



Connaissances en matière de durabilité et compréhension de liens complexes

une étude basée sur la cartographie conceptuelle

Björn Rohles & Susanne Backes

1. Introduction et objectif

Les questions complexes liées à la durabilité posent des défis majeurs aux apprenant(e)s et aux enseignant(e)s au sein des écoles et des universités : comment représenter des liens complexes de façon judicieuse, appropriée et bien lisible, les assimiler et les évaluer ? Les cartes conceptuelles (*Concept Maps*) constituent une méthode permettant d'illustrer ceci avec précision (Novak & Gowin, 1984). Elle consiste à établir des réseaux formés de termes et de liaisons. Les termes, nommés « concepts », sont pour la plupart représentés par des formes. En ce qui concerne les liaisons, elles sont généralement appelées « connecteurs » et représentées sous la forme de flèches (souvent annotées). Les unités de sens formées par les concepts et les connecteurs sont appelées « propositions » et sont comparables à des phrases dans des textes (Ruiz-Primo & Shavelson, 1996). Les cartes conceptuelles représentent ainsi les liens inhérents à un sujet de façon visuelle et structurée.

Le présent article vise à exposer la façon dont les cartes conceptuelles peuvent être utilisées pour analyser des connaissances dans le domaine de la durabilité, et le rôle joué par les outils numériques à cet égard. À cette fin, nous avons réalisé une étude auprès de 55 jeunes issus de quatre classes de l'enseignement secondaire classique et général au Luxembourg et d'un groupe de 16 étudiant(e)s de l'Université du Luxembourg.

1.1. Questions de recherche

Les questions de recherche étaient les suivantes :

i

Encadré :

Les cartes conceptuelles ont été créées aux États-Unis dans les années 1970 par Joseph D. Novak et son équipe. Leur objectif était de représenter explicitement « l'apprentissage de l'apprentissage » et des interrelations grâce à leur approche structurée.

Elles sont aujourd'hui utilisées dans le monde entier, dans toutes les disciplines et à des fins variées – tant dans l'enseignement et l'apprentissage que pour examiner des structures de connaissances complexes (Shavelson et al., 2005). Ces cartes sont par conséquent considérées comme un outil prometteur pour l'apprentissage de compétences clés du 21^e siècle, telles que l'esprit critique, les compétences en matière de résolution de problèmes et la pensée systémique (Cox et al., 2019). C'est la raison pour laquelle les chercheurs se consacrent également au développement d'outils numériques de cartographie conceptuelle visant une expérience utilisateur optimale (Rohles et al., 2019).

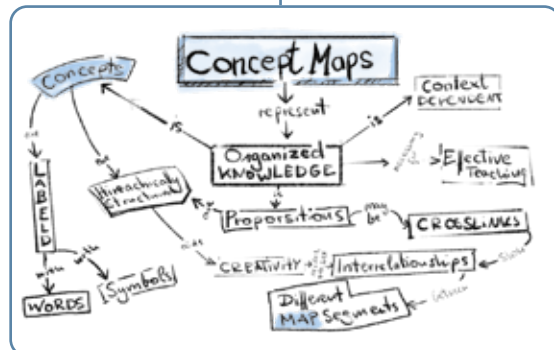
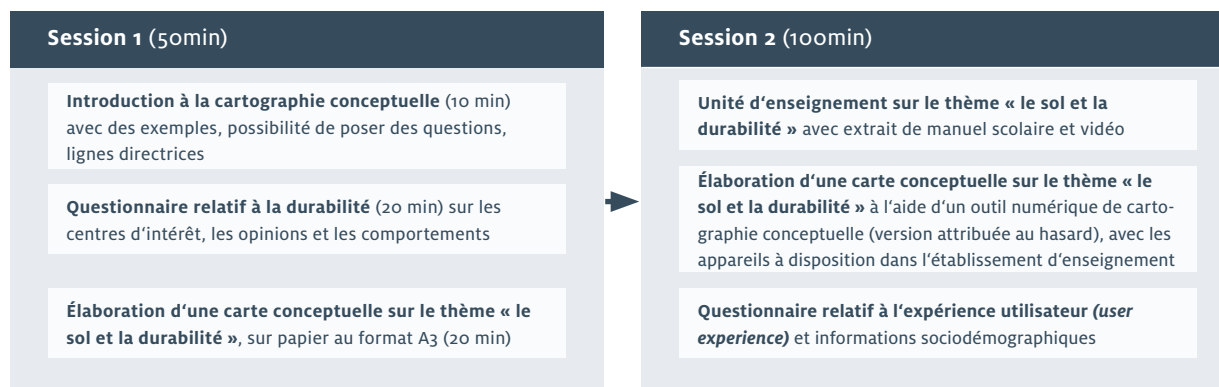




