

## Les réseaux conceptuels collectifs en enseignement et en apprentissage : l'usage de TIC pour relier la science scolaire à la réalité extérieure

L'article de vulgarisation pour le projet : PA2011-006

Elizabeth S. Charles<sup>1</sup>, Chris Whittaker<sup>1</sup>, Nathaniel Lasry<sup>2</sup>, Michael Dugdale<sup>2</sup>, Kevin Lenton<sup>3</sup> et Sameer Bhatnagar<sup>1</sup>  
Dawson College<sup>1</sup>, John Abbott College<sup>2</sup> et Vanier College<sup>3</sup>

Deux des préoccupations fondamentales en enseignement des sciences sont la difficulté des étudiants à construire une compréhension robuste des concepts de base et la nécessité d'un *transfert d'apprentissage* (c.-à-d. appliquer les nouvelles connaissances dans des circonstances différentes de celles de l'apprentissage initial). En effet, les élèves ont souvent de la difficulté à reconnaître la pertinence de ce qu'ils ont appris en classe par rapport à plusieurs des choses qu'ils observent ou vivent en dehors de l'école. Selon de récentes études, plusieurs de ces difficultés pourraient être résolues avec l'utilisation d'apprentissage collaboratif, de pédagogies novatrices, ainsi que de l'utilisation d'outils pédagogiques conçus pour soutenir l'apprentissage sociocognitif. Bien qu'il existe un corpus de recherche examinant les styles pédagogiques, il reste beaucoup à apprendre quant à la conception d'outils d'apprentissage et la façon de mesurer leur efficacité. L'étude que nous présentons tente de relever le défi par l'entremise du développement d'un outil d'apprentissage appelé DALITE (*Distributed Active Learning Interactive Technology Environment*) ainsi que le développement de nouvelles façons de mesurer le changement conceptuel en science.

Dans sa version la plus simple, DALITE permet aux élèves d'utiliser de façon asynchrone *l'apprentissage par les pairs* développé par le physicien Eric Mazur à Harvard (Lasry, 2008). En apprentissage par les pairs, les élèves sont présentés avec des questions conceptuelles à choix multiples. Les élèves choisissent une réponse et la communiquent à l'enseignant (souvent avec une télécommande). Le professeur peut alors ajuster le cours en fonction des réponses reçues en temps réel. Après avoir sélectionné une réponse, on demande aux élèves de trouver quelqu'un autour d'eux qui a une réponse différente et d'essayer de les convaincre. Ceci engage les élèves dans un processus qui leur demande de verbaliser ce qu'ils pensent, d'écouter activement ce que leur partenaire dit et de réfléchir de façon critique au tout. Après cette discussion brève, les élèves recommuniquent une réponse à l'enseignant qui pourra alors se servir de cette information pour mieux orienter la suite du cours. L'efficacité de cette approche centrée sur l'élève a été documentée systématiquement à maintes reprises (Mazur, 1997; Crouch & Mazur, 2001) et dans divers contextes scolaire (Lasry, Mazur & Watkins, 2008; Smith, Wood et al, 2009). L'apprentissage par les pairs est une approche dont l'adoption a grandi de façon spectaculaire de par le monde entier (Meltzer & Thornton, 2012; Henderson, 2008). Pour son travail sur l'apprentissage par les pairs, le Prof Mazur s'est vu décerner le Prix Minerva 2014 qui, accompagné d'un montant de \$500 000, est une sorte de Prix Nobel de l'éducation. Cependant, l'apprentissage par les pairs est *a priori* une méthode qui est confiné aux salles de classes. Peut-on utiliser l'apprentissage par les pairs en dehors des salles de classe?

Notre équipe de recherche a conçu DALITE, une plateforme d'apprentissage en ligne pour permettre aux élèves d'utiliser *l'apprentissage par les pairs*, sur le web, de façon asynchrone. Cet article discute de l'impact de DALITE ainsi que sa contribution à une approche d'apprentissage actif, centré sur l'élève.

## Nos Questions de Recherche

Nos quatre principales questions de recherche sont:

- (1) Un système asynchrone d'apprentissage par les pairs en ligne (DALITE) favorise-t-il l'apprentissage conceptuel?
- (2) En quoi les résultats d'apprentissage avec DALITE sont-ils similaires ou différents de ceux obtenus avec l'apprentissage par les pairs en face-à-face?
- (3) Quelles sont les implications sociocognitives et affectives liées à l'utilisation de DALITE, sur les étudiants et leur apprentissage?
- (4) Du point de vue de l'enseignant, quelles sont les implications pédagogiques de l'utilisation de DALITE?

## Théorie et contexte

En enseignement de la science, on déplore souvent la difficulté qu'éprouvent de nombreux étudiants à acquérir une compréhension solide des concepts fondamentaux. Des concepts de base comme le mouvement, la diffusion ou l'évolution sont souvent très difficile à apprendre. Ce n'est pas que les élèves n'ont aucune notion de ce que veulent dire ces choses, mais plutôt qu'ils ont des notions erronées à leur égard. Ce type d'apprentissage requiert un *changement conceptuel* (Chi, Slotta et De Leeuw, 1994). Les études sur le changement conceptuel signalent que l'apprentissage croit lorsque l'enseignement inclut des activités telles que la réflexion planifiée (Sinatra et Pintrich, 2003), l'autogénération d'explication (Chi, de Leeuw, Chiu et LaVancher, 1994), l'enseignement réciproque (Palincsar et Brown, 1984), des pratiques collaboratives et discursives (Stahl, 2006), et activités centrées sur les étudiants (Charles et Lasry, 2010; Charles, Lasry, et Whittaker, 2013). Inspirées des théories constructivistes et socioconstructivistes, et de leurs modèles d'apprentissage, des innovations pédagogiques, connues sous le nom d'*apprentissage actif*, ont émergé à leur tour. Les conclusions de ce corpus de recherches montrent de nettes améliorations en apprentissage conceptuel chez les étudiants (Meltzer et Thornton, 2012).

