



Développer des compétences de conceptualisation et d'analyse avec un forum de discussion et un etherpad

► **Gaëtan TEMPERMAN, Sébastien WALGRAEVE, Bruno DE LIEVRE** (DESTE, UMon), **Karim BOUMAZGUIDA** (CFPU, UMon)

■ **RÉSUMÉ** • Dans cette contribution, nous évaluons l'efficacité d'un environnement d'apprentissage collaboratif composé d'un forum de discussion et d'un etherpad dans un contexte de formation universitaire. Le scénario pédagogique a pour objet d'amener les apprenants à développer des compétences de conceptualisation et d'analyse. Nos analyses multiniveaux tendent à montrer que les apprenants peuvent développer des compétences de conceptualisation et d'analyse au travers de tâches élaboratives qui mobilisent ces outils. Notre analyse du lien entre le processus d'apprentissage et les gains des apprenants met en évidence que l'exploitation des traces enregistrées dans ces espaces est en mesure d'expliquer en partie leurs progressions. Nous observons que ces facteurs explicatifs peuvent toutefois varier en fonction de la nature de la tâche proposée aux apprenants.

■ **MOTS-CLÉS** • Apprentissage collaboratif médiatisé par ordinateur, Analyse de traces, Environnement numérique de travail, Pédagogie universitaire.

■ **ABSTRACT** • *In this article, a multilevel analysis approach was used to study the joint use of a collaborative writing tool (Etherpad) and a discussion forum in a computer-supported collaborative learning (CSCL) environment dedicated to practical activities in a university course (1st level). The learning sequence was designed so as to promote conceptual and analytic skills. The results showed that learners developed the targeted skills through elaborative tasks during which the two collaborative tools (Etherpad and forum) were used. Moreover, thanks to the analysis of traces of tools use in the CSCL environment, we were able to identify the process variables that partly*

Gaëtan TEMPERMAN, Sébastien WALGRAEVE, Bruno DE LIEVRE, Karim BOUMAZGUIDA

Développer des compétences de conceptualisation et d'analyse avec un forum de discussion et un etherpad

Sticef, vol. 24, numéro 1, 2017, DOI: 10.23709/sticef.24.1.6

**Gaëtan TEMPERMAN, Sébastien WALGRAEVE, Bruno DE LIEVRE,
Karim BOUMAZGUIDA**

explained the learning progress. We observed that these explanatory factors can, however, vary according to the nature of the task.

■ **KEYWORDS** • *Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL), Track Analysis, Learning analytics, Virtual Work Environment, University Pedagogy.*

1. Introduction

Actuellement, un relatif consensus existe dans la littérature pédagogique autour de l'idée qu'un environnement d'apprentissage collaboratif qu'il soit à distance ou en présentiel doit permettre d'amener les apprenants à produire quelque chose de nouveau à partir d'un contenu traité dans la séquence pédagogique. Pour assurer la gestion des tâches élaboratives, les apprenants doivent disposer d'outils de communication leur permettant d'échanger d'une part et d'outils de structuration leur donnant la possibilité d'organiser les éléments discutés dans une nouvelle structure d'autre part.

Si un certain nombre d'études ont questionné l'apport des usages pédagogiques de ces deux types d'outils de manière indépendante, peu de recherches à notre connaissance ont pris en considération pour l'instant l'interaction entre ceux-ci et les ont mis en relation avec le développement de compétences ciblées par le dispositif. Pour y parvenir, notre contribution exploite et analyse les traces d'activités de communication et de structuration des apprenants enregistrées dans un environnement d'apprentissage collaboratif. Celui-ci a pour objectif d'amener les apprenants à développer deux compétences différentes sur le plan cognitif : la conceptualisation et l'analyse.

Pour guider la mise en œuvre et l'analyse des résultats de cette expérimentation, nous examinons tout d'abord la littérature en distinguant d'une part, les apports pédagogiques des outils de communication et d'autre part, ceux issus des outils de structuration.

2. Usages pédagogiques des outils de communication

Pour (Baker, 2002), l'attribution de tâches à une équipe ne garantit en rien le développement de comportements collaboratifs et des interactions productives. Il est indispensable de développer des systèmes de communication efficaces et adaptés à la tâche pour supporter la collaboration. Bien que l'élaboration d'un accord puisse paraître plus efficiente dans une situation orale que dans une situation écrite, le passage à l'écrit donne la possibilité à l'apprenant d'avoir une attitude réflexive par rapport à la situation de communication. (Crinon, 2010, p.17) exprime parfaitement ce bénéfice sur le plan cognitif : « *Communiquer par écrit signifie qu'on ne bénéficie pas de la rétroaction immédiate de son interlocuteur et de la régulation que constituent ses réactions et ses questions éventuelles. L'écrit induit donc un effort cognitif supplémentaire pour*

expliquer ses références hors de la situation d'énonciation, pour construire avec des mots le monde de référence lui-même. » Lors de la communication écrite, les coûts de production et de formulation du message sont évidemment plus élevés. Dans la mesure où les tâches portent sur l'argumentation, les environnements d'apprentissage collaboratif à distance privilégient les outils basés sur une communication écrite comme le forum de discussion.

Sur le plan organisationnel, cet outil asynchrone se structure généralement sur deux niveaux : les sujets et les messages. Le premier niveau de lecture est constitué par une liste des sujets édités autour de thèmes précis ou de questions spécifiques. Les messages affichés dans l'ordre chronologique à l'intérieur des sujets constituent le second niveau de lecture du forum. L'espace de communication se structure donc progressivement en subdivisant en sous-espaces au gré de l'évolution de la conversation. Pour (Weinberger *et al.*, 2005) et (Brooks et Jeong, 2006), la structuration par fils de discussion se révèle d'ailleurs être une voie intéressante pour étayer une tâche argumentative. Ces différents auteurs mettent ainsi en évidence que l'implémentation de fils de discussion au sein d'un forum permet de favoriser l'émergence d'un débat et d'interactions propices au partage de points de vue entre apprenants. Cette démarche constitue en quelque sorte une modalité de guidance permettant aux étudiants de se focaliser sur les points importants de la discussion à initier et évite par la même occasion que les apprenants ne s'écartent de la tâche proposée. Cette organisation offre la possibilité de faire apparaître rapidement les différentes relations établies entre les messages (questions, réponses, demandes, précisions, etc.).

Au niveau du contenu des échanges, (Erkens et Janssen, 2008) ainsi que (Dillenbourg *et al.*, 2007) mettent clairement en avant que le développement de compétences dans ces espaces de discussion est lié à l'émergence d'échanges élaborés qui s'appuient sur une argumentation et une mobilisation des concepts issus du contenu du cours. Ces résultats confirment les conclusions de (Tapiero, 2007) qui mentionnent que la production d'un texte argumenté, c'est-à-dire dont les idées s'enchaînent correctement, est liée positivement à la compréhension du domaine de ce dernier dans la mesure où les articulations logiques facilitent l'ancrage des connaissances. Selon le principe de transactivité, cette démarche se renforce dans le sens où une participation régulière indique une prise en compte de l'intervention des partenaires et un travail en fonction de l'évolution de la production collective (Quintin et Masperi, 2006). L'espace de communication se révèle être un outil particulièrement

adapté pour recueillir les avis divergents des apprenants et résoudre un problème ouvert (Depover, De Lièvre et Temperman, 2006). Dans celui-ci, le niveau d'engagement peut cependant être modulé par le profil initial des apprenants (De Lièvre, Temperman, Decamps et Depover, 2009) quand on s'intéresse aux styles d'apprentissage liés à la dimension sociale de l'apprentissage (Grasha, 1996).

Enfin, plusieurs études mentionnent que les apprenants peuvent parfaitement adapter l'outil de communication en fonction de la tâche à réaliser. Par exemple, (Temperman, De Lièvre et Depover, 2009) observent qu'une tâche centrée sur la négociation d'un avis commun entraîne les étudiants contraints à l'usage du forum à adopter une communication synchrone. En nous référant aux travaux de (Rabardel, 1995), nous pouvons considérer que les logiques d'usage mènent parfois à des adaptations des fonctionnalités offertes au départ par l'outil et divergent de celles auxquelles les concepteurs avaient songé. Pour réaliser l'activité qui demande de se mettre d'accord, une communication en direct paraît plus adaptée aux apprenants auxquels le forum a été imposé. Quand il le faut, les apprenants parviennent donc à compenser les limites de l'outil. Lors de l'activité collaborative, ils prennent l'option de le détourner afin qu'il puisse répondre à leurs besoins et à leurs priorités dans la mise en œuvre de la communication.