Fig. 1 : Déroulement de l'étude

**Participant(e)s :****55 adolescent(e)s dans des écoles**

(28 filles, 26 garçons ; moyenne d'âge : 17 ans)

16 étudiant(e)s en université

(8 filles, 8 garçons ; moyenne d'âge : 23 ans)

1) Quelle importance les élèves et étudiant(e)s luxembourgeois accordent-ils/elles à la durabilité ? 2) Comment analyser les liens entre différents aspects (notamment sociaux et économiques) de cette thématique complexe au moyen de cartes conceptuelles ? 3) Quel rôle un outil numérique peut-il jouer dans le cadre de ces tâches s'il est introduit dans un environnement d'apprentissage scolaire ou universitaire ?

1.2. Méthode

L'étude s'est déroulée de décembre 2019 à mai 2020 dans des conditions aussi proches que possible de la réalité : les sujets y ont participé dans le cadre de leur cours, sur base volontaire, en se servant des outils numériques disponibles sur place. La Fig. 1 illustre le déroulement de l'étude. Lors de la session 1, les participant(e)s ont d'abord bénéficié d'une introduction générale à la méthode des cartes conceptuelles et ont répondu à des questions relatives à leurs centres d'intérêt et à leurs comportements en matière de durabilité. Ensuite, ils ont élaboré leur première carte conceptuelle sur papier au sujet du sol et de la durabilité¹. Lors de la session 2, ils se sont vu remettre un extrait de manuel scolaire et ont visionné une vidéo portant sur le thème « Le sol dans le contexte de la durabilité – le sol est-il une ressource vitale ? »². Par la suite, les participant(e)s ont été amenés à créer une carte conceptuelle sur ce sujet en utilisant un outil numérique en cours de développement à l'Université du Luxembourg et devant servir de base à la conception d'un nouvel outil pour OASYS (pour plus d'informations sur la plateforme de test luxembourgeoise OASYS, voir Fischbach, Greiff et al. dans

ce recueil). À la fin de la session, les participant(e)s ont rempli un questionnaire relatif à leur expérience utilisateur. Les résultats de l'enquête menée à la session 1 (visant à répondre à la question de recherche 1), les cartes conceptuelles créées sous forme numérique (question de recherche 2) et le questionnaire relatif à l'expérience utilisateur (question de recherche 3) sont présentés ci-dessous.

2. Résultats**2.1. La durabilité du point de vue des jeunes (question de recherche 1)**

L'encadré suivant illustre d'abord une sélection de résultats issus de l'enquête relative à l'importance de la durabilité, menée de la même façon auprès de l'ensemble des répondants.³

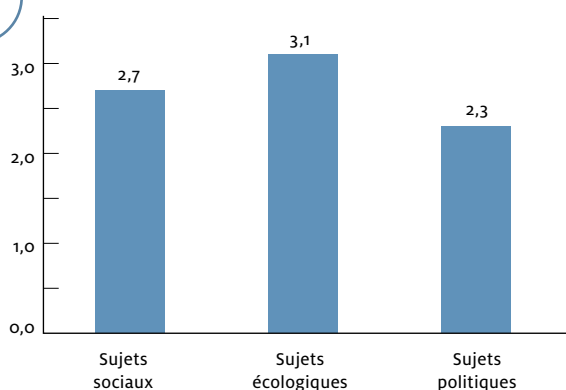
2.2. Analyse de cartes conceptuelles (question de recherche 2)