Une caractéristique centrale de l'apprentissage par les pairs est la discussion entre étudiants prônant des points de vue opposés. De telles activités peuvent entraîner une *dissonance cognitive* et une réflexion plus approfondie, mécanismes vraisemblablement responsables du changement conceptuel. Bien que l'apprentissage par les pairs ait été utilisé aux niveaux collégial (Lasry, 2006, 2008; Lasry, Mazur, et Watkins, 2008), les applications initiales de cette approche pédagogique prirent place dans des amphithéâtres universitaires pouvant accueillir des centaines d'étudiants et des légions d'adjoints à l'enseignement. Des discussions enrichissantes peuvent survenir dans de tels contextes en raison des grands nombres des réponses et de facilitateurs. Concrètement, la diversité dans les réponses d'étudiants est plus forte dans un amphithéâtre que dans une salle de classe du collégial. De plus, la quantité d'adjoints à l'enseignement dans les amphithéâtres permet d'assurer un meilleur suivi des conversations entre étudiants ainsi qu'un jumelage d'élèves plus efficace qui permet d'optimiser la qualité des discussions en s'assurant qu'ils ont des points de vue différents. Comment les structures secondaires et collégiales pourraient-elles améliorer l'apprentissage conceptuel?

Une solution consiste en la conception d'un système visant explicitement à augmenter la diversité des explications auxquelles est exposé l'étudiant, et à surveiller la qualité des

explications. Notons que les meilleures utilisations d'apprentissage par les pairs ont tout de même une faiblesse : les étudiants n'ont pas tous les mêmes occasions d'exprimer leur point de vue ou de se joindre à la discussion. Certains étudiants choisissent de ne pas participer et d'autres sont intimidés par des facteurs sociaux relevant des dynamiques de groupe. L'impact sur cette dernière population d'étudiants est particulièrement inquiétant. Il est donc essentiel de concevoir un système d'apprentissage par les pairs qui favorise la participation de tous et donne une voix à ceux qu'intimide l'idée d'exprimer un point de vue alternatif, alors qu'il pourrait bien s'agir du raisonnement correct. DALITE représente un tel système.

## Que font les élèves dans DALITE?

Les élèves accèdent au système DALITE sur le web, en utilisant un ordinateur ou autre outil portable connecté à internet. Tout comme l'apprentissage par les pairs en classe, la plateforme DALITE présente une question à choix multiples aux élèves et leur demande de choisir une réponse. Puis, on demande aux élèves d'expliquer leur réponse par écrit. Cette étape diffère de l'apprentissage par les pairs conventionnel, puisque les explications doivent être rédigées. De plus, chaque étudiant doit fournir une justification écrite pour toute réponse sélectionnée (Figure 1).

Les justifications écrites générées par les usagers sont archivées dans une base de donnée d'explications d'élèves. Après avoir soumis leur réponse et explication, les élèves voient 3 ou 4 explications d'élèves pour une réponse identique à la leur ainsi que 3 ou 4 explications pour une réponse différente. Un des deux groupes de réponse correspond toujours à la bonne réponse. Par exemple, si l'élève choisi la réponse correcte B et donne une explication, l'écran suivant montrera 3 ou 4 explications d'élèves pour la bonne réponse B ainsi que 3 ou 4 explications d'élèves pour la *réponse incorrecte la plus fréquente*, disons C. Si par contre, l'élève avait choisi la réponse incorrecte A au départ, l'écran suivant montrera 3 ou 4 explications d'élèves pour la même réponse A ainsi que 3 ou 4 explications d'élèves pour la réponse correcte B. Cette procédure engage les élèves dans un dialogue asynchrone avec leurs pairs qui les force à réfléchir continuellement de façon critique sur leurs conceptions et celle de leurs pairs. (Figure 2).

Ayant lu différentes explications écrites par des pairs, l'élève doit alors choisir une réponse à nouveau et indiquer la réponse la plus convaincante du groupe (facultatif). La dernière

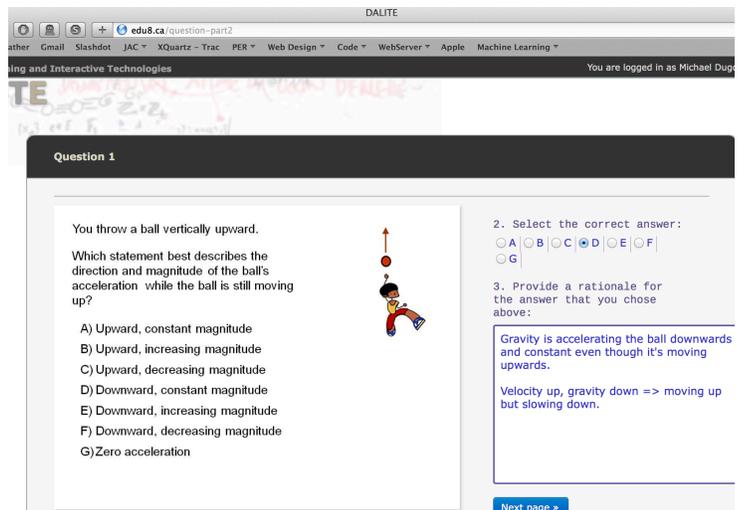


Figure 1 : écrans pour les étapes 1 et 2, sélectionnez, votez et écrivez explication.

