HAL
open science

La visualisation partagée des connaissances individuelles pendant la construction collaborative d'une carte conceptuelle : Quels effets sur l'apprentissage et la perception des connaissances ?

Gaëlle Molinari

To cite this version:

Gaëlle Molinari. La visualisation partagée des connaissances individuelles pendant la construction collaborative d'une carte conceptuelle : Quels effets sur l'apprentissage et la perception des connaissances ?. Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, Conférence EIAH'2011, 2011, Belgique. pp.341-352. hal-00607187

HAL Id: hal-00607187

https://hal.science/hal-00607187v1

Submitted on 8 Jul 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

La visualisation partagée des connaissances individuelles pendant la construction collaborative d'une carte conceptuelle : Quels effets sur l'apprentissage et la perception des connaissances ?

De l'intérêt à analyser les mouvements oculaires dans un environnement d'apprentissage collaboratif à distance

Gaëlle Molinari

Fondation Formation universitaire à distance Suisse (UniDistance)
Centre d'Etudes de Sierre
TechnoArk 5, Case postale 218
3960 Sierre, Suisse
gaelle.molinari@unidistance.ch

RÉSUMÉ. *Dans cette étude, les co-apprenants travaillaient en binômes et à distance, et avaient pour tâche de construire une carte conceptuelle commune. Pendant la collaboration, les co-apprenants pouvaient également consulter deux autres cartes conceptuelles, l'une représentant leurs connaissances initiales, l'autre celles de leur partenaire. Deux oculomètres ont été utilisés pour enregistrer les mouvements oculaires des deux partenaires pendant la construction de la carte collaborative. L'un des objectifs ici est d'étudier la relation entre l'attention portée sur les cartes de connaissances individuelles pendant la collaboration, l'apprentissage et la perception des connaissances acquises. Les résultats montrent que moins les apprenants se focalisent sur leur propre carte de connaissances (ou font de transitions entre leur propre carte et la carte collaborative), et meilleures sont leurs performances d'apprentissage, plus exacte est la représentation qu'ils ont de leur niveau de connaissances et de celui de leur partenaire à l'issue de la collaboration.*

MOTS-CLÉS : *Apprentissage Collaboratif à Distance, Outils d'Awareness, Cartes Conceptuelles de Connaissances, Mouvements Oculaires*

1. Introduction

L'objectif de la présente contribution est de comprendre dans quelle mesure les apprenants utilisent des informations (présentées sous la forme de cartes conceptuelles) sur leurs connaissances initiales (propre carte) et celles de leur partenaire (carte du partenaire) dans une situation d'apprentissage collaboratif à distance. La question est également d'étudier la relation entre l'attention portée sur les cartes de connaissances individuelles pendant la collaboration, les performances (individuelles) d'apprentissage et l'exactitude avec laquelle les co-apprenants évaluent leurs connaissances (finales) et celles de leur partenaire.

Il est maintenant reconnu que l'efficacité de l'apprentissage collaboratif dépend étroitement de la qualité des interactions sociales entre les apprenants [DILLENBOURG 99]. L'effet positif de la collaboration est ainsi principalement lié à la production d'activités discursives – comme l'élicitation, l'élaboration ou la négociation des connaissances – lesquelles sont fondamentales pour la construction et le maintien d'une représentation partagée du problème à traiter. Pour s'engager dans de telles activités, être capables de réguler tant leur propre apprentissage que celui de leur partenaire, et communiquer de manière effective, les co-apprenants doivent disposer d'une représentation non seulement de leurs propres connaissances (*métacognition*), mais également des connaissances de leur partenaire. Nous nous référons ici au processus de *modélisation des connaissances du partenaire* par lequel les co-apprenants évaluent ce que leur partenaire connaît (ou ne connaît pas), et en tiennent compte pour adapter leurs contributions tout au long de la collaboration (*audience design*). Nous faisons l'hypothèse générale que l'exactitude de la représentation que les co-apprenants se font des connaissances de leur partenaire est un facteur déterminant dans la qualité des interactions et l'apprentissage.