L'analyse des cartes conceptuelles élaborées par les jeunes dans le cadre de l'étude doit permettre de dégager des conclusions concernant le niveau de connaissance des répondants après leur utilisation du matériel décrit ci-dessus (page de manuel et vidéo sur le thème du sol) et sur la précision avec laquelle les répondants représentent ce savoir sous forme de réseau. Pour des raisons de concision, nous nous concentrons sur les résultats basés sur les 71 cartes élaborées numériquement (voir conception de l'étude à la Fig. 1). Celles-ci ont été élaborées à l'aide de deux versions de développement

1 : L'ensemble des consignes, des questionnaires et du matériel pédagogique ont fait l'objet d'une validation par un expert indépendant en cartographie conceptuelle et en didactique de la géographie. Les consignes relatives à la carte conceptuelle suivaient les principes courants (Strautmene, 2012).

2 : Le sujet a été choisi parce qu'il est rarement abordé dans les médias lorsqu'il est question de durabilité et qu'il apparaît dans le programme principalement à partir de la 12e année, ce qui laisse supposer des connaissances préalables moindres en la matière.

3 : Le questionnaire relatif aux centres d'intérêt (inspiré de Faber & Boll, 2010) comportait des affirmations telles que « Je m'intéresse aux problèmes environnementaux et à la protection de l'environnement » (échelle de 1, pas du tout, à 4, vraiment beaucoup). Le questionnaire relatif aux comportements comportait des affirmations telles que « Au cours des quatre dernières semaines, j'ai opté pour des produits régionaux » (de 1, jamais, à 4, toujours). L'attitude vis-à-vis de l'environnement a été mesurée au moyen de l'échelle 2-MEV, validée scientifiquement à de multiples reprises (Bogner et al., 2015). Elle est fondée sur des questions d'approbation (de 1, pas d'accord, à 4, d'accord). L'analyse réalisée était de nature factorielle.



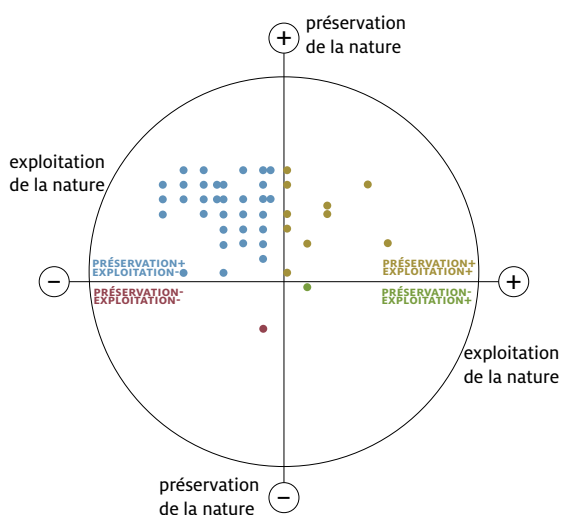
Intérêt pour divers sujets (Moyenne)

(p. ex. sport, musique, médias numériques, nature ; 17 questions au total ; réponses possibles : de 1, aucun intérêt du tout, à 4, très grand intérêt)

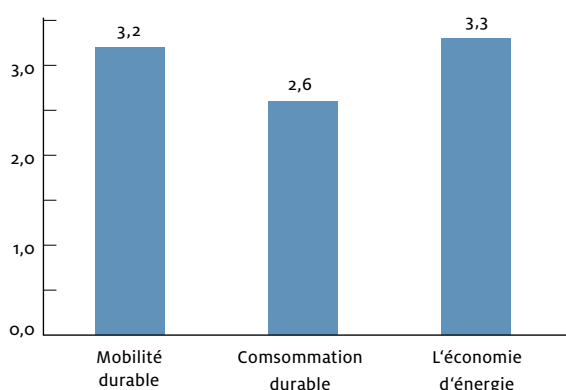
L'intérêt à l'égard des sujets écologiques est relativement élevé. Viennent ensuite les sujets sociaux et les sujets politiques. En comparaison, parmi les autres centres d'intérêt, les sciences et la technologie (\bar{x} 3,0), le sport (\bar{x} 3,1) et la musique se situent dans la tranche supérieure (\bar{x} 3,1), et le théâtre et les livres (\bar{x} 2,4) plutôt dans la tranche inférieure.

