation	.21	.57	.17	-.09
Mémoire	.35	.53	-.10	.21
Composant 3, liens hors cours				
Autre	.01	.08	.86	-.06
Évaluation	.14	.17	.81	-.02
Didactique	.09	-.09	.76	.23
Composant 4, les mythes				
Neuromythe	-.07	.09	.11	.89
Transmission	.57	.06	.002	.66

■ Discussion

- Difficulté à nommer les composantes en pré
 - Les 6 composantes ne sont pas interprétables
 - Pas d'organisation claire
- Diminution et clarification des composantes en post
 - Les 4 composantes interprétables
 - Les cartes se structurent autour d'«attracteurs»

■ Conclusion

- Transformation des cartes conceptuelles entre début et fin de cours
- Structuration ou clarification des connaissances, forme de trace d'un apprentissage en profondeur (Biggs, 1987, Larue & Himech, 2009)
- Contraction ou concentration des concepts donne l'idée d'automatisation, hiérarchisation dans les processus cognitifs (Masson, 2020)
- Poursuivre l'étude en se questionnant sur ce phénomène de contraction
- Attention à la taille de l'échantillon

Références bibliographiques

- Barras, H., Da Ronch, M., & Michelet, V. (2023). Favoriser la conscientisation du développement professionnel dans une formation à l'enseignement secondaire, analyse du modèle personnel de l'enseignement. *Apprendre de la nature ? Enjeux pour la pédagogie dans l'enseignement supérieur*. Questions de pédagogie dans l'enseignement supérieur, Lausanne, Suisse.
- Barras, H., & Dayer, E. (2017). Comment faire appel à une carte conceptuelle pour évaluer les apprentissages ? In V. Roulin, A.-C. Allin-Pfister, & D. Berthiaume (Éds.), *Comment évaluer les apprentissages dans l'enseignement supérieur professionnalisant ?* (p. 183-196). de boeck supérieur.
- Barras, H., & Ghiringhelli, M. « Ghiri ». (2024). *Développer ses compétences pour un jeune diplômé, exemple d'un premier engagement pour des pilotes nouvellement brevetés*. Association Internationale de Pédagogie Universitaire, L'enseignement supérieur et les communautés : des dynamiques interconnectées, Sherbrooke, Québec.
- Barras, H., & Massy, F. (2023). Cartographier ses apprentissages pour favoriser l'opérationnalisation des concepts et la lecture de son action. *Apprendre de la nature ? Enjeux pour la pédagogie dans l'enseignement supérieur*. Questions de pédagogie dans l'enseignement supérieur, Lausanne, Suisse.
- Biggs, J. (1987). *Student approaches to learning and studying*. Australian Council for Educational Research.
- Changeux, J.-P. (1983). *L'homme neuronal*. Fayard.
- Larue, C., & Hrimech, M. (2009). Analyse des stratégies d'apprentissage dans une méthode d'apprentissage par problèmes : Le cas d'étudiantes en soins infirmiers. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, 25-2. <http://ripes.revues.org/221?file=1>
- Lebrun, M., Peltier, C., Peraya, D., Burton, R., & Mancusco, G. (2014). Un nouveau regard sur la typologie des dispositifs hybrides de formation, propositions méthodologiques pour identifier et comparer ces dispositifs. *Education & Formation*, e-301, 55-74.

- Marchand, C., & d'Ivernois, J.-F. (2004). Les cartes conceptuelles dans les formations en santé. *Pédagogie Médicale*, 5(4), 230-240. <https://doi.org/10.1051/pmed:2004031>
- Masson, S. (2020). *Activer ses neurones pour mieux apprendre et enseigner : Les 7 principes neuroéducatifs*. Odile Jacob.
- Mazur, E. (1997). *Peer instruction : A user's manual*. Prentice Hall.
- Monmonier, M. (2019). *Comment faire mentir les cartes* (D.-A. Canal, Trad.). Editions Autrement.
- Nesbit, J. C., & Adesope, O. O. (2006). Learning With Concept and Knowledge Maps : A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 76(3), 413-448. <https://doi.org/10.3102/00346543076003413>
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). *The theory underlying concept maps and how to construct and use them*. Institute for Human and Machine Cognition.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1989). *Learning how to learn* (4e éd.). Cambridge University Press.
- Picouet, P. (Éd.). (2018). *La carte invente le monde*. Presses universitaires du Septentrion. <https://books.openedition.org/septentrion/27669?lang=fr>
- Prosser, M., & Trigwell, K. (1999). *Understanding Learning and Teaching. The Experience in Higher Education*. Higher Education and Open University Press.
- Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 55(4), 189-208.
- Tran, T.-H., Mahzoum, R. E., Fricker, D., Cohen, I., & Bonnot, A. (2023). Bases neurales de la mémoire et de la navigation spatiale. *médecine/sciences*, 39(6-7), Article 6-7. <https://doi.org/10.1051/medsci/2023072>
- Welcomme, L., & Devos, P. (2006). Les cartes conceptuelles. *Revue au service de l'enseignement et de l'apprentissage à l'université*, 60, 2-9.