3. Usages pédagogiques des outils de structuration

Parallèlement aux espaces de communication, il importe de mettre à disposition des espaces capables de soutenir le processus d'organisation des connaissances et de contribuer à l'élaboration d'un produit collaboratif. La mise à disposition d'un espace de structuration se justifie d'un point de vue constructiviste par le besoin de manipuler des nouvelles représentations (chaînes argumentatives, liens établis entre les connaissances...) en vue d'externaliser celles-ci et, de la sorte, élaborer de nouvelles connaissances (Perkins, 1995).

Différents outils basés sur une logique de partage et de structuration peuvent ainsi être intégrés dans l'environnement d'apprentissage. Ces outils sont susceptibles d'amener les apprenants à adopter des stratégies d'écriture collaborative qui les amènent à écrire à plusieurs mains lors de chaque étape du projet. Un examen théorique de la littérature (Brodahl et Hansen, 2014)(De Wever *et al.*, 2015) montre que les études empiriques relatives aux espaces de structuration se sont essentiellement centrées sur les effets et les usages du wiki, lequel induit une modalité de travail

asynchrone. Ces recherches tendent à mettre en évidence un bénéfice de leur usage en termes d'apprentissage. Une étude comparative menée par (Neumann et Hood, 2009) montre ainsi que les étudiants qui ont pu disposer d'un wiki s'engagent davantage dans la tâche comparativement à des étudiants ne disposant pas de l'outil d'écriture à plusieurs mains. (Mak et Coniam, 2008) mettent également en évidence un impact positif du wiki sur l'apprentissage. Leur analyse qualitative comparative des contributions entre une situation d'écriture mobilisant un wiki et une autre sans le support de l'outil indique que les étudiants aboutissent à une production de meilleure qualité quand ils disposent de l'outil, à condition qu'ils adoptent une stratégie collaborative. À partir d'un plan expérimental de type prétest/posttest, (Wichadee, 2010) observe que les étudiants progressent significativement dans l'apprentissage d'une seconde langue à la suite de leur activité dans le wiki. L'analyse du processus montre que la lecture et les modifications opérées sur les contributions des pairs pour améliorer la production rentrent en ligne de compte pour expliquer cette évolution positive.

En termes de perceptions, les apprenants ont généralement une opinion positive de l'outil concernant son apport dans le travail collaboratif et à la qualité de celui-ci (Elgort, Smith et Toland, 2008) (Temperman, De Lièvre et Lenz, 2009). Ces derniers auteurs mettent également en évidence que le wiki est particulièrement adapté pour une tâche de synthèse. Lors de l'intégration de l'outil de mise en commun des travaux individuels, l'analyse de l'opinion des utilisateurs montre qu'ils le jugent très positivement comme moyen de structuration. Ils ont toutefois une perception négative des fonctionnalités de suivi comme l'historique, qui s'avère difficile à utiliser pour visualiser les changements récents dans l'environnement d'édition. Cette observation peut s'expliquer par le fait qu'il s'agissait pour les apprenants d'une première expérience avec un outil d'écriture à plusieurs mains. Il apparaît donc important de guider la découverte de ces environnements à l'aide de tutoriels ou de manipulations préalables à la tâche d'apprentissage. Dans cette même étude, les analyses au niveau du processus montrent également la complémentarité indispensable du wiki avec un outil de communication permettant de coordonner l'activité collaborative dans l'espace de travail. Leur observation est cohérente avec l'étude de (Dillenbourg et Traum, 2006). Ces auteurs montrent que les apprenants utilisent de manière complémentaire l'outil de structuration à leur disposition (un tableau blanc) et l'outil de communication (chat) en fonction du type

d'informations qu'ils souhaitent partager. Ils utilisent davantage le tableau blanc pour échanger des informations qui peuvent correspondre à des inférences issues de leur traitement de l'information, et la messagerie instantanée pour des informations plus explicites. À l'occasion d'une étude exploratoire, (Elgort, Smith et Toland, 2008) rapportent que les étudiants estiment qu'un espace de type wiki favorise l'organisation de l'information ainsi que le partage des connaissances. Ils indiquent par ailleurs que l'outil favorise la responsabilisation et la participation de l'ensemble des membres du groupe. Pour les enseignants, l'outil facilite l'identification des apports de chacun à la résolution de la tâche proposée, objectivable à partir de l'exploitation des traces informatiques.

D'autres études apportent des informations relatives aux conditions d'intégration du wiki. (Wang *et al.*, 2005) observent ainsi dans un contexte d'apprentissage des langues que les étudiants qui éditent de manière importante dans le wiki aboutissent à des résultats moins élevés. Pour expliquer ce résultat, les auteurs avancent comme hypothèse que l'outil de structuration doit être lié aux objectifs fixés par le cours et à la nature de la tâche proposée. Ce résultat corrobore l'étude de (Bower, Woo, Roberts et Watters, 2006) qui montre, sur la base du déploiement de wikis dans deux contextes différents (projet vs jeu de questions-réponses), que les apprenants ont une perception plus positive de son usage quand l'outil est mobilisé pour réaliser une tâche authentique dans le cadre d'un développement de projet de groupe. De manière concordante, (De Wever *et al.*, 2015) mettent en avant que le potentiel du wiki est lié à la présence d'un script qui structure la collaboration dans l'espace d'édition. Les étudiants bénéficiant d'un script de collaboration ont ainsi un degré de responsabilité partagée perçue plus élevée que ceux n'en disposant pas. (Raman, Ryan et Olfman, 2005) ainsi que (Engstrom et Jewett, 2005) montrent également que l'usage d'un wiki dans un contexte réel nécessite une formation préalable des apprenants pour que ceux-ci puissent en retirer des bénéfices en matière d'apprentissage. Lors de l'examen de la relation entre le processus et l'activité dans le wiki objectivée par le nombre de modifications réalisées, (Laru, Näykki et Järvelä, 2012) montrent que l'usage d'un wiki pour réaliser différentes tâches d'écriture a un effet significatif sur les progrès individuels dans le développement des compétences ciblées.

Concernant les outils permettant également l'écriture collaborative synchrone comme les services Etherpad (Greenspan, Aaron et Zamfirescu-Pereira, 2009) ou Google Drive, peu d'études sont disponibles

dans la littérature en termes d'analyse d'usages. À partir d'une étude par questionnaires, (Brodahl et Hansen, 2014) mettent en avant l'importance d'offrir aux apprenants des espaces de communication pour échanger à propos du contenu de la production et pour coordonner le processus d'écriture.

À partir de cet examen théorique de la littérature, nous pouvons mettre en avant que les résultats de ces différentes études relatives à l'usage des outils de structuration dans un contexte d'apprentissage concordent avec le modèle d'acceptabilité d'un outil technologique (Tricot *et al.*, 2003). L'utilité et l'utilisabilité perçues constituent en effet des variables-clefs à prendre en compte lors de la sélection d'outils de structuration comme le wiki dans un environnement d'apprentissage collaboratif. L'utilisabilité du wiki est probablement moins évidente qu'un outil de communication comme le forum ou le chat, par le simple fait que son usage est moins fréquent en dehors du contexte académique. En ce qui concerne l'utilité, les études de (Wang *et al.*, 2005) et (Bower *et al.*, 2006) tendent à montrer que la pertinence de l'outil est plutôt liée à la nature des compétences à développer.

Notre revue de la littérature permet en outre de mettre en évidence que peu d'études en contexte réel d'apprentissage ont investigué la question de l'usage combiné des outils de communication et de structuration sur l'apprentissage, cette absence peut s'expliquer sans doute par la récence de la diffusion et de l'utilisation de ces technologies d'édition collaborative. Il nous semble donc pertinent de traiter cette problématique en apportant quelques éléments de réponse aux effets d'interaction entre un outil permettant de structurer à la fois les connaissances de manière synchrone ou asynchrone et un outil de communication comme le forum de discussion. Cette interrogation nous a conduits à développer et évaluer un environnement d'apprentissage organisant l'activité collaborative à partir d'un Etherpad et d'un forum de discussion.

À partir de cet examen théorique de la littérature, nous formulons deux hypothèses de départ. La première est que les tâches d'élaboration à l'aide des outils de communication et de structuration facilitent le développement de compétences en conceptualisation et en analyse. La seconde est que l'exploitation des traces dans ces espaces doit permettre d'expliquer en partie ce développement de compétences.

4. L'environnement d'apprentissage collaboratif

Le contexte de notre étude est celui de travaux pratiques organisés à distance pour des étudiants universitaires dans le cadre d'un cours d'introduction à la pédagogie. Le scénario d'apprentissage se compose de deux tâches collaboratives distinctes : une tâche de conceptualisation organisée sur quatre semaines et une activité d'analyse se déroulant sur trois semaines.