Opinions sur l'environnement

(échelle 2-MEV selon Bogner et al., 2015 ; de 1, pas d'accord, à 4, d'accord ; 9 questions au total dans l'analyse)



Le modèle 2-MEV (2 main environmental values model) utilisé pour analyser les opinions sur la nature se fonde sur deux dimensions : « préservation de la nature » (par exemple, « Les humains doivent vivre en accord avec la nature pour survivre. ») et « utilisation/exploitation de la nature » (par exemple, « Pour pouvoir nourrir tout le monde, il faut transformer les forêts en champs »). Quatre types sont créés à partir de la combinaison des opinions possibles : 81 % des répondants se situent dans le quadrant « préservation élevée, exploitation faible » (voir les points bleus), ce qui indique une attitude globalement positive vis-à-vis de l'environnement : ils/elles montrent des tendances moyennes à élevées en matière de protection de l'environnement (valeurs médianes entre 2,6 et 4), ainsi qu'une tendance plutôt faible à utiliser, voire exploiter la nature (valeurs médianes entre 1 et 2,33). 16 % déclarent accorder de l'importance à la préservation de l'environnement (voir points jaunes), mais indiquent que l'environnement doit également profiter à l'homme. Les valeurs relativement élevées par rapport à des participants plus jeunes d'autres études sont probablement imputables à la tranche d'âge, ainsi qu'au fait que les répondants ont abordé le sujet de la durabilité lors de l'élaboration des cartes conceptuelles (effet de halo).



Comportements rapportés par les répondants eux-mêmes

(de 1, jamais, à 4, toujours ; 11 questions au total)

11 questions relatives aux comportements (non) durables ont été posées et regroupées. Des comportements axés sur l'économie d'énergie sont fréquemment rapportés. Un comportement de mobilité durable est tout autant signalé, tandis qu'une consommation durable est citée moins souvent. Les modèles en matière de comportements et d'intérêts correspondent à ceux d'ores et déjà identifiés lors d'une enquête réalisée en 2010 (Faber & Boll, 2010).*

Sources d'information au sujet de la durabilité

(pas de consignes en termes de réponses, plusieurs réponses possibles)

La source d'information la plus importante concernant la durabilité est de loin l'école (70 %). Viennent ensuite les parents et la famille (32 %), la télévision (28 %), les amis (24 %), Internet (18 %), la documentation (10 %), les livres (8 %), les réseaux sociaux et les actualités (7 % chacun), les journaux (6 %), les séries (3 %) et les manifestations et événements politiques (également 3 %).

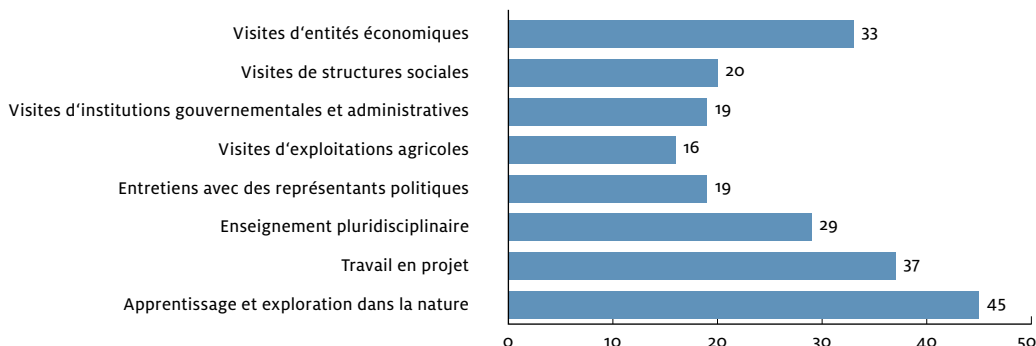
* Étant donné que les connaissances, les valeurs et les comportements autodéclarés en matière de sujets liés à la durabilité ne se traduisent pas automatiquement par des comportements durables réels (cf. notamment l'écart entre attitude et comportement dit « attitude-behaviour-gap »), il conviendrait d'accorder une attention accrue à l'aspect émotionnel de la durabilité dans des études futures, y compris au Luxembourg (voir par exemple le réseau *Environmental and Sustainability Education Research* au sein de la *European Educational Research Association*).





