

---

# L'espace conceptuel : un dispositif pédagogique inédit

FOLEY David

Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Canada

[David.Foley@USherbrooke.ca](mailto:David.Foley@USherbrooke.ca)

## Résumé

Cette recherche présente une démarche SoTL pour implanter et évaluer, dans les projets de conception, un dispositif pédagogique inédit nommé l'espace conceptuel. Les bases de ce nouveau dispositif ont été posées dans la thèse de Foley (2010-2017). C'est un support graphique qui permet d'organiser et de mettre en relation les travaux et les connaissances d'un individu ou d'une équipe. Il s'apparente aux schémas conceptuels, du fait qu'il représente des concepts et leurs liens par des boîtes nommées et des flèches portant une phrase définissant chaque lien. Cependant, l'espace conceptuel permet de déployer un concept pour y élaborer un espace conceptuel à l'intérieur, récursivement, ajoutant l'axe de généralité-spécificité. La navigation dans l'espace conceptuel est telle une mappemonde : le zoom avant dans un concept permet de voir l'information plus spécifique et le zoom arrière permet d'apprécier une vue d'ensemble des concepts plus généraux et de leurs liens.

L'objectif de cette recherche est d'implanter et d'évaluer les retombées de ce dispositif pour construire, documenter et accompagner les projets de conception en génie. À notre institution, ces projets impliquent des équipes multidisciplinaires qui œuvrent à développer un produit au cours des trois dernières sessions du programme. Cette activité est centrale pour développer les qualités de conception, de communication et de travail individuel et en équipe, requises d'un diplômé en génie au Canada et dans les pays impliqués dans l'accord de Washington. L'accompagnement et l'évaluation des étudiants dans les projets sont difficiles, notamment parce que l'information de conception des étudiants disponible à l'enseignant est très incomplète et peu structurée. De plus, peu d'éléments concrets sont disponibles pour évaluer les contributions individuelles. L'activité est un bon défi aussi pour les étudiants, qui peinent à bien cerner la complexité de leur projet. Pour ajouter au défi, les travaux effectués et la vision dans l'équipe ne sont que faiblement partagés.

La présente recherche a recruté cinq équipes encadrées par huit enseignants, qui ont accepté d'utiliser les espaces conceptuels pour développer et documenter leurs travaux de conception.

---

Vingt-six des 30 étudiants ont répondu à un questionnaire autour de l'apport des espaces conceptuels pour la conception, la communication et le travail individuel et en équipe, et chaque équipe a participé à un groupe de discussion semi-dirigé et traité par analyse thématique. Six enseignants ont répondu à un questionnaire concernant l'apport des espaces conceptuels pour soutenir ses rôles d'accompagnement et d'évaluation, puis ils ont participé à une entrevue individuelle.

Les résultats montrent un accord sur l'aide qu'apportent les espaces conceptuels pour la conception et la communication, en particulier pour identifier et définir le projet, et pour avoir une vision globale et cohérente et commune du projet. Tous les enseignants sont d'accord ou totalement d'accord que l'utilisation des espaces conceptuels est avantageuse pour accéder aux travaux de conception des équipes et pour obtenir un portrait clair et complet de tous les éléments du projet.

L'espace conceptuel est un dispositif prometteur au-delà des projets de conception et pourrait avoir un impact majeur en pédagogie, autant pour la recherche que pour la pratique.

### **Abstract**

This research presents a SoTL approach to implement and evaluate a new type of semantic representation called concept-space. The foundations of concept-space were laid in Foley's thesis (2010–2017). It is a graphical representation that allows organizing and relate the work and knowledge of an individual or a team. Similarly to concept mapping, it represents concepts with named boxes, and relations between concepts with arrows and an optional linking phrase. However, concept-space allows a concept to be expanded in order to develop a concept-space within it, as many times as required, adding the axis of generality-specificity. Navigating the concept-space is like navigating an interactive map: zooming in a concept allows you to see and develop more specific information and zooming out allows you to enjoy an overview of more general concepts and their overall relations.