Durant la tâche de conceptualisation, les apprenants réalisent des comparaisons, avec des liens d'opposition ou de similitude, entre les différents concepts théoriques du cours. Cette activité de conceptualisation se structure en trois sous-tâches. Chacune d'entre elles se décompose en huit énoncés. La première sous-tâche (T1) des étudiants constitue un problème fermé, car les liens d'opposition ou de similitude sont déjà explicités. Ils doivent alors retrouver les deux concepts du cours associés dans ces comparaisons (par exemple : identifier deux concepts qui s'opposent en termes d'évaluation). À l'occasion de la deuxième sous-tâche (T2), ils continuent à être guidés par la mise à disposition des concepts appropriés à une comparaison. Ils sont alors amenés à les comparer afin d'en dégager les points communs et les différences (par exemple : comparer le raisonnement inductif et le raisonnement déductif). La dernière sous-tâche (T3) leur demande d'identifier eux-mêmes d'autres concepts associés qu'ils devront à leur tour comparer (consigne donnée aux étudiants : trouver d'autres associations pertinentes à comparer dans le glossaire du cours).

La tâche d'analyse demande d'identifier ces concepts dans trois études de cas et de justifier leurs choix. Elle s'articule en trois sous-tâches qui se déclinent en quinze énoncés chacune. Pour la réalisation de la première tâche (T4), l'identification est facilitée par une mise en évidence de passages pertinents dans la première étude de cas (surlignements en couleurs). Les étudiants doivent alors seulement identifier les concepts se trouvant dans les phrases surlignées dans la première situation de classe. À l'occasion de la deuxième tâche (T5), la démarche de recherche s'inverse : les concepts sont imposés et les étudiants sont amenés à retrouver les phrases qui y sont associées. Lors de la troisième tâche (T6), c'est à eux de déterminer et de situer les concepts les plus pertinents mis en œuvre.

Lors de la réalisation des deux tâches (conceptualisation et analyse), les apprenants évoluent de la pensée convergente vers la pensée divergente. Elles les amènent en effet à traiter dans un premier temps un problème

fermé et par la suite des problèmes de plus en plus ouverts. Chaque groupe collaboratif se compose de 5 étudiants. Afin d'assurer le travail collaboratif, les étudiants bénéficient dans l'environnement d'apprentissage mis en place sur la plate-forme « Moodle » d'un forum de discussion et d'un Etherpad.

Le forum, structuré par « arborescence », développe une hiérarchie selon laquelle chaque message est vu par les utilisateurs comme une réponse à un message précédemment posté, ce qui donne lieu à plusieurs niveaux de réponses. Au départ, l'espace de communication est vide de contenu. Les étudiants ont donc l'opportunité de structurer librement leur forum en créant de nouveaux fils de discussion en fonction de l'organisation qu'ils choisissent pour traiter les différents problèmes.

L'Etherpad est un éditeur de texte qui permet aux utilisateurs de mettre à jour simultanément un document, et fournit un historique sous la forme de « ligne du temps », ce qui rend possible l'observation de l'évolution d'un document. L'espace d'édition permet également d'identifier la contribution de chaque auteur par un surlignement de couleur différente (voir figure 1). Parallèlement à la zone d'édition, les utilisateurs disposent d'une zone de chat permettant d'interagir de manière synchrone avec les différents membres du groupe qui visualisent le texte. D'un point de vue pédagogique, l'Etherpad est préstructuré par l'enseignant avec les énoncés des situations problèmes posés de manière à guider le processus de recherche des apprenants (voir description des tâches proposées). Les énoncés ont été écrits directement dans l'Etherpad afin que les étudiants puissent facilement s'y familiariser et y formuler leurs solutions. Enfin, une consigne précise aux apprenants d'utiliser l'environnement d'apprentissage mis à leur disposition tout en mentionnant que l'évaluation de ce travail pratique portera à la fois sur la qualité des échanges qui auront lieu dans le forum et sur les différentes productions attendues dans l'Etherpad.

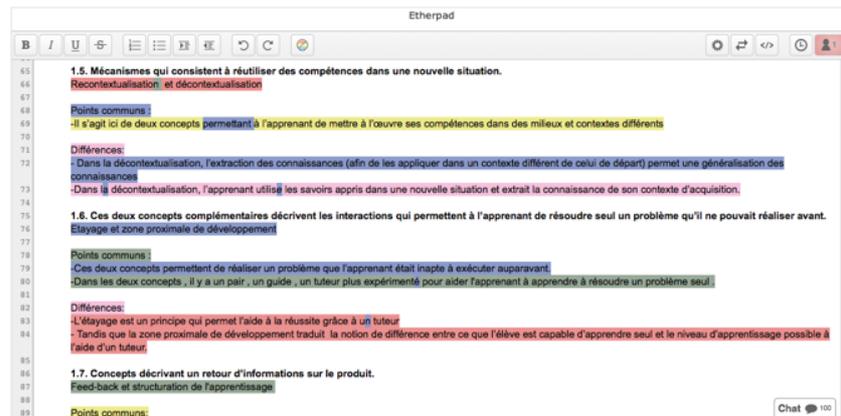


Figure 1 • Etherpad d'une équipe

En termes d'encadrement, les étudiants ont l'opportunité de poser leurs questions à un tuteur en publiant un message dans leur forum d'équipe via un fil de discussion dédié. Ce mode d'intervention tutorale peut être qualifié de réactif (De Lièvre, Depover et Dillenbourg, 2006).

5. Méthodologie

L'échantillon considéré se compose de 160 apprenants (N=160) répartis dans 32 groupes collaboratifs (5 membres par groupe). Les individus ont été intégrés de manière aléatoire dans ces différents groupes.

Avec la mise en oeuvre d'un environnement collaboratif, on peut évidemment espérer améliorer la qualité de l'apprentissage individuel à partir d'interactions productives entre les individus. Il importe donc également d'évaluer la valeur ajoutée du dispositif en termes de développement de compétences. Nous allons par conséquent consacrer une première partie de notre analyse à la progression des apprenants dans la maîtrise des deux compétences ciblées. Pour apprécier les effets au niveau des performances individuelles, nous avons eu recours à un plan d'observations qui s'appuie sur un prétest et un posttest équivalents, évaluant le niveau des individus en ce qui concerne leurs compétences de conceptualisation et d'analyse. Ce dispositif « pré-post » nous donne ainsi la possibilité de calculer un gain relatif. Cette évaluation du gain réel pondéré par le gain maximum qui est possible permet de mesurer l'efficacité intrinsèque du dispositif. Le tableau 1 présente les deux formules à considérer en fonction de la comparaison préalable entre le prétest et le posttest. Le calcul du gain relatif est possible à la condition

que le score au prétest soit inférieur ou égal au score du posttest. Si le score au prétest est supérieur au posttest, alors il convient de calculer une perte relative.

Tableau 1 • Formules pour évaluer la progression individuelle

Si	Alors
Post \geq Pré	Gain = $100 \times \frac{\text{Post} - \text{Pré}}{\text{Max} - \text{Pré}}$
Post < Pré	Perte = $100 \times \frac{\text{Post} - \text{Pré}}{\text{Pré}}$

De manière à disposer d'un outil d'évaluation fiable, nous avons évalué le pouvoir discriminant des questions, en utilisant un coefficient de corrélation entre le score obtenu à l'item et le score total obtenu au test. Le score obtenu à une question à choix multiples étant une variable dichotomique (la note est 0 ou 1), on utilise un coefficient de corrélation r point biserial. Pour satisfaire à cette analyse, les questions doivent obtenir une corrélation supérieure ou égale à 0,4 (Laveault et Grégoire, 2002). À la suite de cette procédure, nous avons retenu huit items sur les 10 items initiaux pour la partie conceptualisation et quatorze items sur les 20 items proposés au départ pour la partie analytique.

Pour ce qui est des variables du processus, nous exploitons les traces d'activités dans le forum de discussion et dans l'Etherpad laissées par les apprenants au cours de la réalisation des tâches. D'un point de vue informatique, nous avons récupéré les traces d'activités dans le forum à partir de requêtes dans la base de données SQL pour une exportation des données obtenues dans un tableur. Pour l'etherpad, nous avons utilisé l'historique disponible dans l'espace d'édition de chaque équipe.