Fréquence des activités scolaires dans des lieux d'apprentissage extrascolaires, en %

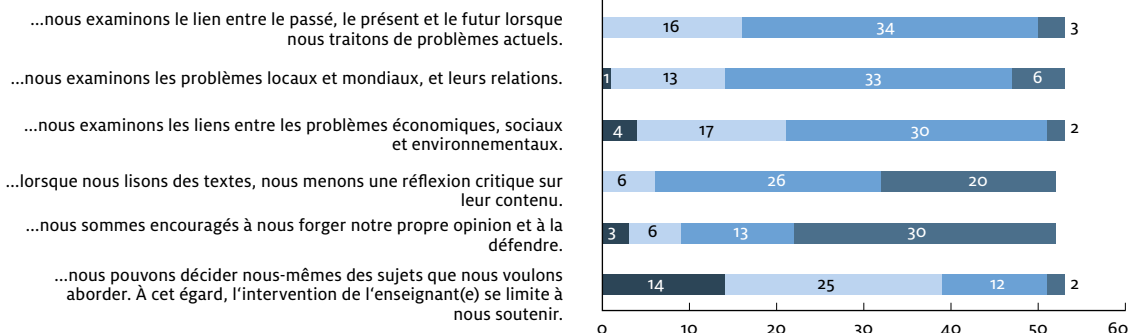
(réponses des élèves uniquement, plusieurs choix possibles)



La grande majorité des répondants font état d'activités d'apprentissage dans la nature, tandis que les visites d'exploitations agricoles ou de structures sociales sont citées moins fréquemment.

Enseignement antérieur dans les écoles des répondants (réponses des élèves uniquement)

Dans mon école...



Les participants sont nombreux à faire état d'un enseignement antérieur encourageant la réflexion et la formation d'opinions, mais incitant dans une moindre mesure à percevoir les problèmes économiques, sociaux et environnementaux comme interdépendants et connectés.

(ou « prototypes ») d'un outil de cartographie conceptuelle. Les deux prototypes différaient par les possibilités d'expression créative (p. ex. objets dessinés à main levée, conception libre en termes de couleurs et de typographie) et par quelques autres améliorations minimales.

Pour l'évaluation, nous nous sommes aidés d'un schéma qui évalue les cartes conceptuelles selon trois niveaux (Besterfield-Sacre et al., 2004) : ampleur (exhaustivité des explications fournies), organisation (degré d'interconnexion) et exactitude (véracité des énoncés). Pour les

besoins de l'étude, nous avons adapté les descriptions du schéma d'évaluation à la thématique concernée et les avons affectées sous la forme d'une échelle de points de 0 à 3. Pour tous les niveaux d'évaluation, nous avons défini des critères concrets devant être remplis.⁴ Toutes les cartes conceptuelles ont fait l'objet d'une évaluation indépendante par les deux auteur(e)s. Ensuite, une discussion portant sur chacune des évaluations a eu lieu, suivie d'une décision rendue conjointement. La Figure 2 fournit un exemple de carte conceptuelle créée numériquement par un répondant après avoir utilisé le matériel. Cette