The objective of this research is to implement and assess the impact of this new type of medium to build, document, and support engineering design projects. At our institution, these projects involve multidisciplinary teams who work to develop a product during the last three semesters of the program. This activity is central to developing the qualities of design, communication, and individual and teamwork required of an engineering graduate in Canada, but also in all countries involved in the Washington Accord.

---

Supporting and evaluating students in projects is difficult, in particular, because the student design artefacts available to the teacher are very incomplete and unstructured. In addition, little concrete evidence is available to assess each individual's contribution. The activity is challenging for many students, who struggle to frame and understand the complexity of their project. To add to the challenge, the work done and the vision in the team is only partially shared.

This research recruited five teams supervised by eight teachers, who agreed to use concept-spaces to develop and document their design project. Twenty-six of the 30 students and six teachers responded to questionnaires after one semester of usage. Each team also participated in a semi-guided focus group and teachers underwent individual interviews. The student questionnaire was about contributing factors of concept-space for design, communication, and individual and teamwork, while the teacher's questionnaire was about the contribution of conceptual spaces to support their coaching and evaluation roles.

The results show an agreement among students on the help provided by concept-space to support indicators of the design and communication qualities, in particular, to help identify and define the project, and to have a global, coherent, and common vision of the project. All teachers agreed or strongly agreed that the use of concept spaces is advantageous for accessing team's design work and for getting a clear and more complete picture of all elements of the project.

Concept-space is a promising representation useful beyond design projects. They have interesting high impact possibilities for pedagogy, both for research and for practice.

### **Mots-clés**

Création de dispositif d'accompagnement ; Démarche SoTL ; Formation et usage du numérique ; apprentissage par projet ; cartes mentales

## **1. Introduction**

Concevoir, du moins en ingénierie, implique de comprendre un problème mal défini, de développer des connaissances sur un sujet, de mettre en œuvre des analyses, d'exploiter ses connaissances et les résultats d'autres coéquipiers pour converger vers une solution pratique

---

et tangible à partir de ressources limitées. C'est une compétence difficile à acquérir. Au département d'ingénierie, le projet majeur de conception est l'activité phare pour développer les compétences en conception, communication et gestion. L'activité est réellement majeure : projets autofinancés jusqu'à 50 000 \$, synchronisation des départements de génie mécanique, électrique, informatique et robotique, constitution d'équipes multidisciplinaires, trois sessions de supervision et de mentorat clôturées d'une présentation grand public, etc.

## **2. Problématique**

La méthode de l'apprentissage par projet offre une expérience engageante et proche de la réalité du marché du travail. En revanche, l'activité implique, d'une part, des défis pour le corps enseignant au niveau de l'accompagnement et de l'évaluation et, d'autre part, des défis pour les étudiants quant à leur difficulté à organiser, comprendre ou partager l'information nécessaire au développement de leur solution.

Pour accompagner différents projets de front, l'enseignant doit comprendre les problématiques techniques de chaque projet, en plus de suivre le cheminement de chaque équipe sur une base hebdomadaire. Les problèmes relevés par les enseignants sont : 1) une difficulté à questionner les travaux techniques et à donner une rétroaction sur le processus de conception due à un manque d'information, 2) une évaluation peu fiable de la contribution de chaque étudiant et 3) une charge mentale accrue pour tenter de reconstruire le portrait de chaque équipe à partir des bribes d'informations disponibles. Parallèlement, les étudiants font face à un problème qui est généralement mal défini et ils ont de la difficulté à le structurer. De plus, les travaux par chaque coéquipier sont faiblement connus de tous, entraînant en une vision non commune des avancements et des objectifs du projet.