En ce qui concerne l'usage du forum de discussion, nous avons pris en considération différents indicateurs complémentaires susceptibles d'influencer la progression des apprenants. Nous nous appuyons ainsi sur l'implication et sur l'assiduité des apprenants dans les échanges (Jaillet, 2005). L'assiduité des apprenants correspond au nombre total de jours durant lesquels un message au moins a été déposé par l'étudiant (Quintin,

2008). Cet indicateur est exprimé en pourcentages. L'indice de collaboration est obtenu à partir du degré d'interactivité, en référence à (Quintin et Masperi, 2006, p.20) qui déterminent « *qu'il y a interaction lorsque, dans l'élaboration du discours commun, un locuteur tient compte d'un message précédent pour élaborer son intervention* ». Nous avons donc considéré une variable permettant de rendre compte de la façon dont les étudiants se répondent les uns aux autres. Pour décrire cette interactivité, nous utilisons le nombre de messages en réponse à des messages antérieurement postés par d'autres membres. Le nombre moyen de réponses fournies par membre nous a permis d'évaluer la proportion des réponses par rapport aux autres membres de l'équipe. Cette « interactivité par rapport au groupe » permet d'objectiver l'implication effective de l'apprenant en relation avec l'engagement global de ses partenaires. Pour apprécier l'équilibre de l'engagement, nous avons eu recours à un coefficient de Gini afin de comparer les inégalités de distributions entre les groupes. Ce coefficient de concentration est une mesure d'inégalité de la distribution associée à la courbe de Lorenz. Prenons l'exemple au niveau de la participation (nombre de messages). Pour chaque groupe, la déviation de chaque membre par rapport à une participation égale est calculée. La somme est ensuite divisée par la déviation maximale possible de cette valeur. Le coefficient de Gini peut prendre une valeur de 0 (si tous les étudiants postent le même nombre de messages) à 1 (si un étudiant poste tous les messages alors que ses partenaires n'en postent aucun). Si une moitié du groupe ne poste pas de messages et l'autre poste tous les messages, l'indice de Gini sera égal à .50. Un coefficient de Gini faible (proche de 0) correspond donc à un groupe où il y a un équilibre des échanges. À l'inverse, un coefficient de Gini élevé pourra être associé à un groupe où les comportements sont plutôt asymétriques. Dans le cadre de notre étude, nous avons fait le choix d'utiliser cet indice, car il permet de comparer l'inégalité de distributions sur des échelles différentes (Janssen et al., 2011). Le coefficient de Gini (G_i) se calcule à l'aide de la formule décrite à la figure 2 où n est le nombre d'individus, y est la variable associée à chaque individu pour i allant de 1 à n .

$$G_i = \frac{2 \sum_{i=1}^n iy_i}{n \sum_{i=1}^n y_i} - \frac{n+1}{n}$$

Figure 2 • Calcul du coefficient de gini

Parallèlement à ces informations quantitatives, nous avons réalisé une analyse de contenu en prenant en compte deux variables lexicométriques. La première détermine le nombre de concepts différents du cours utilisés dans les messages qui permet d'objectiver la couverture du domaine de connaissances par les apprenants. Afin d'analyser l'argumentation qui prend place dans les interactions, nous avons utilisé la même procédure afin de comptabiliser le nombre d'occurrences de certains mots charnières argumentatifs. Ces mots correspondent à une relation de causalité (par exemple: parce que), de conséquence (par exemple: donc), d'opposition (par exemple: mais) et d'addition (par exemple: de plus). Le recueil des traces issues du forum de discussion a été envisagé à l'aide d'une requête sur la base de données SQL et l'importation de ces données dans une feuille de calcul sous Excel (Konstantidinis et Grafton, 2013). L'intégration des données brutes dans un tableur nous donne ainsi la possibilité à l'aide de différentes macros d'obtenir nos différentes variables relatives au processus d'apprentissage de manière automatique.

Concernant l'usage de l'Etherpad, nous avons également pris en compte des indicateurs d'assiduité et d'implication. L'assiduité à l'Etherpad a été évaluée à l'aide de l'historique des modifications. Elle a été obtenue en calculant la différence entre la dernière date de modification et celle où il a été modifié au niveau de son contenu. Les essais réalisés par les étudiants pour tester l'outil de structuration n'ont pas été pris en compte. La variable utilisée peut être définie comme le nombre de jours pendant lesquels l'Etherpad a été utilisé. Compte tenu de la nature des traces recueillies, nous avons calculé cette variable au niveau du groupe. Afin d'évaluer le niveau d'implication, nous avons calculé les pourcentages de contribution entre les membres du groupe dans l'éditeur de texte. Au niveau des échanges synchrones, nous avons comptabilisé le nombre de messages dans le chat proposé dans l'espace d'édition. Complémentairement, nous avons d'un point de vue quantitatif considéré un indice de collaboration à partir des traces des surlignements colorés permettant d'identifier les contributions individuelles des apprenants. Afin de nous assurer qu'ils ont effectivement collaboré, nous avons observé le nombre d'énoncés édités par deux collaborateurs ou plus. Un énoncé comportant au moins deux couleurs peut ainsi être caractérisé comme «collaboratif». Ce nombre d'énoncés édités de manière collaborative varie de 0 à 24 pour la tâche de conceptualisation et de 0 à 45 pour la tâche d'analyse. Afin d'établir un indice de

collaboration comparable, nous avons converti ce nombre d'énoncés en pourcentages. Sur le plan qualitatif, nous avons également observé à partir d'une analyse lexicométrique la couverture du contenu dans l'Etherpad et le degré d'argumentation par individu.

En nous appuyant sur l'ensemble des variables que nous venons de décrire (progression et processus), nous apporterons des éléments de réponse aux trois questions de recherche suivantes en lien avec nos deux hypothèses de départ. La première question est en lien avec notre première hypothèse. La deuxième question et la troisième question sont liées à notre deuxième hypothèse.

Question 1: Quelle est la progression des apprenants dans la maîtrise des deux compétences ciblées ?

Question 2 : Comment les apprenants utilisent-ils l'Etherpad et le forum de discussion mis à leur disposition dans l'environnement d'apprentissage ?

Question 3 : Quelles sont les variables issues du processus d'apprentissage dans le forum de discussion et dans l'éditeur de texte qui expliquent le développement des deux compétences ?

D'un point de vue statistique, les unités d'observation considérées dans notre étude portent à la fois sur l'apprenant individuel et considèrent également les groupes collaboratifs dans lesquels chaque apprenant évolue et apprend. Dans notre contexte, l'usage de modèles multiniveaux se justifie par le fait que le processus de chaque individu n'est pas indépendant lors d'une situation d'apprentissage collaboratif (Janssen *et al.*, 2011). Il existe en effet une importante source de variation liée au groupe qui s'explique par l'effet de l'influence mutuelle des apprenants qui collaborent. Cet effet du groupe rejette le postulat « *toute chose étant égale par ailleurs* » permettant d'appliquer des procédures statistiques avec estimation par les moindres carrés ordinaires (MCO) comme l'analyse de variance et la régression multiple. L'application de ces techniques MCO dans une structure hiérarchisée induit alors des résultats statistiques erronés. Par exemple, on peut prévoir que des étudiants qui se retrouvent dans un groupe avec des partenaires très actifs seront également stimulés à participer davantage. À l'inverse, les étudiants amenés à travailler dans un groupe moins participatif auront davantage tendance à moins s'engager dans l'activité collaborative en raison d'un mécanisme de comparaison sociale (Michinov et Primois, 2005). Afin de

contourner ce problème d'influence mutuelle, nous avons fait le choix d'utiliser une approche statistique multiniveaux à l'aide du logiciel HLM pour traiter les différentes données recueillies dans l'environnement d'apprentissage (Janssen et al., 2011).

6. Résultats

Pour répondre à nos deux premières questions de recherche, nous nous appuyons sur trois indicateurs complémentaires : la moyenne, le coefficient de variation qui correspond au rapport entre l'écart-type et la moyenne ainsi que le coefficient de corrélation intraclasse. Ce dernier coefficient permet d'apprécier le niveau de variabilité entre les groupes. Il correspond à la dépendance des scores entre les individus d'un même groupe et donne par conséquent une estimation du degré de « ressemblance » des élèves au sein des groupes collaboratifs. D'un point de vue statistique, il correspond au pourcentage de la variance qui est attribuée au groupe (deuxième niveau). Il s'obtient à partir du rapport entre la variance inter-groupe et la variance totale (variance inter-groupe + variance intra-groupe). Par rapport à cet indice, (Bressoux, 2010) considère que la dépendance par rapport au groupe est faible sous le seuil de .05.

6.1. Question 1: Quelle est la progression des apprenants dans la maîtrise des deux compétences ciblées à la suite de la réalisation dans l'environnement d'apprentissage ?