Dans un dispositif de formation à distance, les étudiants sont généralement amenés à échanger et collaborer via des outils de communication online (forums, chats, wikis, etc.). Modéliser leur partenaire, c'est-à-dire évaluer ses connaissances, compétences, ou encore ses buts et motivations peut s'avérer une tâche difficile pour les étudiants dans un tel contexte. D'une part, ils n'ont pas forcément l'occasion de bien se connaître et de travailler ensemble en face à face. D'autre part, lorsqu'ils communiquent à distance, ils ne disposent pas des indices para- et non-verbaux (volume et intonation de la voix, regards, mimiques, gestes, postures, etc.) qui peuvent leur donner des informations cruciales sur leur partenaire [LUND 2007]. C'est pourquoi l'un des objectifs des chercheurs dans les domaines comme le travail ou l'apprentissage collaboratif médiatisé par ordinateur (*Computer-Supported Collaborative Working/Learning* ou *CSCW/L*), est de concevoir des outils et environnements informatiques qui puissent rendre la collaboration à distance la plus efficace possible. Parmi les outils développés, on trouve les outils d'awareness (*Awareness Tools* ou *ATs*). Dans un espace de travail virtuel partagé, ces outils permettent le partage et la visualisation collective d'informations contextuelles sur l'état, l'activité et les actions des différents membres d'un groupe de travail. Ces informations sur les partenaires sont importantes pour le processus de collaboration, car d'une part, elles fournissent à chaque coéquipier un contexte pour sa propre activité et d'autre part, elles permettent aux collaborateurs de mieux se coordonner [DOURISH & BELLOTTI 92].

Dans un environnement informatique dédié à l'apprentissage collaboratif (EIAC), des outils d'awareness peuvent également être utilisées pour apporter aux co-apprenants des informations sur l'état ou la progression des connaissances de leur partenaire (*Knowledge Awareness Tools* ou *KATs*). Les KATs permettent de savoir qui dispose de connaissances similaires ou différentes (informations utiles notamment lors de la constitution de groupes de travail), ou encore qui a suffisamment de connaissances pour expliquer et répondre à tel problème posé. D'après [SANGIN et al. 10], les KATs doivent être considérés non seulement comme des outils de compensation (venant pallier l'absence d'informations contextuelles dans un EIAC), mais également comme des outils d'augmentation qui viennent soutenir et améliorer les processus sociocognitifs à l'œuvre dans l'apprentissage collaboratif. Les KATs peuvent ainsi avoir comme effet de sensibiliser les co-apprenants à la possibilité qu'il y ait des lacunes dans les connaissances de leur partenaire (comme dans leurs propres connaissances) ou encore des différences entre leurs propres connaissances et celles de leur partenaire (*effet de sensibilisation* ou *sensitizing effect*). Ils peuvent également aider les co-apprenants à structurer et réguler leurs interactions notamment en adaptant leurs contributions respectives aux besoins spécifiques de leur partenaire (*effet de régulation métacognitive* ou *metacognitive regulation effect*) [SANGIN et al. 10].

Deux types de KATs sont généralement distingués en fonction du type d'indices qu'ils fournissent, à savoir des KATs qui fournissent soit des informations subjectives (*KATs subjectifs*), soit des informations objectives (*KATs objectifs*) sur les connaissances des co-apprenants. Les indices proposés par les KATs subjectifs sont souvent directement basés sur les auto-estimations que donnent les apprenants de leur propre niveau de connaissances ou de compréhension [BODEMER 10]. Les KATs objectifs peuvent, par exemple, proposer une représentation graphique des scores des apprenants à un pré-test de connaissances [SANGIN et al. 10] ou la représentation en cartes conceptuelles des connaissances des apprenants [ENGELMANN & TERGAN 2007, MOLINARI et al. 2009]. Par exemple, dans l'étude menée par [ENGELMANN & TERGAN 2007], l'objectif était d'étudier dans quelle mesure les co-apprenants pouvaient bénéficier de la possibilité de consulter la carte conceptuelle des connaissances de leurs partenaires pendant la résolution collaborative de problèmes. Cette expérience comportait deux phases d'apprentissage, une phase individuelle et une phase collaborative au cours de laquelle des étudiants travaillaient en groupes de trois, à distance et de façon synchrone. La phase individuelle a été divisée en deux parties. Dans la première partie, les trois membres du groupe ont tout d'abord reçu la consigne de jouer chacun le rôle d'un expert et de collaborer sur le thème de la protection forestière. On leur demandait ensuite d'imaginer avoir créé (au préalable du travail de groupe) une carte conceptuelle de leurs propres connaissances, et de consulter cette carte pour se préparer à la collaboration. Pour les aider dans cette préparation, les trois « experts » du groupe recevaient chacun une carte individuelle préconstruite qu'ils devaient étudier ; les trois cartes individuelles ont été élaborées par les expérimentateurs de sorte à contenir des connaissances mutuellement partagées et des connaissances non partagées. Dans la seconde partie de la phase individuelle, les participants du groupe contrôle (sans information sur les partenaires) examinaient de nouveau leur propre carte individuelle, tandis que les participants du groupe expérimental (avec informations sur les partenaires) pouvaient consulter tout à la fois leur carte individuelle et celles de leurs partenaires. Immédiatement après cette activité, tous les participants répondaient à un questionnaire visant à évaluer les