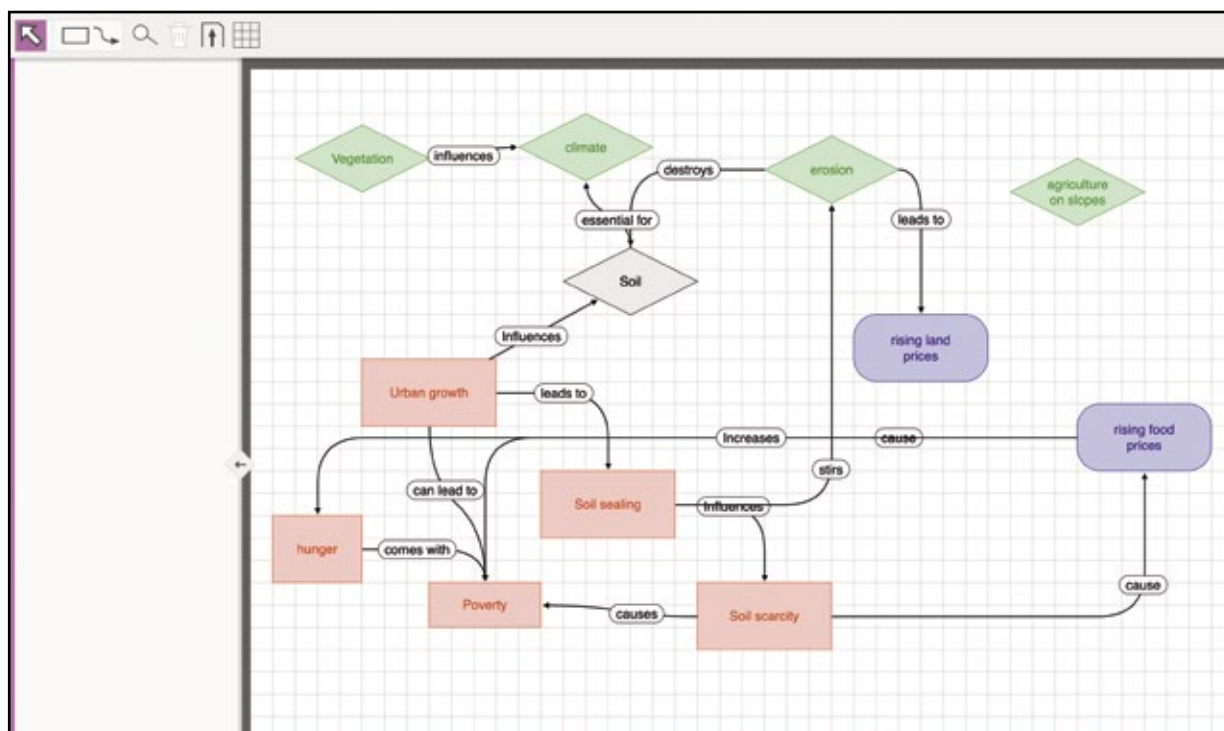


plus d'informations sur bildungsbericht.lu

4 : Le schéma d'évaluation est disponible aux fins d'un usage libre sur bildungsbericht.lu.



Fig. 2 : Exemple de carte conceptuelle numérique élaborée par un répondant (version de développement 1)



carte conceptuelle a été évaluée comme suit : bien que le concept central de « soil » soit très général et que la problématique pourrait encore être examinée sous d'autres angles, une distinction judicieuse est établie entre les facteurs écologiques, économiques et sociaux au moyen d'un code couleur et les connaissances présentées couvrent de nombreux aspects pertinents, notamment « soil sealing », « agriculture on slopes » ou « soil scarcity » (ampleur : 2,5). La carte est très élaborée et présente de nombreuses interrelations judicieuses (organisation : 3). Enfin, la plupart des propositions sont objectivement correctes et présentent les liens de manière adéquate (exactitude : 2,5)⁵.

La dimension la plus concluante dans l'évaluation de toutes les cartes conceptuelles créées numériquement était l'ampleur (\bar{x} 1,65), suivie par l'exactitude (\bar{x} 1,56) et l'organisation (\bar{x} 1,5). En moyenne, les participant(e)s ont ainsi atteint un niveau qui se situe entre des connaissances de base et des connaissances avancées sur le thème du sol. Aucune corrélation n'est observable entre ces résultats et les centres d'intérêt, attitudes et comportements des répondants en termes de durabilité men-