La première question a pour objet d'évaluer le gain d'apprentissage au terme de la séquence pédagogique. L'examen du tableau 2 met tout d'abord en évidence l'utilité de l'apprentissage dans la mesure où les résultats au prétest sont faibles (conceptualisation = 16,25 % et analyse = 22,01 %). Concernant le développement des compétences, nous observons ainsi que les apprenants ont une progression moyenne de 29,63 % en conceptualisation et de 46,34 % en analyse. Une analyse de variance à mesures répétées entre le prétest et le posttest met en évidence un développement significatif de la compétence de conceptualisation ($F = 276,37$; $p = 0,000$) et de la compétence d'analyse ($F = 363,41$; $p = 0,000$).

Tableau 2 • Statistiques descriptives : progression des apprenants

	Conceptualisation	Analyse
Pré-test	16,25 %	22,01%
Post-test	42,42 %	59,69 %
Gain relatif	29,63 %	46,34 %
Taille d'effet	1,55	1,98
CV pré-test	0,75	0,68
CV posttest	0,51	0,38
Coef Intra-classe	0,05	0,00

Avec le calcul d'un gain relatif, nous observons que les apprenants progressent de manière plus importante ($F = 38,666$; $p = 0,000$) en analyse (46,34 %) qu'en conceptualisation (29,63 %). Il y a une différence de 16,71 % en faveur de l'analyse. En nous référant à (D'Hainaut, 1975), un gain relatif supérieur à 30 % peut être considéré comme une progression importante dans un dispositif de formation. Si on se réfère à (Hattie, 2009), cela correspond environ à une taille d'effet supérieur à 1. Ce développement significatif de compétences de haut niveau chez les apprenants, observé sur une période courte et avec un tutorat en mode réactif nous amène à penser que cette organisation se révèle plutôt efficace sur le plan pédagogique. Nous devons toutefois rester prudents par rapport à ces gains dans la mesure où nous ne pouvons imputer ces bénéfices au dispositif en l'absence d'un groupe contrôle.

En termes de dispersion, la lecture des coefficients de variation (CV) indique clairement que la variabilité des scores diminue entre le prétest et le posttest. Elle baisse de 24 % pour la partie conceptualisation (passant de 0,75 à 0,51) et de 30 % pour la compétence d'analyse (passant de 0,68 à 0,38). Les apprenants obtiennent des résultats plus homogènes au posttest qu'au prétest. Parallèlement à l'efficacité intrinsèque du dispositif, nous pouvons donc mettre en avant que le dispositif a également un effet positif sur l'équité. Il y a donc un plus grand partage de compétences liées à la conceptualisation et à l'analyse au terme de l'apprentissage.

Enfin, nous constatons à partir des coefficients intraclasse qu'environ 5 % de la variance du gain en conceptualisation dépend du groupe auquel l'apprenant appartient alors que le développement de la compétence d'analyse n'est pas du tout liée à l'appartenance à un groupe particulier ($C_i = 0,00$). La nature de la tâche semble donc moduler l'influence du groupe sur la progression individuelle.

6.2. Question 2 : Comment les apprenants utilisent-ils le forum de discussion et l'Etherpad mis à disposition dans leur environnement d'apprentissage ?

Pour évaluer l'activité dans les deux espaces de travail (communication et structuration), nous présentons dans un premier temps les données relatives à l'usage de l'espace de communication et dans un deuxième temps celles portant sur l'activité dans l'espace de structuration.

6.2.1. Activités dans l'espace de communication

L'examen du tableau 3 permet de se rendre compte de l'usage du forum lors des deux tâches proposées dans l'environnement d'apprentissage : une tâche de conceptualisation et une tâche d'analyse. Quand la ligne est grisée, cela signifie que les statistiques concernent le groupe et non l'individu. Dans ce cas, le coefficient intraclasse n'est pas à considérer.

Au niveau de l'assiduité du forum, nous observons une relative stabilité entre la tâche de conceptualisation (Moy = 39,28 %) et la tâche d'analyse (Moy = 40,95 %). En ce qui concerne l'implication, on constate que les apprenants s'impliquent davantage lors de la seconde activité. En effet, lors de l'activité 1, ils ont écrit en moyenne 33,30 messages. Lors de la tâche d'analyse, ces nombres augmentent. Les apprenants produisent en moyenne 31 % de messages de plus (Moyenne passant de 33,30 à 43,50). L'analyse du contenu portant sur les mots-clés argumentatifs et les concepts du cours confirme cette différence au niveau de l'implication. On constate que les étudiants utilisent, lors de la deuxième tâche, en moyenne 21 % de mots argumentatifs en plus ($F = 4,731$; $p = 0,037$). En moyenne, ils utilisent 41,10 concepts différents lors de l'activité 1 contre 43,70 lors de l'activité 2. L'examen des coefficients de Gini indique un équilibre dans les échanges au sein des groupes restreints lors de la tâche de conceptualisation (coef de Gini moyen = 0,25) et lors de la tâche

d'analyse (coef de Gini moyen = 0,27). Nous pensons que la structuration du scénario peut expliquer cet engagement homogène dans la discussion. Nous observons également que la couverture du contenu est identique, quelle que soit la nature de l'activité. Lors de la tâche de conceptualisation, il est intéressant d'observer la relation significative entre l'équilibre des échanges et la couverture conceptuelle du groupe ($r = -0,455$; $p = 0,000$). Un traitement plus large du contenu proposé semble donc lié à une homogénéité des échanges dans l'espace de communication.

Tableau 3 · Statistiques descriptives relatives à l'usage du forum de discussion

(Moy = Moyenne , CV = coefficient de variation,
CI = coefficient intra-classe)

	Tâche de conceptualisation			Tâche d'analyse		
	Moy	CV	CI	Moy	CV	CI
Niveau d'assiduité (%)	39,28	0,38	0,28	40,95	0,45	0,41
Nombre total de messages	33,30	0,62	0,45	43,50	0,97	0,54
Degré de couverture conceptuelle	41,10	0,32	0,47	43,70	0,20	0,12
Degré d'argumentation	60,30	0,72	0,28	73,00	0,95	0,32
Indice de collaboration	12,90	0,47	0,00	11,90	0,55	0,01
Equilibre des contributions (Gini)	0,25	0,41		0,27	0,41	

L'examen des différents coefficients intraclassés est également instructif. Il montre que le degré de participation entre les apprenants varie en fonction de l'appartenance à un groupe spécifique, quelle que soit la tâche proposée. Nous observons ainsi que le nombre total de messages, le degré d'assiduité, le degré d'argumentation et le degré de

couverture conceptuelle sont clairement dépendants du groupe. Notons toutefois que la tâche d'analyse atténue cette dépendance en ce qui concerne la couverture du contenu. Si la quantité d'informations partagées varie en fonction du groupe, nous pouvons également observer que le degré de collaboration n'est nullement lié à celui-ci. À la lecture de ces différents résultats, nous pouvons estimer que l'activité des apprenants dans le forum est relativement importante (le niveau d'assiduité est proche de 40 %) quelle que soit la nature de l'activité envisagée. Cette activité reste relativement stable au cours de la séquence pédagogique.

6.2.2. Activités dans l'espace de structuration

Intéressons-nous à présent aux usages de l'éditeur collaboratif de texte. Le tableau 4 reprend les différentes variables retenues pour objectiver son utilisation au cours des deux activités. Au niveau de l'implication, on remarque que les étudiants s'impliquent de manière plus homogène dans l'Etherpad (coef de Gini moyen pour la conceptualisation = 0,16 et coef de Gini moyen pour l'analyse = 0,18) que dans le forum. Lors de la tâche de conceptualisation, nous mettons en évidence une corrélation à la limite de la significativité entre l'équilibre de l'engagement et la couverture conceptuelle ($r = -0,339$; $p = 0,057$). Cette observation concorde avec le lien similaire obtenu dans le forum pour la même tâche. On peut considérer qu'un partage équilibré entraîne un traitement plus approfondi du contenu à maîtriser. Nous observons par ailleurs que les indices de collaboration sont peu élevés lors des deux tâches. Cela signifie que les apprenants ont davantage adopté une logique coopérative pour éditer la synthèse de leur groupe et privilégié une démarche de type où chaque apprenant contribue de manière indépendante à la production du groupe. Concernant ce degré de collaboration, il apparaît toutefois significativement plus important ($F = 7,377$; $p = 0,011$) lors de la tâche de conceptualisation (20,70 %) que lors de la tâche d'analyse (12,56 %). Une dynamique collaborative différente dans la zone d'édition partagée peut donc apparaître en fonction de la nature de la tâche. Ce résultat est cohérent avec les résultats de (De Wever *et al.*, 2015) qui soulignent l'importance de réfléchir au type de tâche proposée aux apprenants avec les outils d'écriture collaborative et à la manière de les intégrer dans un scénario pédagogique.