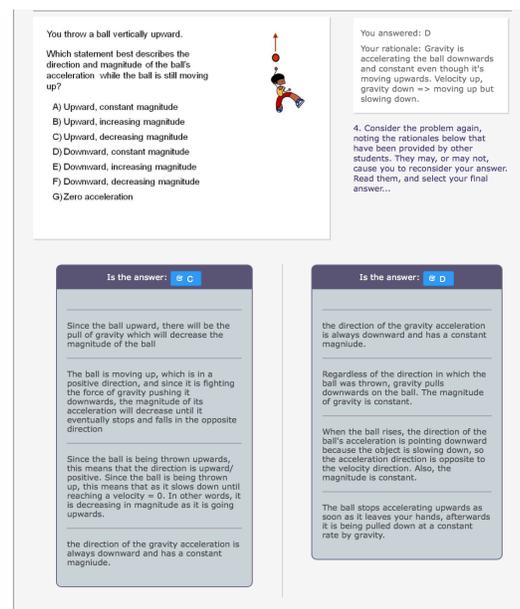


Figure 2 : écrans pour les étapes 3 et 4, comparaison.

étape consiste à afficher ce que l'élève a répondu la première et la deuxième fois et de montrer une explication experte. (Voir figure 3).

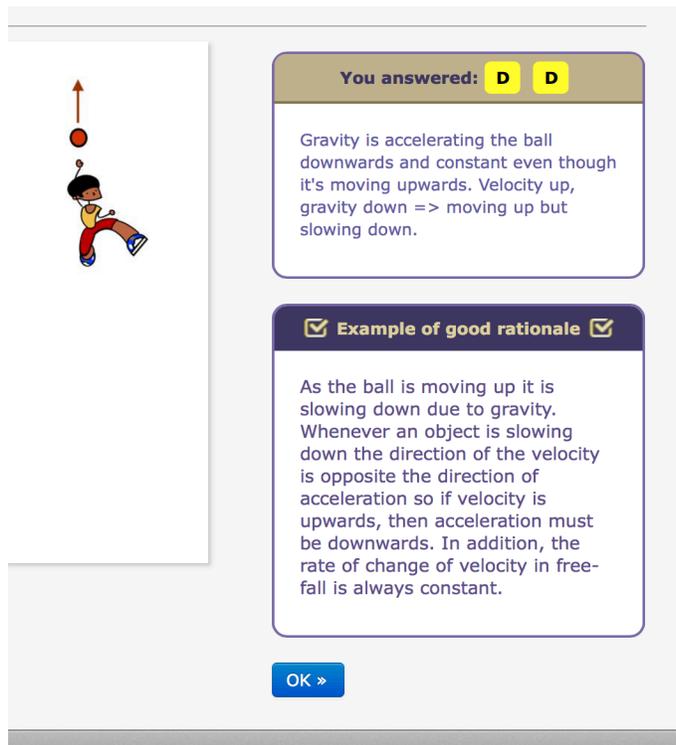


Figure 3 : écrans pour les étapes 6, justification expert.

The screenshot shows a table titled 'ASSIGNMENT RESULTS'. The table has columns for 'STUDENT NAME', 'Q1', 'Q2', 'Q3', and 'Q4'. Each cell in the table contains a student ID (e.g., P1, P2) and a colored status indicator. A legend at the bottom indicates: 'not answered' (grey), 'correct' (green), 'absent' (red), and 'wrong' (yellow). The table shows a grid of student responses across four questions.

Figure 4 : un affichage des résultats pour l'enseignant.

Une des différences majeures avec l'apprentissage par les pairs en classe est que DALITE demande aux étudiants d'exprimer leurs idées par écrit chaque fois que les étudiants répondent à une question. DALITE est conçue pour s'intégrer à une pédagogie d'apprentissage actif et rendre le contenu de cours accessible aux étudiants en dehors des classes. À partir d'un ordinateur ou d'un appareil mobile, les étudiants peuvent entrer dans le système, explorer les concepts couverts dans leur cours et interagir avec des pairs, grâce à une base de données dédiée qui est composée d'explications générées par les étudiants. À leur tour, les enseignants peuvent découvrir ce que pensent leurs étudiants, soit pour préparer leur cours, soit pour évaluer la compréhension des élèves après le cours.

En outre, DALITE fournit un affichage des résultats pour l'enseignant, y compris les premiers et deuxièmes votes des étudiants. Aussi, il ya une fonction roll-over dans lequel les justifications de chaque élève peuvent être visualisées. (Voir figure 4).

### Résumé des grands principes théoriques qui sous-tendent DALITE

Nous avons conçu DALITE selon cinq principes clés relevant de modèles d'apprentissage résumés au Tableau 1. DALITE permet aussi d'explorer des façons de rendre l'apprentissage actif plus accessible aux enseignants, notamment en aidant à appliquer la méthode de pédagogie renversée. DALITE permet aussi de tester différents modèles d'apprentissage, tels qu'ils sont décrits dans la littérature consacrée à l'enseignement et à l'apprentissage des sciences.

Tableau 1. Caractéristiques de conception de DALITE et relations théoriques

| Caractéristique conception  | Théorie  |
|-----------------------------|--|
| Apprentissage par les pairs | Changement conceptuel – <i>réflexion planifiée</i> (Sinatra et Pintrich, 2003); apprentissage collaboratif (Roschelle, 1992; Stahl, 2006)    |
| Justifications écrites      | Autogénération d'explication (Chi, Leeuw, Chiu, et LaVancher, 1994); explication <i>interactive</i> – expliquer pour soi et pour les autres. |
| Comparaison et contraste    | Similitudes profondes/superficielles (Gentner, 1989)<br>Apprentissage par les pairs – création de modèles                                    |
| Utilisation multicontextes  | Transfert en tant qu' <i>intercontextualité</i> (Engle, 2006)  |
| Rétroaction autogérée       | Création d'agence épistémique reliée au besoin de savoir (Scardamalia et Bereiter, 2003); évolution des points de vue et des modes de pensée |