connaissances acquises à partir de la (ou des) carte(s) conceptuelle(s) individuelle(s). Dans la phase collaborative, les trois membres du groupe devaient collaborer pour résoudre deux problèmes relatifs au thème d'apprentissage ; pour ce faire, ils avaient à construire ensemble une carte conceptuelle commune (carte collaborative) qui répertoriait l'ensemble des informations nécessaires à la résolution de ces problèmes. Dans la condition contrôle, les co-apprenants construisaient la carte collaborative tout en pouvant consulter leur propre carte individuelle. Dans la condition expérimentale, ils pouvaient voir non seulement leur propre carte, mais également celles de leurs partenaires. Les résultats à un post-test de connaissances ont montré que les co-apprenants ont tiré bénéfice de la possibilité d'accéder aux cartes de leurs partenaires.

Si de nombreux outils d'awareness ont été développés, à ce jour encore peu de recherches empiriques ont été réalisées pour tester leur efficacité sur la collaboration. Dans le domaine CSCL, la relation entre awareness et apprentissage reste à explorer, et d'autres études sont nécessaires pour mieux comprendre les mécanismes et les conditions dans lesquelles les outils d'awareness peuvent être bénéfiques à l'apprentissage collaboratif [BUDER 10]. Enfin, l'influence des KATs sur des processus collaboratifs plus spécifiques comme la modélisation des connaissances doit également être étudiée de façon plus systématique.

La présente contribution s'inscrit dans un projet qui portait sur le processus de modélisation des connaissances du partenaire et son rôle dans l'apprentissage collaboratif à distance (médiatisé par ordinateur). Dans ce projet, deux recherches ont été menées dans lesquelles deux méthodes – une directe et une indirecte – ont été utilisées pour encourager le processus de modélisation des connaissances pendant la collaboration. Dans les deux expériences, les apprenants travaillaient en binômes et à distance ; leur tâche était de construire ensemble une carte conceptuelle commune représentant leur compréhension partagée d'un thème particulier (le neurone). Deux oculomètres (*eye-trackers*) ont été utilisés pour enregistrer les mouvements oculaires des deux partenaires pendant la collaboration. Dans l'*Expérience 1* [SANGIN et al. 10], la méthode directe consistait à fournir aux co-apprenants – pendant la construction de la carte collaborative – un KAT (objectif) qui était une représentation graphique des scores de leur partenaire à un pré-test de connaissances (initiales). Les résultats de l'Expérience 1 montrent que le KAT augmente le gain d'apprentissage. Cet effet est médiatisé par le fait que le KAT a un impact positif sur la précision avec laquelle les co-apprenants estiment le niveau de connaissances de leur partenaire. Dans l'*Expérience 2* [MOLINARI et al. 2009], il s'agissait d'influencer de façon indirecte le processus de modélisation des connaissances par le biais d'un macro-script collaboratif (de type jigsaw) qui consistait à apporter aux co-apprenants des connaissances initiales différentes, mais complémentaires. Un tel script vise à créer une interdépendance (informationnelle) réciproque entre les co-apprenants [BUCHS et al. 2004] et par là-même à encourager la prise de perspective du partenaire (*perspective taking* ou la capacité à comprendre et intégrer la perspective de l'autre) [KRAUSS & FUSSELL 91]. Dans l'Expérience 2, les co-apprenants ont également eu la possibilité de consulter deux autres cartes conceptuelles pendant qu'ils construisaient la carte collaborative, l'une représentant leurs propres connaissances initiales, l'autre celles de leur partenaire. En ce qui concerne l'effet de l'interdépendance (script), les résultats [MOLINARI et al. 2009] ne montrent pas de différence en termes de performances (individuelles) d'apprentissage entre la condition

où les co-apprenants disposaient de connaissances initiales similaires et celle où ils avaient des connaissances complémentaires. Par ailleurs, les co-apprenants de la condition « connaissances similaires » ont construit une représentation plus exacte des connaissances de leur partenaire, comparés à ceux de la condition « connaissances complémentaires ». Enfin, aucune relation significative n'a été mise en évidence entre les performances d'apprentissage et l'exactitude de la représentation des connaissances du partenaire.