**Tableau 4 · Statistiques descriptives relatives à l’usage de
l’Etherpad**

(Moy = Moyenne, CV = coefficient de variation,
CI = coefficient intra-classe)

	Tâche de conceptualisation			Tâche d’analyse		
	Moy	CV	CI	Moy	CV	CI
Niveau d’assiduité (%)	38,39	0,66		31,38	0,65	
Equilibre des contributions (Gini)	0,16	0,56		0,18	0,58	
Degré de couverture conceptuelle	15,00	0,38	0,31	15,80	0,38	0,44
Degré d’ argumentation	16,20	0,72	0,40	17,00	0,68	0,54
Indice de collaboration (%)	20,70	1,23		12,56	1,87	
Nombre de messages dans le chat	9,30	1,41	0,21	10,80	1,34	0,30

On s’aperçoit également que la messagerie instantanée a été très peu utilisée par les étudiants dans l’espace de structuration. Au regard du coefficient de variation supérieur à 1, nous constatons une très forte hétérogénéité dans l’usage de ce chat disponible dans l’Etherpad qui tend à montrer que des groupes ont fait le choix d’adopter cette modalité d’échanges alors que d’autres n’ont pas privilégié cette possibilité d’interaction simultanée. Les coefficients intraclasses élevés au niveau du nombre de messages lors de la tâche de conceptualisation (Ci = 0,21) et lors de la tâche d’analyse (Ci = 0,30) confirment cette hypothèse.

Comme pour le forum, nous remarquons que la qualité des productions en cours de processus d’apprentissage est tributaire de l’appartenance à un groupe spécifique. Lors de la tâche de conceptualisation, les coefficients intraclasses sont très élevés en ce qui concerne le degré de couverture conceptuelle (Ci = 0,31) et le degré

d'argumentation ($C_i = 0,40$). Lors de l'activité d'analyse, cette situation se renforce aussi bien pour le degré de couverture conceptuelle ($C_i = 0,44$) que pour le degré d'argumentation ($C_i = 0,54$). Il apparaît clairement que la qualité des échanges est étroitement liée à l'appartenance à un groupe particulier.

Voyons à présent les observations issues du processus d'apprentissage qui sont susceptibles d'expliquer le développement des deux compétences ciblées par le dispositif de formation.

6.3. Question 3 : Quelles sont les variables du processus qui expliquent le développement de compétences ?

Afin d'identifier les variables du processus qui peuvent expliquer les gains relatifs au niveau de la performance, nous avons eu recours à une analyse de régression multiniveaux. Cette technique d'analyse permet de mettre en relation une variable prédite avec un ensemble de variables prédictives, où les données sont hiérarchisées. Elle permet de tenir compte du fait que les individus appartiennent simultanément à plusieurs contextes. La variabilité des mesures peut donc être expliquée par les caractéristiques propres à l'individu (niveau 1) ou par celles du groupe (niveau 2). Les variables dépendantes doivent appartenir au premier niveau, car cette analyse vise à expliquer quelque chose qui se passe au niveau le plus bas. Le pouvoir explicatif du modèle (part de variance estimée) peut être évalué en calculant « *l'écart entre la variance estimée par le modèle vide et la variance résiduelle estimée par un modèle plus complet, divisé par la variance estimée par le modèle vide* » (Bressoux, 2010, p. 313).

Afin de déterminer les variables pouvant expliquer le mieux le gain de performance, nous avons calculé la part de variance estimée (pseudo- R^2) pour chaque variable prise isolément. Nous avons alors retenu celles qui étaient les plus pertinentes, significatives ($p \leq 0,05$) ou proches de la significativité ($p = 0,10$) et qui avaient les meilleurs pouvoirs explicatifs pour créer notre modèle, tout en évitant les variables colinéaires.

6.3.1. Modèle explicatif du gain en conceptualisation

La lecture du tableau 5 présente les résultats issus de l'analyse de régression hiérarchique pour identifier les variables qui expliquent le développement de la compétence en conceptualisation. Nous pouvons mettre en avant que le pourcentage de contribution ($\rightarrow = 0,364$; $p = 0,111$) et le degré d'interactivité par rapport au groupe ($\rightarrow = 0,528$; $p = 0,053$)

interagissent positivement avec le nombre de concepts échangés sur le forum ($\rightarrow = 0,083$; $p = 0,012$) et expliquent 10,43 % du gain en conceptualisation. Relevons que cet indice de transactivité (degré de collaboration) est la variable qui a le plus de poids dans l'explication du développement de la compétence.

Tableau 5 · Modèle multiniveau prédictif du gain en conceptualisation

	Variance Inter-groupe	Variance Intra-groupe	Variance Inter-groupe expliquée	Variance Intra-groupe expliquée	Déviance	Variance totale expliquée
Modèle vide	845,16 (95,1%)	43,52 (4,9%)	/	/	1533,14	/
Modèle avec 3 variables prédictives	722,47	73,49	68,87%	14,52 %	1518,96	10,43%
Prédicteurs niveau 1 (individus) Variables liées à la tâche de conceptualisation			Bêta (\square)		p	
Pourcentage de contribution (forum)			0,364		0,111	
Forum - couverture conceptuelle			0,083		0,012	
Indice de collaboration (forum)			0,528		0,053	

6.3.2. Modèle explicatif du gain en analyse

Le tableau 6 montre que quatre variables expliquent 13,06 % de la progression en analyse. Le nombre de concepts différents traités dans le forum ($\square = 0,619$; $p = 0,014$) et le pourcentage de contributions dans l'Etherpad ($\square = 0,811$; $p = 0,039$), lors de l'activité d'analyse, constituent de bons prédicteurs dans la progression en analyse (voir tableau 5). Le pourcentage de contributions sur le forum, lors de l'activité de conceptualisation, semble aussi contribuer à la progression en analyse ($\square = 0,469$; $p = 0,015$). Dans l'environnement d'apprentissage, il apparaît donc que la tâche de conceptualisation contribue à aider les élèves à mieux analyser les situations concrètes. Le score au prétest module ces trois variables du processus ($\square = - 4,971$; $p = 0,039$). Plus les étudiants obtiennent des notes faibles au prétest en analyse, plus ils peuvent espérer progresser dans cette compétence. Le dispositif n'est pas donc neutre et ses

effets interagissent avec les caractéristiques initiales des apprenants. Cette analyse de régression confirme l'effet du dispositif sur l'équité mis en évidence lors de la première question de recherche.

Tableau 6 • Modèle multiniveau prédictif du gain en analyse

	Variance Inter-groupe	Variance Intra-groupe	Variance Inter-groupe expliquée	Variance Intra-groupe expliquée	Déviance	Variance totale expliquée
Modèle vide	1134,44	1,11	/	/	1572,98	/
Modèle avec 4 variables prédictives	984,75	2,54	129%	13,20%	1545,66	13,06 %
Prédicteur niveau 1 (individus) Tâche de conceptualisation			Bêta (□)		p	
Forum - pourcentage de contribution			0,469		0,015	
Prédicteurs niveau 1 (individus) Variables liées à la tâche d'analyse			Bêta (□)		p	
Forum - concepts différents			0,619		0,014	
Etherpad - pourcentage de contribution			0,811		0,039	
Prédicteurs niveau 1 (individus) Score au prétest en analyse			Bêta (□)		p	
Score pré-test en identification			-4,971		0,039	

Enfin, il est logique que nous n'identifions pas de variables au niveau du groupe (niveau 2) dans la mesure où le coefficient intraclasses du gain en analyse est proche de 0.

7. Discussion des résultats

Tout d'abord, nous pouvons mettre en avant que la scénarisation pédagogique qui s'appuie sur un outil de communication et sur un outil de structuration peut avoir un effet positif non seulement sur le niveau de maîtrise en analyse et en conceptualisation, mais également sur la diminution du niveau d'hétérogénéité d'un groupe dont la gestion constitue souvent une difficulté pour les enseignants au premier cycle universitaire. Ce résultat va dans le sens d'un certain nombre d'études qui montrent qu'un outil d'édition collaboratif peut impacter positivement l'apprentissage à condition que celui-ci soit proposé à partir d'un script de

collaboration (De Wever *et al.*, 2015)(Widachee, 2010) et que les deux outils dédiés à la collaboration se révèlent complémentaires (Dillenbourg et Traum, 2006). Tout en restant prudent du fait de l'absence d'un groupe contrôle qui ne bénéficie pas du dispositif, nous pouvons donc confirmer notre première hypothèse liée à l'effet positif d'un environnement collaboratif sur le développement de compétences à la fois en conceptualisation et en analyse.