## Méthodes

### Contexte méthodologique

Nous adoptons une méthode de recherche fondée sur la conception (*design-based research*). Il s'agit d'une approche pragmatique en recherche pédagogique, qui tient compte du contexte et de la pratique prévue. Plutôt que de produire de grandes théories de l'apprentissage, cette méthode permet aux chercheurs et concepteurs pédagogiques d'examiner les conditions et le contexte entourant l'utilisation efficace d'une innovation. Ainsi, les innovations sont généralement ajustées et adaptées de manière récurrente pour mieux soutenir l'apprentissage. Selon Anderson et Shattuck (2012), la recherche fondée sur la conception présente six principales caractéristiques : elle (1) se situe dans de vrais contextes éducatifs; (2) est axée sur la conception et la mise en test d'innovations importantes (méthodes pédagogiques, outils et systèmes éducatifs) dont les bases sont théoriques; (3) couvre généralement une période de plusieurs itérations de l'innovation; (4) représente une collaboration entre les chercheurs et les praticiens; (5) utilise des méthodes mixtes pour la cueillette de données; et (6) stimule l'évolution des principes de conception, améliorant ainsi la compréhension des théories éducationnelles. Notre étude adhère à ces six caractéristiques. Notons le recours à des méthodes mixtes pour la cueillette de données. Ceci signifie que nos questions de recherche ont nécessité l'emploi de diverses méthodes de recherche accompagné d'une cueillette de données quantitatives et qualitatives. Notre recherche est divisée en trois études décrites ci-dessous.

### Modèles de recherche

**Étude 1** : modèle quasi-expérimental. L'étude examinait si l'utilisation de DALITE favorise une compréhension conceptuelle plus profonde que celle obtenue sous les conditions de contrôle (décrites à la Question de recherche 1).

**Étude 2** : études de cas. L'étude examinait le développement de capacités cognitives, sociales, affectives émergeant de l'utilisation étudiante de DALITE (Questions de recherche 2).

**Étude 3** : *études de cas comparatives*. L'étude était axée sur les conditions permettant aux étudiants et aux enseignants d'adopter DALITE, ou les en empêchant (Question de recherche 3).

### Contexte et participants

L'étude quasi-expérimentale de DALITE regroupait cinq sections d'un cours d'introduction à la physique avec 150 étudiants participants. Tous les étudiants étaient en première année du

programme de Sciences de la Nature, et âgés de 17 à 19 ans. Les cinq sections étaient réparties entre quatre enseignants dans trois collèges: (1) au collège A, un enseignant était responsable de deux sections, les groupes T09 et T10; (2) au collège B, deux enseignants étaient responsables d'une section chacun, T07 et T08; (3) et au collège C, un enseignant était responsable d'une section, T06. Le programme du cours de physique était similaire pour toutes les sections. Les enseignants avaient recours à une pédagogie d'apprentissage actif, mais avec divers degrés d'expérience de cette approche. L'enseignant des groupes T09 et T10 avait le plus d'expérience (plus de 6 ans). L'enseignant du groupe T08 en avait le moins (2 ans).

L'étude 1 comptait deux cohortes de comparaison. La cohorte 1 est constituée d'une grosse base de données de résultats FCI (N=13 422) d'institutions nord américaines et desquels un sous-ensemble (N=2912) ayant les mêmes connaissances préalables que nos élèves ont été choisis. Ces données représentaient des étudiants accoutumés à une variété de méthodes pédagogiques, et fournissant donc une comparaison impartiale. La cohorte 2, le groupe en « apprentissage par les pairs *sans* DALITE », a été sélectionnée à l'aide d'une méthode d'échantillonnage déterminé. Ces étudiants étaient inscrits à deux sections, l'une avec un enseignant du collège A et l'autre avec un enseignant d'un plus grand établissement d'enseignement supérieur (N=188). Les deux enseignants pratiquaient l'apprentissage actif en classe depuis plusieurs années. La comparaison avec un tel échantillon est essentielle et assure que nos résultats sont authentiques et significatifs.

### **Procédure**

Des devoirs en ligne sur DALITE étaient assignés chaque semaine. L'expérience DALITE incluait un système permettant à l'enseignant de commenter les devoirs des étudiants en classe. Le recours à ce système variait selon l'enseignant. En outre, deux enseignants ont introduit les activités d'explication amplifiées : (1) pour T06, la production de cartes conceptuelles; (2) pour T09 et T10, les activités de marquage.

### **Cueillette des données**

Les données recueillies pour ces trois études comprenaient les sources quantitatives et qualitatives énumérées au Tableau 1. En plus d'évaluations normalisées, nous avons dû créer trois nouveaux types d'évaluation pour capter et trianguler le développement de la compréhension conceptuelle des étudiants. : (1) un test conceptuel commun (CCT); (2) la production de cartes conceptuelles; et (3) une tâche de triage.

Le Concept de Force: le Force Concept Inventory (FCI) est un outil d'évaluation conceptuelle standardisé, qui se présente sous forme de questionnaire de 30 éléments à choix multiples. Il sonde la compréhension des concepts de force et de mouvement des étudiants. C'est l'un des instruments les plus utilisés et les plus analysés en enseignement de la physique (McDermott et Redish, 1999).

Test conceptuel commun ou (CCT): les CCT ciblaient les types d'activités intégrés à l'expérience DALITE. Chaque test demandait aux étudiants de répondre à une question conceptuelle, de rédiger une justification, et d'évaluer les justifications produites par les autres. Chacun couvrait les concepts d'une unité particulière du cours : (1) CCT 1 : les principes de cinématique; (2) CCT 2 : les principes de dynamique; et (3) CCT 3 : les principes de conservation. Dans chaque test, une idée conceptuelle clé était définie comme cible

d'apprentissage. Le CCT a été administré à la fin de chaque unité de cours, intégré aux examens de mi-session.