Des analyses complémentaires des données de l'Expérience 2 sont ici présentées. Nous nous intéressons à la façon dont les co-apprenants ont distribué leur attention visuelle entre les trois cartes conceptuelles (carte collaborative, carte des propres connaissances, carte des connaissances du partenaire) pendant la collaboration. En d'autres termes, il s'agit de rendre compte de la façon dont ils ont utilisé leurs connaissances et celles de leur partenaire pendant la construction de la carte collaborative. Le but est également d'examiner s'il existe une relation entre le temps passé à consulter les cartes de connaissances individuelles et respectivement (1) les performances individuelles d'apprentissage, (2) l'exactitude avec laquelle les co-apprenants évaluent leur niveau de connaissances et celui de leur partenaire.

2. Méthode

2.1. Participants

Cinquante-huit étudiants en 1ère année à l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), dont 47 hommes et 11 femmes, avec un âge moyen de 20.5 ans (*SD* = 3.6), ont participé à cette étude. La plus faible proportion de femmes reflète le déséquilibre de genre dans la population des étudiants à l'EPFL. Ces étudiants ont été regroupés en 29 paires. Les critères utilisés pour former les groupes de travail ont été les suivants : les étudiants de chaque paire (1) ne se connaissaient pas avant l'expérience, et (2) étaient issus de disciplines différentes (physique, informatique, architecture, etc.). Par ailleurs, afin que tous les participants aient un niveau de connaissances faible dans le domaine étudié (le neurone), nous avons fait le choix de ne pas recruter les étudiants de la faculté des Sciences de la Vie.

2.2. Matériel d'apprentissage

Le matériel pédagogique utilisé dans cette expérience consistait en un texte explicatif sur les mécanismes associés à la genèse et la transmission du message nerveux. Le texte a été construit sur la base d'ouvrages universitaires (dont certains utilisés par la faculté des Sciences de la Vie de l'EPFL) ; il a été révisé et validé par deux experts du domaine (un chercheur en neurobiologie et un professeur en biologie). Il se divisait en trois chapitres équivalents : « le potentiel de repos » (456 mots), « la genèse du potentiel d'action » (491 mots), et « la propagation du potentiel d'action et la transmission synaptique » (492 mots).

2.3. Dispositif expérimental

Le matériel d'apprentissage a été informatisé, la procédure expérimentale et la récolte des données automatisées. Les étudiants de chaque paire ont été placés dans deux salles différentes du laboratoire CRAFT de l'EPFL, chacun face à un ordinateur (identique). Le logiciel *CmapTools* (©IHMC) a été utilisé pour la construction et le partage de cartes conceptuelles. Pendant la phase de collaboration, les étudiants ont été équipés de casques et

micros pour pouvoir communiquer oralement via l'outil d'audioconférence *TeamSpeak* (TeamSpeak©). Deux oculomètres Tobii™ 1750 ont été utilisés pour enregistrer les mouvements oculaires des étudiants pendant la collaboration.

2.4. Procédure

Chaque session expérimentale durait environ 90 minutes, et comportait six phases dont deux phases d'apprentissage, à savoir (1) la lecture individuelle du texte sur le neurone, et (2) la construction collaborative d'une carte conceptuelle :

1. **Vérification des connaissances initiales**. Pour détecter et exclure des données des experts potentiels du domaine, il a été demandé à chaque participant d'écrire tout ce qu'il connaissait sur le neurone et son fonctionnement (5 minutes).
2. **Lecture**. Les participants lisaient (individuellement) le texte dans le but d'acquérir des connaissances sur la transmission du message nerveux (12 minutes). Les trois chapitres du texte ont été présentés sur des pages Web séparées, et les participants accédaient à chaque chapitre en cliquant sur un bouton correspondant situé en bas de l'écran. Ils étaient libres de lire les chapitres dans l'ordre qu'ils souhaitaient.
3. **Construction d'une carte conceptuelle individuelle**. Les participants construisaient (individuellement) une carte conceptuelle dans le but de représenter visuellement leurs connaissances acquises pendant la lecture (10 minutes). Au préalable, un tutoriel vidéo leur a été présenté qui expliquait comment utiliser CmapTools.
4. **Construction d'une carte conceptuelle collaborative**. Les participants travaillaient par paires et à distance. Ils avaient pour tâche de construire (ensemble) une carte conceptuelle commune pour représenter visuellement leur compréhension partagée du thème d'apprentissage (20 minutes). Ils avaient par ailleurs la possibilité de communiquer oralement pendant la construction de la carte collaborative. Comme le montre la Figure 1 ci-dessous, l'espace de travail (partagé) à l'écran se divisait en trois zones : (1) une zone pour la construction de la carte collaborative (moitié gauche de l'écran), (2) une zone dans laquelle apparaissait la carte individuelle (des connaissances) du participant (moitié droite de l'écran, en haut), et (3) une zone dans laquelle apparaissait la carte individuelle (des connaissances) du partenaire (moitié droite de l'écran, en bas). Les participants pouvaient *scroller* pour consulter leur carte individuelle ou celle de leur partenaire. Ils avaient toutefois pour consignes de ne pas changer la disposition des cartes individuelles ni de copier certains éléments des cartes individuelles pour les coller dans la carte collaborative.