Et si pour chaque étudiant on pouvait avoir accès à un portrait clair des constructions mentales de leur projet et des liens qu'ils ont créés ? Et si en plus, on pouvait avoir un portrait clair de la co-construction de l'ensemble du projet ? La pensée humaine est complexe, multidimensionnelle, fluide et d'une cohérence imparfaite. Notre meilleure tentative pour construire un médium capable de représenter les idées a mené au développement des espaces conceptuels.

---

### **3. Les espaces conceptuels comme dispositif pédagogique**

#### **3.1. Définition du concept d'espace conceptuel**

Les fondements d'un espace conceptuel ont été posés dans la thèse de Foley (2017). Un espace conceptuel est un support graphique qui permet d'organiser et de mettre en relation les travaux et les connaissances d'un individu ou d'une équipe. Tout comme le schéma conceptuel (Novak & Canas, 2008), il met en lien des concepts représentés par des boîtes et des flèches portant une phrase définissant ce lien. Cependant, à la différence du schéma conceptuel, chaque concept peut être déployé pour contenir un espace conceptuel servant à élaborer davantage, et ce, récursivement. L'espace conceptuel introduit ainsi une dimension hiérarchique, une profondeur à la cartographie des concepts, qui ajoute l'axe de la généralité-spécificité. Dans l'espace conceptuel, la navigation s'apparente à celle d'une mappemonde interactive : le zoom avant dans un concept permet de voir l'information plus spécifique et le zoom arrière permet d'apprécier une vue d'ensemble des concepts plus généraux et de leurs liens. Le graphe de connaissance ainsi généré s'est montré efficace pour organiser et mettre en relation plusieurs milliers de concepts. L'espace conceptuel vise à représenter concrètement les Relations Vitales du modèle cognitif de l'intégration conceptuel (Fauconnier et Turner, 2003). Par exemple, un concept contenu dans un autre concept représente une relation d'inclusion (fait partie de) ou de catégorie (est un type de), l'avatar d'un collaborateur attaché sur le côté d'un concept représente une relation de rôle, et une flèche peut représenter une relation de causalité.

Dans nos processus mentaux, nous réutilisons et élaborons nos connaissances dans plusieurs contextes. L'espace conceptuel offre la possibilité de répliquer la même information dans différents espaces. Ces instances et leur contenu sont synchronisés et illustrent la réutilisation de cette connaissance dans plusieurs contextes et la création de nouveaux liens sémantiques.

L'espace conceptuel est inspiré de l'organisation mentale d'un individu, mais le principe peut être étendu pour représenter la connaissance partagée d'une équipe ou d'une communauté en offrant un espace conceptuel commun à l'équipe, en parallèle avec un espace privé pour chaque individu. L'espace commun est alors un espace dynamique de co-construction et de communication des connaissances et des avancements du projet.

L'espace conceptuel ne peut pas être transposé sur papier. C'est une représentation dynamique et multidimensionnelle qui propose d'exploiter la puissance du numérique pour

mieux refléter la nature tout aussi dynamique de nos représentations mentales individuelles et de nos constructions collectives.

### **3.2. L'intention pédagogique**

L'idée derrière l'innovation pédagogique proposée est de demander aux étudiants d'utiliser les espaces conceptuels pour développer l'ensemble des idées et des connaissances de leur projet majeur de conception. Chaque étudiant a à la fois un espace privé pour ses travaux et ses démarches exploratoires et un espace d'équipe qui permet notamment d'unir les résultats importants de chaque membre dans le but de produire une vision commune du projet et un portrait des avancements. La première intention est d'exploiter les qualités d'élicitation du médium pour permettre à l'enseignant de construire rapidement une compréhension du projet et des démarches. Cette information plus riche devrait faciliter les rétroactions. De plus, la plateforme utilisée permet de visualiser l'auteur de chaque concept, offrant une information plus tangible pour évaluer les contributions individuelles. Pour l'étudiant, l'espace conceptuel force une réflexion quant à l'organisation de son projet et offre un espace commun pour co-construire le projet avec ses coéquipiers. D'une part, l'intention est d'offrir un outil qui permet de collaborer plus efficacement, et d'autre part, c'est d'encourager une réflexion quant au lien à faire entre les informations et les connaissances qui mèneront à la solution.