Production de cartes conceptuelles : les cartes conceptuelles ont été conçues comme outil à la fois d'apprentissage et d'évaluation. Ces données ne sont pas montrées dans ce rapport mais une description peut être retrouvée dans les notes en bas de page<sup>1</sup>.

Activité de triage : ces activités avaient pour objectif de promouvoir le développement d'une compréhension approfondie des caractéristiques conceptuelles communes aux questions, malgré leurs différences superficielles. Ces données ne sont pas montrées dans ce rapport mais une description peut être retrouvée dans les notes en bas de page<sup>2</sup>.

Entrevues avec les étudiants et les enseignants : des questionnaires à réponses libres ont été conçus pour des entrevues avec des étudiants et des enseignants. Les entrevues avec les étudiants ont été menées individuellement ou en groupes de deux ou trois. En tout, 20 étudiants ont été interviewés. Les entrevues d'enseignants consistaient des réponses à des questionnaires en papier.

Base de données DALITE : regroupant les réponses et les justifications des étudiants aux questions posées dans DALITE. Les enseignants ont donné entre 45 et 65 questions dans DALITE. Cette source de données est constituée de réponses et justifications de 150 étudiants.

## Résultats

### Étude 1

#### Gains conceptuels de DALITE vs groupe de contrôle

Nous avons comparé, sur le test FCI, les résultats des étudiants ayant utilisé DALITE à ceux des étudiants ayant reçu un enseignement traditionnel. Les résultats démontrent que les étudiants ayant utilisé DALITE ont surpassé le groupe de contrôle traditionnel de façon prononcée et statistiquement significative ( $0.47 \pm 0.02$  vs  $0.35 \pm 0.006$ ;  $p < 0.00001$ ). Voir Figure 5.

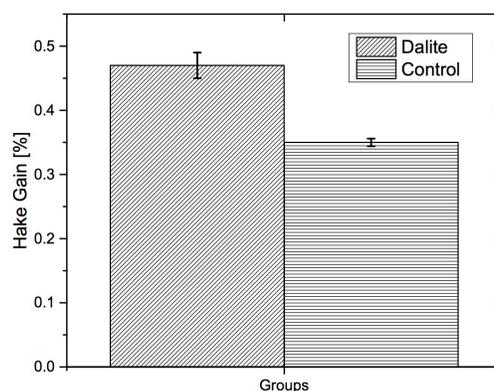


Figure 5 : les étudiants utilisant DALITE (n=137) dans leur cours collégial avaient acquis des gains conceptuels nettement plus élevés à la fin du semestre ( $p < 0.00001$ ) que le groupe de contrôle (n=2912)

#### Changement conceptuel avec DALITE vs apprentissage par les pairs en temps réel

Nous avons ensuite comparé les résultats des étudiants ayant utilisé DALITE à ceux des étudiants en « apprentissage par les pairs sans DALITE ». Les résultats montrent qu'il n'y avait pas de

différence de gain conceptuel entre les étudiants ayant utilisé DALITE et ceux ayant pratiqué l'apprentissage par les pairs en classe ( $0.47 \pm 0.02$  vs  $0.48 \pm 0.02$ ;  $p=0.84$ ). Autrement dit, les gains conceptuels des étudiants ayant utilisé DALITE ( $n=137$ ) durant leur cours collégial ne sont pas statistiquement différents ( $p=0.38$ ) de ceux des étudiants ayant pratiqué l'apprentissage par les pairs en temps réel ( $n=188$ ).

### Comparaison du changement conceptuel entre enseignants utilisant DALITE

Nous avons aussi comparé les gains conceptuels acquis dans les 5 différentes sections de cours ayant utilisé DALITE. Nous avons constaté une similitude surprenante entre quatre des cinq groupes, et une légère différence avec le cinquième groupe. Les différences globales entre les groupes ne sont pas statistiquement significatives ( $g_1 = 0.50$ ;  $g_2 = 0.50$ ;  $g_3 = 0.47$ ;  $g_4 = 0.48$ ;  $g_5 = 0.38$ ;  $p=0.06$ ), quatre des cinq groupes étant extrêmement similaires et proches de toutes les variations du cinquième groupe.

### Étude 2

Cette étude se penche sur la capacité des élèves à transférer leurs nouvelles connaissances conceptuelles à des situations nouvelles. Nous avons utilisé un test conceptuel commun (CCT) pour comparer les groupes entre eux et aussi pour voir les différences existant au sein d'un même groupe. Les comparaisons entre groupes montrent que les élèves des sections de DALITE étaient similaires au groupe contrôle (T-comp) sur leur performance dans les questions conceptuelles communes, exception T07 (voir Figure 6). Cependant, les élèves de DALITE outrepassent le groupe contrôle sur leur habileté à sélectionner une justification correcte.