En ce qui concerne le processus d'apprentissage, notre analyse montre que le degré d'interactivité est plus important dans le forum de discussion que dans l'Etherpad. Si les contributions dans l'éditeur sont symétriques, nous observons que les apprenants envisagent plutôt ce travail selon une modalité indépendante. Par ailleurs, le comportement semble plus hétérogène dans le forum de discussion que dans l'éditeur de texte collaboratif. Cette différence peut s'expliquer par l'association d'une couleur à chaque collaborateur et qui permet de la sorte d'identifier en un coup d'œil la participation de chacun dans l'espace d'édition. Nous avançons comme hypothèse que cette modalité de visualisation de leur contribution proposée par défaut dans l'Etherpad peut réguler le comportement des apprenants. Cette idée est cohérente avec les résultats des travaux de (Janssen *et al.*, 2007) qui montrent que la prise de conscience de l'activité des autres apprenants au sein du groupe leur permet d'ajuster leur participation dans l'environnement.

Sur le plan pédagogique, nous pouvons mettre en avant que la tâche de conceptualisation nécessite la mobilisation d'opérations mentales plus exigeantes et pousse les étudiants à s'impliquer en fournissant plus de justifications et en argumentant davantage, comparée à celle de l'analyse. Ce résultat va dans le sens des constats de (Tapiero, 2007) qui montrent que la présence d'articulations logiques dans un texte constitue un indicateur de la compréhension du domaine traité.

Au niveau de la collaboration, les coefficients intraclasses élevés indiquent que le groupe a un effet d'entraînement important sur la dynamique mise en œuvre au sein de celui-ci dans une séquence d'apprentissage collaboratif. Un apprenant qui se retrouve dans un groupe avec des partenaires très actifs est en effet stimulé à participer davantage tant quantitativement que qualitativement. D'un point de vue méthodologique, nous rejoignons ainsi les propositions de (Janssen, Erkens, Kirschner et Kanselaar, 2011) qui soulignent la nécessité, dans le champ de la recherche relatif à l'apprentissage collaboratif, de tenir

compte de la variabilité entre groupes et d'effectuer, par conséquent, des analyses qui tiennent compte de cette hiérarchie au niveau des observations (individu et groupe) en mobilisant des techniques statistiques multiniveaux. Avec l'analyse du processus, nous mettons également en évidence que le comportement est plus homogène dans l'espace de structuration que dans l'espace de communication alors que le niveau de participation apparaît plus stable lors des deux tâches dans le forum de discussion que dans l'Etherpad.

En ce qui concerne le lien entre le processus et la progression des apprenants, la comparaison des deux modèles explicatifs rapportés indique que l'activité du forum a davantage de poids que l'activité dans l'éditeur de texte. Nous pouvons à cet égard avancer l'idée que l'éditeur de texte se révèle moins utile pour développer la compétence de conceptualisation. Nous pouvons ainsi confirmer que la pertinence du choix d'un outil de structuration est plutôt liée à la nature des compétences à développer (Bower *et al.*, 2006). L'activité du forum contribue à la fois au développement des compétences de conceptualisation et d'analyse. Par ailleurs, le degré de couverture des concepts traités dans le forum de discussion se retrouve dans les deux modèles explicatifs de notre étude. Cet indice d'approfondissement du contenu contribue à expliquer à la fois les gains en conceptualisation et en analyse. Nous rejoignons les observations de (Dillenbourg *et al.*, 2007) et de (Erkens et Janssen, 2008) pour qui l'usage des notions-clefs dans les échanges en ligne constitue un indicateur de la qualité des interactions et de la progression dans la maîtrise du contenu. Ce résultat est important à considérer pour développer des visualisations qui exploitent les traces d'apprentissage et qui donnent aux apprenants un indicateur de la qualité de leur traitement du contenu lors de leurs échanges pour résoudre les situations proposées.

Concernant le modèle explicatif du gain en conceptualisation, le degré d'interactivité a un effet positif sur la maîtrise conceptuelle du contenu. Ce résultat est cohérent avec ceux de (Quintin et Masperi, 2006) qui montrent que la présence de la reprise de la parole de l'autre dans l'élaboration de son propre discours entretient un lien positif avec la qualité de l'apprentissage.

Dans le modèle explicatif du gain en analyse, nous mettons en évidence que le niveau de départ en analyse contribue au modèle explicatif du développement de cette capacité lors des deux

expérimentations. Ce résultat corrobore l'étude de (Shachar, 2003) qui met en avant que l'apprentissage collaboratif a d'autant plus d'impact sur l'élève que son niveau est faible au départ. Si nous pouvons dire que le dispositif constitue une aide significative pour les étudiants les plus faibles au départ, ce résultat se doit toutefois d'être nuancé dans le sens que celui-ci peut également s'expliquer par un effet de seuil de notre outil d'évaluation. Retenons également que les contributions dans le forum pour réaliser la tâche de conceptualisation favorisent le développement de la compétence en analyse. Si nous nous référons à notre protocole expérimental, on peut évidemment penser à la proximité du posttest qui est administrée au terme de la tâche d'analyse et convoquer l'effet de récence comme piste explicative. Une autre hypothèse est tout simplement que la confrontation à des situations concrètes facilite le traitement conceptuel. À nos yeux, ce résultat montre toute l'importance de proposer des situations qui s'articulent autour d'étude de cas leur offrant la possibilité de mieux contextualiser leurs connaissances. L'investissement de l'apprenant au cours de ces moments de contextualisation semble particulièrement bénéfique dans le développement des compétences visées. Nous pouvons donc estimer qu'il existe une interdépendance entre les tâches cognitives proposées. En termes de scénarisation d'apprentissage, ce résultat plaide pour la mise en oeuvre d'une tâche de conceptualisation avant d'envisager une tâche analytique (Barth, 2001) dans l'environnement pédagogique. Bien que les degrés d'explication fournis par les analyses de régression multiniveaux soient faibles (R^2 conceptualisation = 10,43 % et R^2 analyse = 13,06 %), ces différents résultats nous permettent de valider notre deuxième hypothèse qui stipule que le développement de compétences est lié en partie à l'activité observée dans les espaces de communication et de structuration. Si l'activité dans le forum et l'activité dans l'etherpad interagissent positivement sur le développement analytique, nous n'observons pas cette tendance pour la conceptualisation où les activités dans le forum constituent les seuls facteurs explicatifs.

Enfin, il est intéressant d'observer que contrairement à la progression en analyse, le gain en conceptualisation est davantage lié à l'appartenance à un groupe spécifique. Dans la modélisation relative à la conceptualisation, nous ne sommes toutefois pas parvenus à identifier de variables de niveau 2 (groupe) en mesure d'expliquer ces gains individuels.

8. Conclusion et perspectives

Dans l'ensemble, nous observons, de manière logique, que le degré de maîtrise des apprenants s'élève à mesure que le niveau d'activité et d'implication de l'apprenant augmente dans l'environnement d'apprentissage (Quintin et Masperi, 2006)(Mayer, 2009). Notre analyse croisée du processus et des progressions montre que seule l'activité dans le forum contribue à expliquer la progression lors d'une tâche de conceptualisation. Pour les gains en analyse, nous observons que l'activité dans l'espace de structuration interagit positivement avec celle dans l'espace de communication et le niveau initial des apprenants. Cette démarche montre que les traces se révèlent être une source précieuse permettant d'appréhender la progression des étudiants dans un environnement médiatisé. Cette approche de type « learning analytics » au niveau micro fournit des données précieuses à l'enseignant pour faire évoluer de manière itérative le scénario pédagogique et pour guider le développement des environnements offerts aux apprenants.

D'un point de vue méthodologique, nous pouvons estimer que l'approche multiniveaux permet d'enrichir l'exploitation des traces et permet d'aboutir à une meilleure compréhension des processus d'apprentissage collaboratif mis en œuvre dans les environnements médiatisés.

En termes de perspectives, les valeurs réduites des pseudo R^2 de nos modèles explicatifs nous invitent à poursuivre l'identification d'indicateurs pertinents exploitant les traces d'apprentissage. Au niveau de l'encadrement de l'apprentissage, cette recherche de nouveaux indicateurs permettra en outre de guider le développement d'outils de visualisation permettant aux apprenants de disposer d'indicateurs significatifs pour réguler au mieux leur progression dans la séquence. Pour envisager cette élaboration d'indicateurs pertinents, une piste mise en avant dans la littérature (Dillenbourg, 2011) et que nous souhaitons creuser dans la suite de cette étude est l'identification automatique des indices de co-élaboration et de transactivité au sein du groupe. Elle peut être envisagée par le repérage de reprise d'éléments de langage et de contenu entre les partenaires dans les espaces de communication et de structuration.