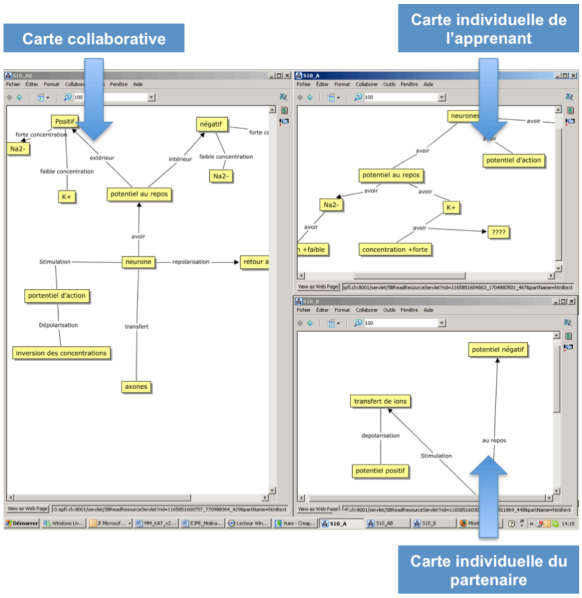

Figure 1. L'espace de travail et ses trois zones pendant la collaboration

5. **Questionnaire d'apprentissage**. Les participants complétaient (individuellement) un questionnaire dont l'objectif était d'évaluer leurs connaissances à l'issue de la collaboration (15 minutes). Ce questionnaire comportait 18 questions d'inférences (6 avec choix multiples et 12 demandant la vérification d'inférences), 6 questions par chapitre (« potentiel de repos », « potentiel d'action », « propagation »). Les questions ont été validées par les experts du domaine et leur variabilité a été testée dans une étude pilote (seuls les items de difficulté moyenne ont été retenus pour ce questionnaire). Le score total au questionnaire d'apprentissage allait de 0 à 36.

6. **Questionnaire de perception des connaissances**. Les participants estimaient (individuellement) leur niveau (final) de connaissances ainsi que celui de leur partenaire à l'aide d'échelles de Likert en 7 points (de très faible à très élevé), et ce pour les trois chapitres du texte (15 minutes). Pour pouvoir comparer les valeurs estimées (perception des propres connaissances ou celles du partenaire) aux valeurs réelles observées (scores obtenus au questionnaire d'apprentissage), les valeurs estimées ont été transformées de sorte qu'elles soient comprises entre 0 et 36. Un indice de déviation [FITZGERALD et al. 2003] a été calculé qui correspond à la différence moyenne absolue entre les valeurs estimées et observées. Cet indice permet de mesurer l'exactitude de la perception du participant quant à ses propres connaissances (modèle des propres connaissances) et (b) celles de son partenaire (modèle des connaissances du partenaire) : plus les scores de déviation (propres ou du partenaire) sont faibles et plus l'exactitude des perceptions (ou des modèles) est élevée.

2.5. Variables

Deux types de variables dépendantes ont été utilisées ici, à savoir (1) des variables de performance (performances d'apprentissage, scores de déviation représentant les écarts entre les valeurs estimées et observées pour les propres connaissances et pour celles du partenaire) et (2) des variables de processus qui rendent compte du comportement oculaire

des étudiants de chaque paire pendant la phase de collaboration. Deux variables de processus ont été distinguées : (1) le ratio de temps de fixation sur chaque carte conceptuelle (carte du participant, carte du partenaire, carte collaborative) et (2) le nombre de transitions oculaires entre les trois cartes (entre la carte du participant et celle du partenaire, entre la carte du participant et la carte collaborative, entre la carte du partenaire et la carte collaborative). Du fait de problèmes techniques (e.g., faible qualité des données oculaires), les analyses statistiques ont été réalisées sur les données de 15 paires d'étudiants.