### **3.3. Quelles sont les retombées réelles de l'utilisation des espaces conceptuels ?**

La question à laquelle cette recherche veut répondre est la suivante : quelles sont les retombées de l'utilisation des espaces conceptuels dans les projets majeurs de conception en génie ? Les effets pour les étudiants sont évalués sur trois qualités requises d'un diplômé en génie, identifiées par le BCAPG (Bureau Canadien d'Agrément des Programmes en Génie) : la conception, la communication, et le travail individuel et en équipe. Le cadre théorique de ces qualités est cohérent avec la méta-analyse des attentes internationales sur les qualités des diplômés en génie (Paul et al., 2015). Les retombées évaluées pour l'enseignant sont liées à ses rôles d'accompagnement et d'évaluation, soit sur la capacité à comprendre les travaux techniques des étudiants, sur la capacité à poser les bonnes questions pour aider les étudiants à cheminer, et sur la facilité à accéder aux informations de chaque équipe.

Dans une logique du « comment agir ensemble » cette recherche présente une démarche SoTL qui vise à améliorer la pratique d'enseignement des apprentissages par projet à l'aide des espaces conceptuels. La démarche SoTL de cette étude est engagée dans l'incubateur

---

d'innovation pédagogique (i2P), une communauté de pratique qui a permis d'obtenir une critique constructive dans le développement du dispositif, dans l'implantation du changement, dans l'évaluation et dans la diffusion des résultats qui suivent.

## **4. Méthodologie**

La recherche a impliqué la participation volontaire d'étudiants à utiliser la plateforme Relate pendant un semestre pour documenter leur projet majeur de conception. L'évaluation des retombées des espaces conceptuels pour les étudiants a été obtenue à l'aide d'un questionnaire anonyme élaboré autour du cadre théorique des qualités en génie et d'un groupe de discussion semi-dirigé d'environ 30 minutes avec chaque équipe participante. L'évaluation des retombées pour l'enseignant a été obtenue à partir d'un questionnaire qui traitait du rôle de l'accompagnement technique. Le questionnaire a été suivi d'une entrevue individuelle semi-dirigée. Les données issues de la transcription des entrevues ont fait l'objet d'une analyse thématique.

## **5. Résultats et analyse**

La présentation de la recherche a permis de recruter cinq équipes de projet, dont trois sont multidisciplinaires, pour un total de trente étudiants volontaires. Vingt-six étudiants ont répondu au questionnaire et ont participé au groupe de discussion. Les étudiants proviennent de génie électrique, informatique, robotique et mécanique. Sept enseignants impliqués dans la supervision de ces équipes ont accepté de participer à l'étude.

### **5.1. Étudiants**

Le questionnaire et les retombées perçues par les étudiants pour les qualités de conception, de communication et de travail individuel et en équipe sont présentés respectivement dans les figures 1, 2 et 3. Les résultats montrent un accord sur le support qu'apportent les espaces conceptuels pour la conception et la communication, en particulier pour définir l'architecture de la solution, pour identifier et définir le projet, et pour avoir une vision globale, cohérente et commune du projet. L'impact perçu sur le travail individuel et en équipe se traduit par une meilleure compréhension des liens entre les différents domaines d'expertise et par une documentation plus complète. Les étudiants sont d'accord ou totalement d'accord que les espaces conceptuels sont recommandables pour développer et communiquer la documentation technique d'un projet majeur de conception dans une proportion de 73 %.