BIBLIOGRAPHIE

- Baker, M. (2002). Forms of cooperation in dyadic problem-solving. *Revue d'intelligence artificielle*, 16(4-5), 587-620.
- Barth, B-M. (2001). *L'apprentissage de l'abstraction*. Paris : Retz.
- Bower, M., Woo, K., Roberts, M., & Watters, P.A. (2006). Wiki pedagogy - A tale of two wikis. Dans International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (Ithet 06), Sydney, Australia.
- Bressoux, P. (2010). Modélisation statistique appliquée aux sciences sociales. Bruxelles : De Boeck
- Brodahl, C., & Hansen, N. K. (2014). Education students' use of collaborative writing tools in collectively reflective essay papers. *Journal of Information Technology Education : Research*, 13, 91-120.
- Brooks, C. D., & Jeong, A. (2006). Effects of Pre-Structuring Discussion Threads on Group Interaction and Group Performance in Computer-Supported Collaborative Argumentation. *Distance Education*, 27(3), 371-390.
- Crinon, J. (2010). Communication numérique et pédagogie. *Cahiers pédagogiques*, 482, 16-18.
- De Wever, B., Hämäiäinen, R., Voet, M. & Gielen, M. (2015). A wiki task for first year university students: the effects of scripting student's collaboration. *The Internet and Higher Education*, 25(1), 37-45.
- De Lièvre, B., Depover, C., & Dillenbourg, P. (2006). The relationship between tutoring mode and learners' use of help tools in distance education. *Instructional Science*, 34, 97-129.
- De Lièvre, B., Temperman, G., Cambier, J.B., Decamps, S., & Depover, C. (2009). Analyse de l'influence des styles d'apprentissage sur les interactions dans les forums collaboratifs. In C. Develotte F. Mangenot & E. Nissen (Eds.), *Actes du colloque Epal 2009*, Université Stendhal : Grenoble.
- Dillenbourg, P., & Traum, D. (2006). Sharing Solutions: Persistence and Grounding in Multimodal Collaborative Problem Solving. *Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 121-151.
- Dillenbourg, P., Hakkinen, P., Hamiainen, R., Kobbe, L., Weinberger, A., Fisher, F., & Harrer, A. (2007). Structurer l'environnement collaboratif au moyen d'environnements informatiques. *Éducation & Formation*, 286, 45-50.
- Elgort, I., Smith, A. G., & Toland, J. (2008). Is wiki an effective platform for group course work ?. *Australasian journal of Educational Technology*, 24(2), 195-210.
- Depover, C., De Lièvre, B., & Temperman, G. (2006). Points de vue sur les échanges électroniques et leurs usages en formation à distance. *Revue des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation*, 13.
- D'Hainaut, L. (1975). *Concepts et méthodes de la statistique*. Bruxelles : Labor.
- Dillenbourg, P. (2011). Pour une conception intégrée du tutorat de groupe. Dans C. Depover, B. De Lièvre, Bruno, J.J. Quintin, D. Peraya, & A. Jaillet (Eds.), *Le tutorat en formation à distance* (pp. 171-194). Bruxelles : De Boeck.

Engstrom, M.E., & Jewett, D. (2005). Collaborative learning the wiki way. *TechTrends*, 49(6), 12-15. Mak, B., & Coniam, D. (2008). Using wikis to enhance and develop writing skills among secondary school students in Hong Kong. *System*, 36, 437-455.

Erkens, G., & Janssen, J. (2008). Automatic coding of dialogue acts in collaboration protocols. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 3(4), 447-470.

Grasha, A. F. (1996). *Teaching with Style: A Practical Guide to Enhancing Learning by Understanding Teaching and Learning Styles*. New-York : Alliance Publishers.

Greenspan, D., Aaron B. & Zamfirescu-Pereira, J. (2009). Etherpad (logiciel open source). AppJet Inc. <http://etherpad.org/>

Hattie, J. (2009). *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. Oxon : Routledge.

Jaillet, A. (2005). Peut-on repérer les effets de l'apprentissage collaboratif à distance ? *Distances et savoirs*, 3(1), 49-66.

Janssen, J., Erkens, G., Kirschner, P.A., & Kanselaar, G. (2011). Multilevel Analysis in CSCL Research. In S. Puntambekar G. Erkens & C. Hmelo-Silver (Eds.), *Analyzing Interactions in CSCL* (pp. 187-205). Boston : Springer US.

Janssen, J., Erkens, G., Kanselaar, G., & Jaspers, J. (2007). Visualization of participation : Does it contribute to successful computer-supported collaborative learning ? *Computers & Éducation*, 49(4), 1037-1065.

Konstantidinis, A. & Grafton, C. (2013). Using Excel Macros to analyse Moodle logs, Conference Proceedings 2^e Moodle Research Conference, Sousse, Tunisia, p. 33-39.

Laru, J., Näykki, P. & Järvelä, S. (2012). Supporting small group learning using multiple Web 2.0 tools : a case study in the higher education context, *The Internet and Higher Education*, 15(1), 29-38.

Laveault, D., & Grégoire, J. (2002). *Introduction aux théories des tests en psychologie et en sciences de l'éducation* (2e ed.). Bruxelles : De Boeck.

Mak, B., & Coniam, D. (2008). Using wikis to enhance and develop writing skills among secondary school students in Hong Kong. *System*, 36, 437-455.

Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2e ed.). New York : Cambridge University Press.

Michinov, N., & Primois, C. (2005). Improving productivity and creativity in online groups through social comparison process : New evidence for asynchronous electronic brainstorming. *Computers in Human Behavior*, 21(1), 11-28.

Neumann, D. L., & Hood, M. (2009). The Effects of Using a Wiki on Student Engagement and Learning of Report Writing Skills in a University Statistics Course. *Australasian Journal of Educational Technology*, 25(3), 382-398.

Perkins, D. N. (1995). L'individu-plus. Une vision distribuée de la pensée et de l'apprentissage. *Revue française de pédagogie*, 111(1), 57-71.

Quintin, J.-J., & Masperi, M. (2006). Analyse d'une formation plurilingue à distance : actions et interactions. *ALSIC*, 9, 5-31.

Quintin, J.-J. (2008). Accompagnement tutoral d'une formation collective via Internet Analyse des effets de cinq modalités d'intervention tutorale sur

l'apprentissage en groupes restreints. Thèse de doctorat, Université Mons-Hainaut, Mons.

Rabardel, P. (1995). Les hommes et les technologies. Une approche cognitive des instruments contemporains. Paris : Armand Colin.

Raman, M., Ryan, T., & Olfman, L. (2005). Designing Knowledge Management Systems for Teaching and Learning with Wiki Technology. *Journal of Information Systems Éducation*, 16(3), 311-321.

Shachar, H. (2003). Who gains what from cooperative learning : an overview of eight studies. In A. Ashman & R. Gillies (Eds.), *Cooperative Learning: The Social and Intellectual Outcomes of Learning in Groups*. New-York : Routledge.

Temperman, G., De Lièvre, B., & Depover, C. (2009). Analyse de l'usage de modalités de communication médiatisée lors d'un débat d'opinion mené à distance. In M. Sidir (Ed.), *La communication éducative et les TIC : épistémologie et pratiques*. Paris : Hermès Lavoisier.

Temperman, G., De Lièvre, B., & Lenz, D. (2009). Ecrire à plusieurs mains dans un wiki : Analyse des processus et des perceptions des étudiants. Dans C. Develotte, F. Mangenot & E. Nissen (Eds.), *Actes du colloque Epal 2009*, Université Stendhal : Grenoble.

Temperman, G. (2013) Visualisation du processus collaboratif et assignation de rôles de régulation dans un environnement d'apprentissage à distance. Thèse de doctorat. Université de Mons, Mons.

Tapiero, I. (2007). Situation Models And Levels of Coherence: Toward a Definition of Comprehension. Mahwah : Lawrence Erlbaum Associates Inc.

Tricot, A., Plégat-Soutjis, F., Camps, J.-F., Amiel, A., Lutz, G., & Morcillo, A. (2003). Utilité, utilisabilité, acceptabilité : interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH. Dans C. Desmoulins P. Marquet & D. Bouhineau (Eds). *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain* (pp.391-402). Paris : ATIEF

Wang, H.-C., Lu, C.-H., Yang, J.-Y., Hu, H.-W., Chiou, G.-F., & Chiang, Y.-T. (2005). An empirical exploration of using wiki in an English as a second language course. *Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp.155-157). Taiwan. doi : 10.1109/ICALT.2005.51

Weinberger, A., Ertl, B., Fischer, F., & Mandl, H. (2005). Epistemic and social scripts in computer-supported collaborative learning. *Instructional Science*, 33(1), 1-30.

Wichadee, S. (2010). Using Wikis to Develop Summary Writing Abilities of Students in an EFL Class. *Journal of College Teaching & Learning*, 7(12), 5-10.