3. Résultats

3.1. Variables de performance (apprentissage et perception des connaissances)

	Scores de déviation	
Scores au questionnaire d'apprentissage	Perception des propres connaissances	Perception des connaissances du partenaire
16.3(4.5)	4.7(3.6)	6.9(3.9)

Tableau 1. Performances d'apprentissage et scores de déviation représentant les écarts entre valeurs estimées et observées pour les propres connaissances et celles du partenaire (moyennes et écarts-types)

Le Tableau 1 montre des performances d'apprentissage se situant autour de la moyenne (18) pour l'ensemble des participants. Les résultats au questionnaire de perception des connaissances indiquent que les écarts entre les valeurs estimées et observées (scores au questionnaire d'apprentissage) sont plus importants pour les connaissances du partenaire que pour les propres connaissances. En d'autres termes, les participants ont une perception plus exacte de leur niveau de connaissances que de celui de leur partenaire à l'issue de la collaboration, $F(1, 28) = 5.3$, $p = .03$, $\eta^2 = 0.18$.

3.2. Variables de processus (comportement oculaire pendant la collaboration)

Comme le montre le Tableau 2, les participants passent 68% de leur temps à regarder la carte collaborative, 12% sont dédiés à leur propre carte et 13% à celle de leur partenaire (les 7% restant concernent des fixations qui se situent en dehors de ces trois zones d'intérêt). Les regards se distribuent donc de façon équivalente entre les deux cartes individuelles [$t(1, 29) = 0.6$, $p = .55$] ; comme attendu, la plus grande quantité de temps et d'attention est consacrée à la carte collaborative [*versus* carte du participant : $t(1, 29) = 18.3$, $p < .001$; *vs* carte du partenaire : $t(1, 29) = 18.0$, $p < .001$].

Temps de fixation (ratio)			**Nombre de transitions oculaires**		
Carte collaborative	Carte du participant	Carte du partenaire	Carte du participant – carte collaborative	Carte du participant – carte du partenaire	Carte du partenaire – carte collaborative
0.68(0.11)	0.12(0.07)	0.13(0.07)	91.9(67.8)	42.3(29.7)	75.9(65.1)

Tableau 2. Ratio de temps de fixation sur chaque carte (carte collaborative, carte du participant, carte du partenaire) et nombre de transitions oculaires entre les cartes (moyennes et écarts-types)

Le Tableau 2 indique également que les transitions oculaires se font le plus fréquemment entre (1) la carte collaborative et celle du participant puis (2) la carte collaborative et celle du partenaire. La différence entre ces deux catégories de transitions (carte collaborative – carte du participant *vs* carte collaborative – carte du partenaire) n'est toutefois pas significative [$t(1, 29) = 1.1$, $p = .28$]. Les transitions les moins fréquentes sont celles qui ont lieu entre la carte du participant et celle de son partenaire [*vs* transitions carte du participant – carte collaborative : $t(1, 29) = 4.4$, $p < .05$; *vs* transitions carte du partenaire – carte collaborative : $t(1, 29) = 3.3$, $p < .05$].

3.3. Analyses de corrélation

3.3.1. Apprentissage, perception des connaissances et temps de fixation sur les cartes

	2	3	4	5	6
1. Performances d'apprentissage	NS	-0.25NS	NS	-0.32*	NS
2. SD (propres connaissances)	.	NS	-0.46**	0.32*	0.44**
3. SD (connaissances du partenaire)	.	.	NS	NS	NS
4. TF sur la carte collaborative	.	.	.	-0.75**	-0.78**
5. TF sur la carte du participant	.	.	.	.	NS
6. TF sur la carte du partenaire	.	.	.	.	.

Tableau 3. Corrélations entre performances (apprentissage et Scores de Déviation – SD – représentant les écarts entre valeurs estimées et observées pour les propres connaissances et celles du partenaire) et ratio de Temps de Fixation – TF – sur chaque carte (carte collaborative, carte du participant, carte du partenaire). NS : non significatif, *p < .10, **p < .05

Le Tableau 3 montre qu'il existe une corrélation négative et significative entre la durée de fixation sur la carte du participant et les performances d'apprentissage : plus le participant passe du temps à regarder sa propre carte pendant la collaboration et moins ses performances d'apprentissage à l'issue sont bonnes. Par ailleurs, les données montrent qu'une amélioration des performances d'apprentissage a tendance à s'accompagner d'une perception plus exacte des connaissances du partenaire ; toutefois, la relation entre les scores au questionnaire d'apprentissage et les scores de déviation représentant l'écart entre les valeurs estimées et observées pour les connaissances du partenaire n'est pas significative.