tionnés précédemment. Il s'avère toutefois par exemple que les jeunes ayant fait état d'un enseignement interdisciplinaire dans leur (ancienne) école ont tendance à obtenir des scores plus élevés en matière de mise en réseau et d'organisation de leurs cartes. Étonnamment, l'enseignement axé sur la réflexion critique est associé à des scores légèrement inférieurs en ce qui concerne l'exactitude des cartes. À cet égard, il convient de noter que la thématique du sol bénéficie d'une couverture médiatique moins forte que, par exemple, le changement climatique, de sorte que les différences observées dans la qualité des cartes pourraient également être liées à des facteurs non étudiés. Comme expliqué, deux prototypes différents d'un outil numérique de cartographie conceptuelle en cours de développement à l'Université du Luxembourg ont été utilisés dans le cadre de cette étude. De cette manière, nous avons voulu mesurer le lien entre la perception subjective lors de l'utilisation d'outils numériques et la qualité des cartes conceptuelles. Nous n'avons pas relevé de différences systématiques entre les prototypes, mais bien entre les appareils utilisés (ordinateur ou tablette). Ces observations donnent matière à quelques réflexions

5 : La partie supérieure constitue une exception : les propositions écologiques sont imprécises, p. ex. « vegetation → influences → climate », « soil → essential for → climate ».



concernant les outils numériques, lesquelles seront abordées dans la section suivante.

2.3. Outils numériques de cartographie conceptuelle (question de recherche 3)

En principe, il est possible de créer des cartes conceptuelles sur du papier, sur un tableau blanc ou à l'aide d'outils de dessin. Les outils numériques spécifiques de cartographie conceptuelle présentent toutefois des avantages non négligeables. Ils peuvent simplifier la création et l'analyse de cartes conceptuelles, car ils sont spécialisés dans les fonctionnalités requises. En outre, les propositions sont reliées entre elles non seulement de façon visuelle, mais également d'un point de vue logique, ce qui permet de réorganiser les zones à tout moment sans perdre les liens et tend à faciliter l'évaluation des cartes conceptuelles. Enfin, les outils numériques offrent une plus grande flexibilité : en utilisant un outil numérique de cartographie conceptuelle, les élèves peuvent sauvegarder leurs cartes au fur et à mesure et les compléter avec des connaissances nouvellement acquises.

Toutefois, les outils numériques sont également susceptibles de complexifier le processus d'apprentissage : ils servent de support ou d'interface entre les apprenant(e)s et la représentation de leurs connaissances. En d'autres termes, il importe qu'ils a) fournissent les fonctionnalités et les moyens requis par les apprenant(e)s pour leurs tâches, et b) offrent un accès à ces moyens qui soit aussi aisé et agréable que possible pour ne pas se révéler eux-mêmes un obstacle. Dans ce contexte, les cartes conceptuelles numériques ne sont pas de pures représentations de connaissances, mais sont influencées par le degré de familiarité des apprenant(e)s avec un outil numérique. Par conséquent, la conception centrée sur l'utilisateur (« *user-centered design* ») a pour objectif la conception d'outils numériques offrant une expérience utilisateur (« *user experience* ») réussie. À cette fin, deux prototypes différents ont été développés, testés pendant le déroulement de l'étude globale (cf. Fig. 1) et perfectionnés dans le cadre d'un processus de conception centré sur l'utilisateur impliquant les élèves et les enseignant(e)s à maintes reprises.

Dans cette étude, il était question de mesurer l'expérience utilisateur à l'aide d'un questionnaire standardisé,

intitulé « User Experience Questionnaire » (Laugwitz et al.). L'analyse des 71 répondants révèle une image globalement positive des prototypes ; toutefois, de grandes différences individuelles apparaissent également, notamment sur tablettes. Les élèves ont dès lors besoin d'un outil numérique adapté à leurs besoins individuels et avec lequel ils ou elles peuvent se familiariser en profondeur. L'étude met également en évidence des relations entre l'expérience utilisateur et la qualité des cartes conceptuelles créées numériquement, relations qu'il importe d'examiner plus en détail. Ainsi, pour certaines cartes conceptuelles, des difficultés de compréhension de l'outil se traduisaient clairement par des scores plus faibles, tandis que d'autres cartes conceptuelles ont obtenu un score plus élevé grâce à une utilisation exploratoire des possibilités numériques. Il ressort par ailleurs de nos données que l'expérience utilisateur a un effet motivant : plus un outil obtient de bons résultats aux yeux des étudiant(e)s, plus ils ou elles sont susceptibles de vouloir l'utiliser.