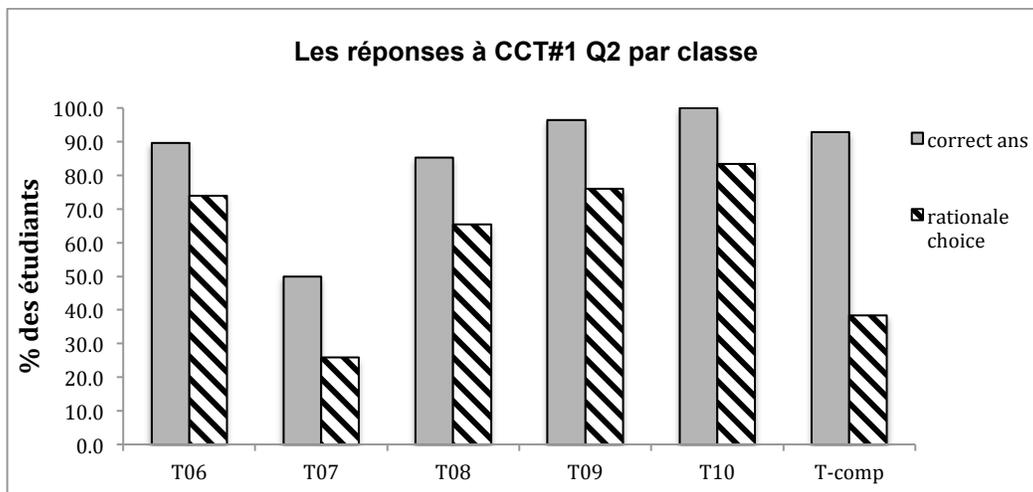


Figure 6 : Résultats du CCT1 pour chacune des 5 sections DALITE et le groupe contrôle (T-comp).

### Étude 3

Cette étude traitait de DALITE en tant que projet de recherche fondé sur la conception. Plus précisément, elle rassemblait toutes les données recueillies pour répondre aux questions suivantes.

1. L'utilisation de DALITE peut-elle promouvoir le changement conceptuel? Si oui, quels étaient les contextes et conditions de ces résultats? Pouvons-nous montrer que la plateforme favorise la réflexion intentionnelle?

Nous avons déjà montré que DALITE favorise le changement conceptuel. Les données suggèrent que les conditions et le contexte de ce succès dépendent du jumelage à une forme de pédagogie d'apprentissage actif. Il ne semble toutefois pas nécessaire que les enseignants utilisent tous la même forme d'apprentissage actif. En fait, les résultats produits par DALITE en conjonction avec diverses formes d'apprentissage actif sont pratiquement les mêmes.

Un élément affectant les résultats doit cependant être mentionné. L'efficacité de DALITE semble manifestement tempérée par les connaissances de niveau d'entrée. Lorsque les connaissances en physique d'un grand nombre de nouveaux étudiants se situaient sous la moyenne (faibles notes aux prétests FCI), leurs gains conceptuels étaient moindres que ceux des autres sections. Cette différence n'était toutefois pas statistiquement significative.

Pour savoir si la réflexion intentionnelle est favorisée, nous examinons les données des entrevues. Des 23 étudiants interrogés, environ 70 % (16/23) ont mentionné qu'utiliser DALITE les a aidés à réfléchir plus sérieusement aux concepts à assimiler. Voici un exemple de ce type de commentaire :

***G1\_T09** : J'aimerais savoir lequel est le plus logique...Il y a un concept [qui] te convainc tellement, et tu te dis, ok, ça doit être cette [réponse]. Mais dans ton esprit, tu sais que ces autres personnes doivent aussi avoir raison. Alors après tu mets en question tes propres réponses.  
[traduit en français]*

2. L'utilisation de DALITE peut-elle favoriser l'autogénération d'explication? Si oui, quels étaient le contexte et les conditions de ces résultats? Quel rôle joue la rédaction des explications?

La base de données, qui contient plus de 7 000 justifications générées par les étudiants, étaye l'affirmation que DALITE peut faciliter l'autogénération d'explication. Les données montrent aussi qu'en général, les étudiants ont pris les choses au sérieux, puisque plus de 75 % ont terminé toutes les tâches assignées. De ceux-ci, environ la moitié ont fourni des explications très détaillées (d'après un calcul de la moyenne de mots employés pour les justifications). Cette constatation est intéressante, car il existe une modeste composante sociale à ces justifications dans DALITE. Comme nous l'avons déjà mentionné, les explications générées par les étudiants forment une partie de la base de données de DALITE, et pourront donc être sélectionnées au hasard et montrées à de futurs étudiants. Cela pourrait ainsi expliquer pourquoi certains étudiants ont choisi de rédiger des explications détaillées pour la plupart de leurs réponses. Était-ce leur façon de contribuer, ou de concrétiser leurs idées en les rédigeant? Si l'on se fie à leurs témoignages, cette seconde hypothèse est plausible :

***B5** : Je trouve que ça t'aides de l'écrire, parce que c'est beaucoup plus facile de dire "ah oui je comprends ça » mais après essaye de l'expliquer avec tes propres mots, d'être concis, ça montre vraiment que tu comprends le sujet. Ça aide beaucoup. [traduit en français]*

Ce pourrait aussi être l'impact combiné des facteurs sociaux et cognitifs. Le commentaire ci-dessous est particulièrement intéressant, car l'étudiante admet avoir trouvé les justifications « inégales » des autres difficiles à lire. Cela semble l'avoir incitée à mieux rédiger ses justifications, car elle réalisait que d'autres essaieraient d'en comprendre les raisonnements. Voici son commentaire :

**G11** : Avant, j'écrivais des justifications courtes qui expliquaient pourquoi je pensais que c'était la réponse, mais maintenant j'explique le concept derrière mon raisonnement, donc je donne des justifications plus détaillées. Au début, je trouvais que mes justifications étaient inégales et incomplètes « choppy », mais après je m'y suis habitué comme si c'était les pensées de quelqu'un, donc c'est plus facile à lire maintenant... Comme tu dois le présenter, il faut que tu dises « ok voici ce que nous pensons et voici pourquoi. » Ça met de l'ordre dans tes pensées. [traduit en français]

Bref, DALITE semble aider les étudiants à apprécier la valeur de l'autogénération d'explication, et particulièrement la valeur des explications écrites. Les conditions et le contexte qui assurent le succès de cette caractéristique semblent correspondre au moment où l'étudiant apprend à valoriser sa propre contribution sociale.