Figure 1. Question pour la qualité conception

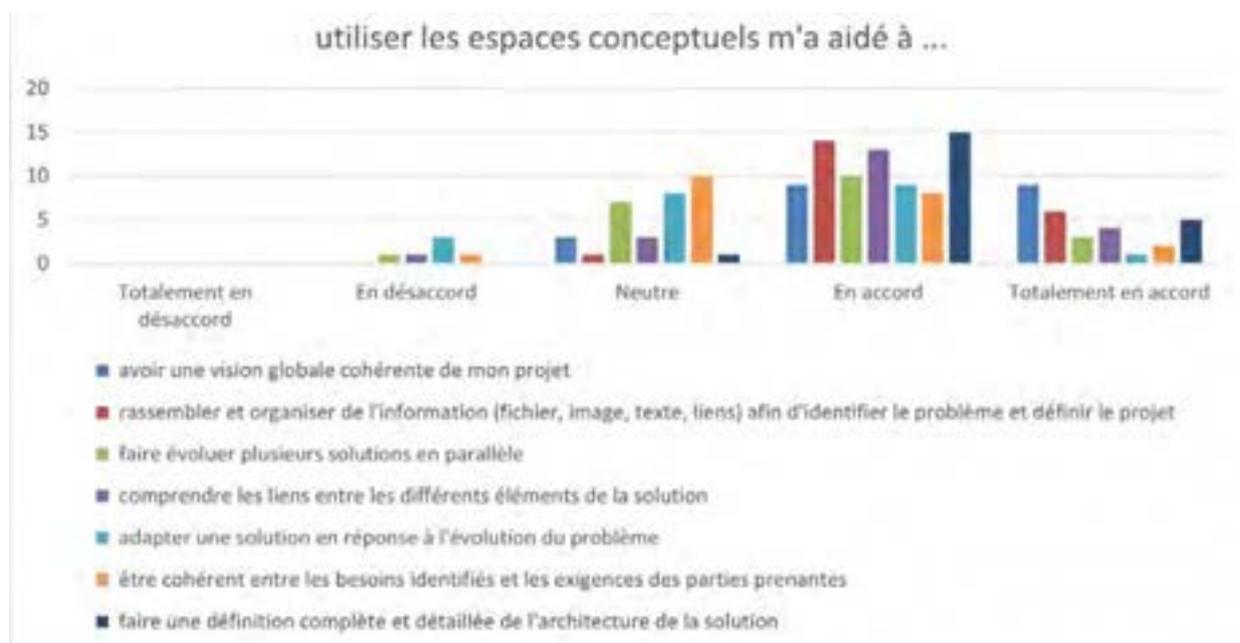


Figure 2. Question pour la qualité communication



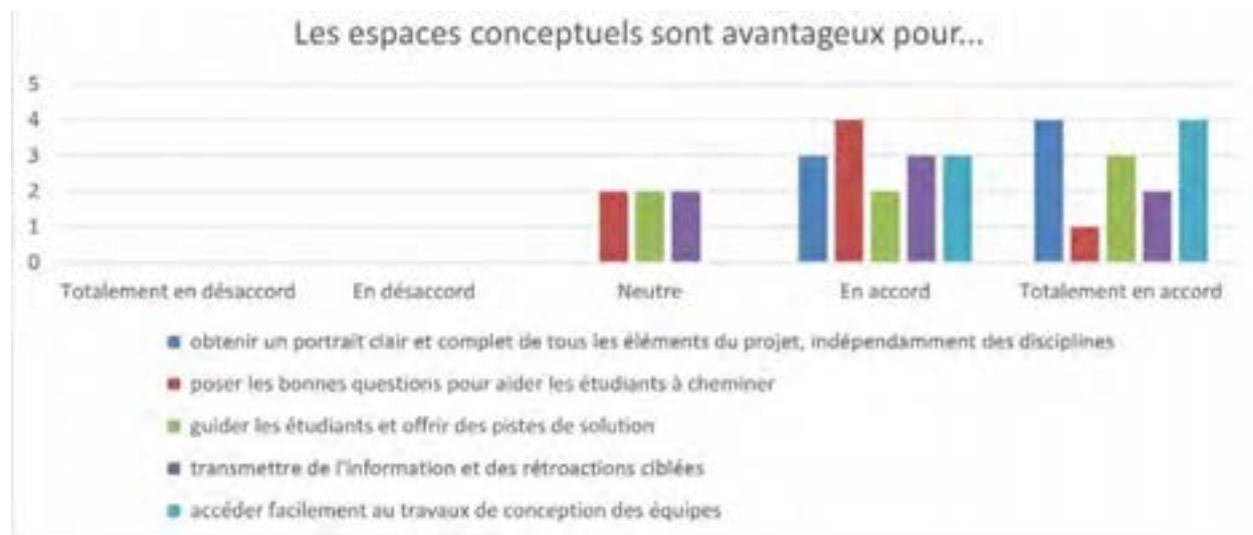
Figure 3. Pour la qualité travail individuel et en équipe