Ces constatations nous amènent à conclure que les enseignant(e)s ont tout intérêt à choisir un outil de cartographie conceptuelle flexible et de qualité, ainsi qu'à l'expliquer à leurs élèves en détail. De plus, l'importance d'étudier systématiquement la conception d'outils numériques pour pouvoir créer la meilleure expérience utilisateur possible est indéniable. Le SCRIPT et l'Université du Luxembourg collaborent actuellement au développement d'un tel outil numérique de cartographie conceptuelle, à l'intégration des enseignements tirés dans le développement de l'outil de cartographie conceptuelle dans OASYS et à sa mise à disposition au sein des écoles luxembourgeoises.

3. Conclusions

Les sociétés modernes sont de plus en plus façonnées par des questions complexes. Ce phénomène pose de grands défis au système éducatif, mettant au jour la nécessité d'une méthode pour représenter de manière claire et questionner les rapports de causalité complexes et la pensée systémique en réseau. La présente étude portait sur l'exploration d'une telle méthode d'analyse des connaissances : la cartographie conceptuelle. Les résul-



tats indiquent que le sujet de la durabilité, outre le sport et d'autres centres d'intérêt, revêt de l'importance pour les participant(e)s (question de recherche 1). Les cartes conceptuelles se sont avérées constituer une méthode appropriée pour analyser les interrelations entre différents aspects de cette thématique complexe (question de recherche 2). Enfin, il est apparu qu'un outil numérique de cartographie conceptuelle peut jouer un rôle essentiel dans ces tâches, puisqu'il peut simplifier l'élaboration et l'analyse de cartes conceptuelles. Cependant, l'étude a aussi clairement montré que lors de la conception et du développement d'outils de cartographie conceptuelle, il convient de prêter attention à la qualité de l'expérience utilisateur (*user experience*), ce facteur étant susceptible d'influencer la réussite de l'apprentissage (question de recherche 3).

Références

- Besterfield-Sacre, M., Gerchak, J., Lyons, M., Shuman, L. J. & Wolfe, H. (2004). Scoring Concept Maps: An Integrated Rubric for Assessing Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 93(2), 105–115.
- Bogner, F. X., Johnson, B., Buxner, S. & Felix, L. (2015). The 2-MEV model: Constancy of adolescent environmental values within an 8-year time frame. *International Journal of Science Education*, 37(12), 1938–1952.
- Cox, M., Elen, J., & Steegen, A. (2019). Systems thinking in geography: can high school students do it? *International Research in Geographical and Environmental Education*, 28(1), 37–52.
- Faber, T. & Boll, T. (2010). Nachhaltige Entwicklung aus der Sicht von Jugendlichen. Ergebnisse einer Studie in den Abschlussklassen der Luxemburger Sekundarschulen. Luxembourg: University of Luxembourg.
- Laugwitz, B., Held, T. & Schrepp, M. (2008). Construction and Evaluation of a User Experience Questionnaire. In A. Holzinger (Hrsg.), *HCI and Usability for Education and Work* (S. 63–76). Berlin & Heidelberg: Springer-Verlag.
- Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rohles, B., Koenig, V., Fischbach, A., & Amadiou, F. (2019). Experience matters: Bridging the gap between experience- and functionality-driven design in technology-enhanced learning. *Interaction Design and Architecture(s) Journal - IxD&A*, 42, 11–28.
- Ruiz-Primo, M. A. & Shavelson, R. J. (1996). Problems and Issues in the Use of Concept Maps in Science Assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(6), 569–600.
- Shavelson, R. J., Ruiz-Primo, M. A., & Wiley, E. W. (2005). *Windows into the mind*. Higher Education, 49(4), 413–430.
- Strautmane, M. (2012). Concept Map-Based Knowledge Assessment Tasks and their Scoring Criteria: An Overview. [conference paper] Fifth Int. Conference on Concept Mapping. *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*, Valletta, Malta.