Des relations significatives sont observées entre les durées de fixation sur les cartes et l'exactitude avec laquelle le participant évalue ses propres connaissances. Plus le participant alloue du temps et de l'attention à la carte collaborative, moins il passe du temps à regarder sa carte ou celle de son partenaire, et plus exacte est sa perception de son niveau de connaissances à l'issue de la collaboration.

3.3.2. Apprentissage, perception des connaissances et transitions oculaires entre les cartes

	2	3	4	5	6
1. Performances d'apprentissage	NS	NS	-0.40**	-0.36*	NS
2. SD (propres connaissances)	.	NS	NS	NS	NS
3. SD (connaissances du partenaire)	.	.	0.36**	NS	NS
4. TO carte du participant – carte collaborative	.	.	.	0.43**	NS
5. TO carte du participant – carte du partenaire	.	.	.	.	0.52**
6. TO carte du partenaire – carte collaborative	.	.	.	.	.

Tableau 4. Corrélations entre performances (apprentissage et scores de déviation – SD – représentant les écarts entre valeurs estimées et observées pour les propres connaissances et celles du partenaire) et nombre de transitions oculaires – TO – entre les cartes (carte collaborative, carte du participant, carte du partenaire). NS : non significatif, *p < .10, **p < .05

Le Tableau 4 montre que plus le participant fait des transitions (oculaires) entre sa carte et la carte collaborative (ou la carte de son partenaire) pendant la collaboration, et moins ses performances d'apprentissage à l'issue sont bonnes. Nous observons également une relation négative et significative entre la fréquence avec laquelle le participant passe de sa propre carte à la carte collaborative (et vice-versa) et l'exactitude avec laquelle il évalue le niveau de connaissances de son partenaire.

4. Discussion et conclusion

L'un des objectifs de la présente contribution était tout d'abord d'étudier la façon dont les co-apprenants distribuent leur attention visuelle entre les trois cartes conceptuelles, à savoir, la carte collaborative et les deux cartes individuelles (celle des connaissances de l'apprenant et celle des connaissances de son partenaire). De façon prévisible, les résultats montrent que l'attention est principalement dirigée sur la carte collaborative (en construction). Par ailleurs, les co-apprenants passent autant de temps à consulter leur carte individuelle que celle de leur partenaire. En d'autres mots, ils accordent autant d'attention à leurs propres connaissances qu'à celles de leur partenaire. Enfin, les transitions oculaires les plus fréquentes sont celles entre les cartes individuelles et la carte collaborative, tandis que les moins fréquentes sont celles entre les deux cartes individuelles.

L'autre objectif était d'étudier la relation entre le comportement oculaire pendant la construction de la carte collaborative, les performances (individuelles) d'apprentissage et l'exactitude avec laquelle les co-apprenants évaluent leur niveau de connaissances et celui de leur partenaire à l'issue de la collaboration. Tout d'abord, les résultats indiquent une relation négative entre le temps que les co-apprenants passent à consulter leur propre carte de connaissances et respectivement (1) leurs performances d'apprentissage, (2) l'exactitude avec laquelle ils évaluent leur niveau de connaissances à l'issue de la collaboration. Par ailleurs, moins ils font de transitions entre leur propre carte et la carte collaborative, (1) meilleures sont leurs performances d'apprentissage, (2) plus exacte est la représentation qu'ils ont des connaissances de leur partenaire.