3. L'utilisation de DALITE peut-elle favoriser la comparaison et la mise en contraste? C'est en effet une importante caractéristique du système. Les entrevues démontrent amplement que les étudiants ont reconnu cette caractéristique et ont été sensibles à l'aide à l'apprentissage qu'elle représentait. Le commentaire suivant illustre ce point :

**B2** : Ouais... quand tu essayes de te l'expliquer à toi-même et que tu n'es toujours pas sûr, et après que tu donnes ta réponse et que tu peux lire les explications de tout le monde, tu es capable de comprendre ce que tu dis, et de voir quand ton processus de réflexion aurait pu être incorrect ou voir le processus de réflexion des autres. Et tu peux évaluer quelles réponses font plus de sens pour toi. Donc je pense que ça aide parce que tu es en train de voir le point de vue d'autres personnes et parfois tu préfères leur point de vue. [traduit en français]

4. L'utilisation de DALITE peut-elle favoriser la préparation au transfert? Les étudiants peuvent-ils faire la distinction entre structure profonde et similitude superficielle? Et peuvent-ils reconnaître la similitude de contexte entre deux situations, pour pouvoir continuer à apprendre de la même manière? Selon les données recueillies pour cette étude, les deux sont possibles.

Au départ, l'activité de préparation au transfert des connaissances a été intégrée aux activités en classe (marquage et production de cartes conceptuelles), comme partie intégrante du système complet de DALITE. Ces activités ont été retirées du système de devoirs en ligne après que la première et la deuxième version de DALITE aient montré à quel point il était difficile pour les étudiants de comprendre l'objectif du marquage. Dans la version actuelle, qui comprend les activités en classe, les résultats des tâches de tri suggèrent que les étudiants peuvent distinguer les similitudes structurelles profondes quand les caractéristiques superficielles diffèrent. Ces résultats indiquent toutefois qu'une telle capacité est liée à trois facteurs.

Premièrement, le type de question a de l'importance. Dans certains cas, la distinction était facile à faire et dans d'autres, elle était difficile. Cela démontre qu'il nous faut examiner plus attentivement la façon dont les questions sont conçues et les caractéristiques qui entraînent de telles réactions chez les étudiants.

Deuxièmement, les discussions en groupe et l'ouverture au changement semblent être des facteurs déterminants pour le succès de cette tâche. En fait, dans certains cas, les discussions de groupe ont orienté bon nombre d'étudiants vers les réponses correctes, même si le premier tour de table ne produisait que quelques bonnes réponses (les groupes T07 et T09 pour la question ST1.R2; les groupes T07 et T10 pour les questions ST2.R1 et R2).

Troisièmement (et principalement), il est essentiel de comprendre la similitude entre le contexte de l'apprentissage en classe et celui de l'apprentissage à l'aide de devoirs en ligne. Il

faut concevoir le programme d'études de façon à ce que les étudiants saisissent cette connexion, qui à son tour favorise une meilleure participation aux activités en classe et aux devoirs en ligne. Les sections T09 et T10 en sont un exemple. Certains des taux d'engagement étudiant les plus élevés ont été obtenus dans les sections où l'enseignant considérait les devoirs faits sur DALITE comme une partie régulière du programme. Dans cette classe, l'enseignant a trouvé des façons de continuellement relier DALITE au cours en classe et s'en est servi pour préparer et consolider les concepts. Certaines de ses réponses aux questions d'entrevue des enseignants en témoignent.

5. L'utilisation de DALITE peut-elle favoriser les « modes de pensée » qui aident à apprendre? Nous appelons ce concept l'agence épistémique, car il s'agit de développer la conscience que l'apprentissage nécessite des actions qui mènent à l'acquisition de connaissances. DALITE s'est montrée capable de promouvoir de tels modes de pensée. Certains étudiants ont mentionné que faire leurs devoirs dans DALITE leur « apprenait comment apprendre ». Le commentaire suivant illustre ceci.

*G2 : Généralement je regarde mon livre pour voir la théorie et voir si c'est correct... et en même temps, ça me force à lire, pas juste à regarder et me dire ouais je comprends pourquoi, et ça me force à lire la justification en essayant de comprendre pourquoi c'est la réponse. [traduit]*

Finalement, DALITE a aussi donné l'occasion aux étudiants d'assumer une plus grande responsabilité pour leur propre apprentissage. Une étudiante a expliqué que les justifications dans DALITE l'ont aidée à apprendre à lire la « grammaire » de la physique. Le commentaire suivant démontre cette action impressionnante de l'agence épistémique :

*G3 : ...à chaque fois que je devais lire des sites Anglais avec tous les termes, je ne les comprenais pas du tout. Et aussi la formulation, la manière dont les concepts [sont] présentés était complètement différente...je vois la structure derrière les justifications que l'on devait écrire, donc ça m'aide à mieux comprendre les concepts généraux...Donc je lis mieux [les textes de physique] maintenant. Je trouve que je vois mieux l'information. [traduit en français]*