## 5.2. Enseignants

Le questionnaire et les retombées perçues par les enseignants sont présentés dans la figure 4. Tous les enseignants sont d'accord ou totalement d'accord qu'utiliser les espaces conceptuels est avantageux pour accéder aux travaux de conception des équipes et pour obtenir un portrait clair et complet de tous les éléments du projet. Il y a aussi consensus que l'utilisation des espaces conceptuels est un atout pour l'enseignement.

Figure 4. Questions pour l'enseignant



L'analyse thématique a permis de confirmer les résultats des questionnaires, mais aussi de faire ressortir des points d'amélioration. En particulier, les étudiants ont identifié des fonctionnalités manquantes pour que la plateforme soit davantage centralisante. Les étudiants et les enseignants ont relevé le besoin de voir l'historique de ce qui a changé depuis la dernière visite et de voir qui a fait quoi. Bien que ces thèmes soient peu liés aux concepts généraux des espaces conceptuels, ces suggestions guident l'amélioration de la plateforme technopédagogique.

## 6. Perspectives

Cette recherche présente les espaces conceptuels et une évaluation de leur potentiel à supporter les enseignants dans l'accompagnement et l'évaluation, et les étudiants dans la réalisation des apprentissages par projet.

Les espaces conceptuels offrent une liberté de construction des connaissances et de découverte qui pourrait être d'intérêt dans une vision de pédagogie inclusive, où les étudiants n'apprennent pas au même rythme, et où il est possible de développer une pensée autant

---

divergente que convergente. Les supports traditionnels (p.ex. : documents écrits, diapositives, etc.) sont séquentiels et convergents, et ne sont favorables qu'à une partie des apprenants (Land, 2013).

Relate est une plateforme de réseautage qui permet la mise en œuvre d'espaces conceptuels. Dans un second lien avec le cadre de l'agir ensemble, cette plateforme permet de créer des collaborations avec n'importe qui dans le monde et d'ouvrir des espaces conceptuels pour co-développer. Ce type d'espace pourrait être particulièrement adapté aux collaborations interdisciplinaires, puisque l'axe de profondeur permet, au plus haut niveau, d'avoir une compréhension générale et accessible pour tous, et les niveaux de plus en plus profonds offrent à chaque expert le loisir de plonger aussi profondément que nécessaire dans leur expertise.

---

**Références bibliographiques**

Fauconnier, G. et Turner, M. (2003). The way we think: Conceptual blending and the mind's hidden complexities.

Foley, D. (2017). Faire fleurir l'innovation à partir de la racine : Le développement et l'évaluation du potentiel de la plateforme informatique CogEx pour la conception en génie mécanique. Université de Sherbrooke.<http://hdl.handle.net/11143/11335>

Land, M. H. (2013). Full STEAM Ahead: The Benefits of Integrating the Arts Into STEM. *Procedia Computer Science*, 20, 547–552.

Novak, J. D. et Canas, A. J. (2008). The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them. IHMCI.

Paul, R., Hugo, R. J. et Falls, L. C. (2015). International Expectations of Engineering Graduate Attributes. University of Calgary.