Il est bien évident qu'aucune interprétation causale de ces différentes corrélations ne peut être donnée. Une analyse conjuguée des données oculaires, des interactions verbales et des cartes conceptuelles est nécessaire, notamment pour identifier les stratégies et processus qui sous-tendent les transitions oculaires entre les trois cartes (carte collaborative et cartes individuelles) ou encore pour mieux comprendre la relation négative entre l'attention portée à la carte des propres connaissances, les performances d'apprentissage et l'exactitude de la représentation que les co-apprenants ont de leurs connaissances ou de celles de leur partenaire. Plusieurs explications d'une telle relation peuvent être données ; il est ainsi possible de penser que les tendances à se focaliser sur la carte de ses propres connaissances ou encore à faire de fréquentes transitions entre sa propre carte et la carte collaborative, peuvent être associées à des difficultés soit à comprendre le thème d'apprentissage, soit à collaborer et se décentrer de son point de vue pour considérer celui de son partenaire [KRAUSS & FUSSELL 91]. Le fait d'apporter aux co-apprenants des informations sur leur propre expertise ainsi que sur celle de leur partenaire peut les amener à prendre conscience des écarts de compréhension réciproques, et avoir ainsi des effets positifs sur la collaboration et l'apprentissage ; c'est par exemple le cas dans l'expérience de [ENGELMANN & TERGAN 2007] où il faut toutefois rappeler que les co-apprenants ont été confrontés à des cartes de connaissances pré-construites représentant les connaissances d'experts fictifs et non leurs connaissances réelles ou celles de leurs partenaires. Toutefois, comme le suggèrent [BUCHS et al. 2004], présenter en même temps des informations sur l'apprenant et sur son partenaire peut engendrer des phénomènes de comparaison sociale qui sont susceptibles d'être nuisibles pour l'apprentissage. En l'occurrence, la comparaison sociale peut entraîner une diminution des ressources attentionnelles normalement allouées à la tâche et par conséquent une focalisation attentionnelle sur certains éléments de la tâche au détriment d'autres [BUTERA et al. 2006]. Des recherches complémentaires doivent être menées pour comprendre les conditions dans lesquelles offrir la possibilité aux co-apprenants de consulter leurs propres connaissances et les comparer/confronter aux connaissances de leur partenaire peut avoir soit des effets positifs, soit des effets négatifs sur l'apprentissage. Les résultats de la présente recherche et les pistes de réflexion qu'elle suscite, notamment sur la question de permettre aux co-apprenants d'accéder à leurs connaissances personnelles et les comparer à celles de leur partenaire pendant la collaboration, nous semblent dignes d'intérêt lorsqu'il s'agit de développer des outils d'awareness des connaissances (KATs) pour des environnements d'apprentissage collaboratif à distance.

Remerciements

L'étude présentée ici est issue d'un projet financé par le Fonds National Suisse (FNS) de la recherche scientifique.

5. Bibliographie

[BODEMER, 10] Bodemer, D.. « Tacit guidance for collaborative multimedia learning », *Computers in Human Behavior*, In press.

[BUCHS et al. 2004] Buchs, C., Butera, F., & Mugny, G., « Resource interdependence, student interactions and performance in cooperative learning », *Educational Psychology*, n° 24(3), 2004, p. 291-314.

[BUDER 10] Buder, J., « Group awareness tools for learning: Current and future directions », *Computers in Human Behavior,* In press.

[BUTERA et al. 2006] Butera, F., Darnon, C., Buchs, C., & Muller, D., Les méfaits de la compétition : de la comparaison sociale et de la focalisation dans l'apprentissage. In R.-V. Joule & P. Huguet (Eds). *Bilans et perspectives en psychologie sociale*, Presses Universitaires de Grenoble, Grenoble, 2006, p. 15-44.

[DILLENBOURG 99] Dillenbourg, P., « What do you mean by collaborative learning? » In P. Dillenbourg (Ed.), *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches*, Elsevier, Oxford, 1999, p. 1-19.

[DOURISH & BELLOTTI 92] Dourish, P. & Bellotti. V., « Awareness and coordination in shared workspaces ». In J. Turner & R. Kraut (Eds.) *Proceedings of CSCW'92: ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*, Toronto, Canada, 1992, p. 107-114.

[ENGELMANN & TERGAN 2007] Engelmann, T., & Tergan, S.-O., An innovative approach for fostering computer-supported collaboration. In C. Chinn, G. Erkens, & S. Puntambekar (Eds.), *Proceedings of the 7th Computer Supported Collaborative Learning Conference*, International Society of the Learning Sciences, New Brunswick, 2007, p. 187-189.

[FITZGERALD et al. 2003] Fitzgerald, J. T., White, C. B., & Gruppen, L. D., « A longitudinal study of self-assessment accuracy », *Medical Education*, n°37, 2003, p.645-649.

[KRAUSS & FUSSELL 91] Krauss, R. M., & Fussell, S. R., « Perspective-taking in communication: Representations of others' knowledge in reference », *Social Cognition*, n° 9, 1991, p. 2-24.

[LUND 2007] Lund, K., « The importance of gaze and gesture in interactive multimodal explanation », *International Journal of Language Resources and Evaluation*, n°41(3-4), 2007, p. 289-303.

[MOLINARI et al., 2009] Molinari, G., Sangin, M., Dillenbourg, P., & Nüssli, M-A., « Knowledge interdependence with the partner, accuracy of mutual knowledge model and computer-supported collaborative learning », *European Journal of Psychology of Education*, n°24(2), 2009, p. 129-144.

[SANGIN et al., 10] Sangin, M., Molinari, G., Dillenbourg, P., & Nüssli, M-A., « Facilitating peer knowledge modeling: effects of a knowledge awareness tool on collaborative learning outcomes and processes », *Computers in Human Behavior,* In press.