## Conclusion

Cette recherche nous donne plusieurs pistes sur les façons de promouvoir le changement conceptuel et le transfert d'apprentissage. Elle nous renseigne aussi sur la création d'outils conçus pour favoriser et évaluer cet apprentissage. Enfin, et surtout, elle nous renseigne sur l'impact des caractéristiques de conception de DALITE et comment elles peuvent permettre de mieux comprendre la théorie qui les a inspirés. Plus précisément, nous avons appris que DALITE, un outil basé sur le web utilisé majoritairement comme devoir à la maison, peut supporter l'apprentissage des étudiants en créant des opportunités pour que les étudiants pratiquent leur compréhension et leur explications de leur connaissances conceptuelles (1), leur capacité cognitive à comparer et différencier (2) et leur développement de compétences autorégulée tels que l'auto réflexion et leur autodétermination épistémique. DALITE peut également soutenir les efforts des professeurs qui veulent utiliser des pédagogies actives en s'assurant que l'apprentissage se passe aussi bien dans la salle de classe qu'en dehors de celle-ci. De façon générale, les professeurs faisant partie de l'étude de cas ont mentionné avoir aimé le système. Un professeur a dit : «J'aime beaucoup DALITE» tout en notant en même temps «Il reste beaucoup de travail à faire afin d'améliorer la facilité d'utilisation.» D'autres décrivent leur expérience ainsi que ce qui a semblé fonctionner comme par exemple : (1) « [DALITE] m'a donné des idées par rapport aux idées et idées fausses des étudiants.» (2) « [DALITE] a aidé mes étudiants lire les écrits scientifiques.» (3) « [DALITE] a aidé mes étudiants à transformer leur

mentalité du secondaire en une mentalité où ils sont eux-mêmes responsables de leur apprentissage.»

Que réserve le futur pour DALITE? Il y a eu beaucoup d'intérêt de plusieurs endroits différents comme des collègues de d'autres départements (Biologie, Soins Infirmiers) et de faire le lien entre DALITE et d'autres plateformes d'apprentissage en ligne. La plus importante réalisation de ce projet est probablement les opportunités que DALITE aura de rayonner dans le système des CÉGEPs.

## References

- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-Based Research A Decade of Progress in Education Research?. *Educational Researcher*, 41(1), 16-25.
- Charles, E.S., Lasry, N. (2010). *Who's talking in your classroom? Two sides of the same pedagogical challenge*. Paper presented at 30<sup>th</sup> annual AQPC symposium: Sherbrooke, QC.
- Charles, E., Lasry, N., et Whittaker, C. (2013). L'adoption d'environnements sociotechnologiques comme moteur de changement pédagogique. *Pédagogie Collégiale*, 26 (3).
- Chi, M. T., Leeuw, N., Chiu, M. H., & LaVancher, C. (1994). Eliciting self-explanations improve understanding. *Cognitive science*, 18(3), 439-477.
- Chi, M. T., Slotta, J. D., & De Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and instruction*, 4(1), 27-43.
- Crouch, C. H., & Mazur, E. (2001). Peer instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69(9), 970-977.
- Engle, R.A. (2006). Framing interactions to foster generative learning: A situative explanation of transfer in a community of learners classroom. *Journal of the Learning Sciences*, 15(4), 451-498.
- Gentner, D. (1989). The mechanisms of analogical learning. *Similarity and analogical reasoning*, 199, 241.
- Henderson, C. (2008). Promoting instructional change in new faculty: An evaluation of the physics and astronomy new faculty workshop. *American Journal of Physics*, 76(2), 179-187.
- Lasry, N. (2008). Une mise en œuvre au cégep de la méthode d'apprentissage par les pairs de Harvard. *Pédagogie Collégiale*, 21(4), 21-28.
- Lasry, N., Mazur, E., & Watkins, J. (2008). Peer instruction: From Harvard to the two-year college. *American Journal of Physics*, 76(11), 1066-1069.
- Mazur, E. (1997). *Peer instruction* (pp. 9-18). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Meltzer, D. E., & Thornton, R. K. (2012). Resource letter ALIP-1: active-learning instruction in physics. *American journal of physics*, 80(6), 478-496.
- Palincsar, A. S., & Brown, A. L. (1986). Interactive teaching to promote independent learning from text. *The Reading Teacher*, 771-777.
- Roschelle, J. (1992). Learning by collaborating: Convergent conceptual change. *Journal of the learning sciences*, 2(3), 235-276.
- Scardamalia, M. & Bereiter, C. (2006). Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology. In K. Sawyer (Ed.), *Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 97-118). New York: Cambridge University Press.
- Sinatra, G. M., & Pintrich, P. R. (2003). The role of intentions in conceptual change learning.
- Stahl, G. (2006). *Group cognition: Computer support for building collaborative knowledge*. Cambridge, MA: MIT Press.

**Remerciements** : Le Programme d'aide à la Recherche sur l'Enseignement et l'Apprentissage (PAREA) pour le soutien. Nous remercions nos collègues, Edu.8 Development, et nos assistants de recherche : Jonathan Guillemette, Chao Zhang et Wang Xhui. Pour obtenir un exemplaire du rapport complet s'il vous plaît voir ISBN 9781-5501674-8-1

## Note de bas :

1. Ces cartes étaient attribuées en classe comme activité de groupe. L'enseignant donnait une série fixe de termes (nœuds) et leur demandait de les relier entre eux (liens). Ces liens devaient être annotés d'énoncés prépositionnels décrivant la relation entre les nœuds – ainsi se créait un réseau conceptuel. Une fois l'exercice terminé, les étudiants discutaient et plaçaient des questions posées dans DALITE sur leurs réseau en affectant chaque question à un nœud ou plus. La liste de termes était associée aux composantes du contenu du cours (cinématique, dynamique, conservation) et aux « grands concepts ».
2. Elles étaient attribuées en classe en tant qu'activité de groupe. L'enseignant fournissait aux étudiants une série fixe de termes (nœuds) et leur demandait de les relier entre eux (liens). Ces liens devaient être annotés d'énoncés prépositionnels décrivant la relation entre les nœuds – ainsi se créait une carte conceptuelle. Cet exercice terminé, les étudiants devaient discuter et positionner une série de questions posées dans DALITE sur leurs cartes. La liste de termes était associée aux composantes du contenu du cours et aux « grands concepts ». L'activité de production de cartes conceptuelles était réalisée en classe par des groupes de trois à quatre étudiants, et prenait de 50 à 80 minutes.