

Implications d'un modèle de coopération pour la conception d'outils collaboratifs

Gregory Dyke, École Nationale Supérieure des Mines de St. Etienne, Dyke@emse.fr

Kristine Lund, ICAR, CNRS, Université de Lyon, Kristine.Lund@univ-lyon2.fr

Résumé: *Les choix de conception d'outils collaboratifs sont souvent basés sur des choix technologiques ou arbitraires. Parfois, ces choix peuvent avoir une justification ancrée dans la pédagogie ou les sciences socio-cognitives ; nous postulons que de telles justifications sont préférables. Dans cet article, nous expliquons comment un modèle socio-cognitif de la coopération nous a guidé dans nos choix de conception pour un éditeur de texte partagé. Nous décrivons nos hypothèses quant aux liens entre les alternatives de conception et les formes de coopération rendues possibles ainsi que le choix que nous avons fait, en fonction de nos questions de recherche. Nos observations ayant partiellement confirmé ces hypothèses, nous postulons qu'il y a un lien fort entre les modèles socio-cognitifs d'interaction et les propriétés d'outils collaboratifs qui peut être exploité judicieusement, notamment pour la conception de tels outils.*

1. Introduction

Une approche de la recherche en EIAH/CSCL¹ consiste à s'intéresser à l'apprentissage et aux interactions qui résultent de l'utilisation d'outils collaboratifs (par exemple, Baker & Lund, 1997). Une deuxième approche, apparentée au domaine de l'interaction homme-machine, s'intéresse à observer l'utilisation pour améliorer les outils (par exemple, Olson, Olson, Carter, & Storosten, 1992). Ces deux attitudes, loin d'être mutuellement exclusives, sont souvent complémentaires. Nous postulons que, si les formes d'interactions observées ne sont pas inéluctablement imposées par les outils utilisés, ces outils ont néanmoins une très forte influence sur ces interactions (Guzdial, 1997; Lund, 2004; De Vries, Lund, & Baker, 2002; Decortis, Rizzo, & Saudelli, 2003) ; ainsi, même lorsqu'une étude ne s'y intéresse que peu, il pourrait s'avérer impossible de faire abstraction des outils ou de leur instrumentation (Rabardel, 2003).

¹ Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain/Computer Supported Cooperative Learning.

La complémentarité inverse a été proposée. Briggs (2006) affirme que la conception d'outils collaboratifs devrait s'appuyer sur les différentes théories qui ont été élaborées en interaction homme-machine et en sciences cognitives, particulièrement lorsque ces théories peuvent apporter une notion de causalité entre les choix de conception et l'utilisation des outils. Dans cet article, nous présenterons une étude au cours de laquelle nous avons pris des décisions de conception en fonction du modèle de coopération décrit par Baker (2002) ainsi que les résultats préliminaires de cette étude qui tendent à justifier notre décision. Finalement, nous montrerons comment ce modèle de coopération pourrait s'appliquer au cas général pour décrire des outils collaboratifs.

2. Situation

Dans le cadre d'une étude au sein du projet CICLOPE², nous nous sommes intéressés aux facteurs influençant la coopération (Lund, Rossetti & Metz, 2007). Ces facteurs se partagent en facteurs internes (tels que les échanges sociaux, la structuration de la communication et les rôles socio-institutionnels des participants) et en facteurs externes (tels que les ressources et moyens de communication à disposition). Ne voulant étudier que les facteurs internes, nous avons voulu minimiser l'influence des facteurs externes (tout en sachant que leur effet serait toujours présent).

Cette étude a porté sur douze dyades qui avaient pour tâche la co-rédaction d'un texte procédural pour le pliage d'un origami à partir d'une vidéo illustrant ce pliage. Cette tâche s'est effectuée en synchrone et à distance. L'environnement collaboratif dans lequel les participants ont travaillé leur fournissait un lecteur vidéo (individuel) une zone de chat ainsi qu'un éditeur de texte partagé.

Lors d'une étude pilote, nous avons remarqué que l'éditeur de texte partagé utilisé n'avait pas un fonctionnement très cohérent. Il permettait à tous les participants d'essayer d'écrire simultanément mais ne gardait que les modifications d'un participant à la fois et n'avait pas de mécanisme permettant de réguler la situation. Nous avons donc pu, en regard avec nos questions de recherche, participer aux décisions de conception concernant l'amélioration de

² L'occulométrie pour la caractérisation de l'activité collaborative lors de l'apprentissage à distance (financé par l'université de Lyon).

cet éditeur de texte.

3. Les choix de conception d'outils collaboratifs

Considérons deux formes d'éditeur de texte partagé, parmi de nombreuses autres (Sun, Jia, Zhang, Yang, & Chen, 1998; Handley & Crowcroft, 1997). La première forme incorpore un jeton de prise de tour (à un moment donné, seule une personne possède le jeton et son droit de rédaction associé) ; la deuxième permet une rédaction simultanée par tous les participants, fonctionnant comme un ordinateur avec plusieurs souris et claviers (et par conséquent, un curseur par souris dans l'éditeur de texte). Quelle serait la différence entre ces deux éditeurs de texte ? Lequel des deux devrait être utilisé (et, plus pragmatiquement, implémenté par les concepteurs de l'environnement collaboratif ? Ce choix pourrait être purement technologique (le premier est plus facile à implémenter) ou arbitraire (le second semble offrir une variété de fonctionnement plus grande).

Une des fonctions de l'éditeur collaboratif de graphes argumentatifs de DREW³ (Corbel, Girardot, & Jaillon, 2002; Corbel et al., 2003) est "l'écrasement des boîtes", qui met graphiquement en évidence le fait qu'un argument ou une thèse est sujet de désaccord. Cette fonction a été motivée par des raisons pédagogiques (Baker, Quignard, Lund, & van Amelsvoort, 2002) : isoler les postulats contentieux permet de centrer la discussion sur les raisons sous-jacentes à ces désaccords ; cela permet de dénouer les notions en jeu et ainsi progresser vers une solution commune. A l'instar de ce constat, nous supposons préférable de motiver notre choix par une justification cognitive ou pédagogique, à priori plus raisonnée qu'une justification technologique ou subjective et arbitraire.

4. Baser des choix de conceptions sur un modèle socio-cognitif

La caractérisation d'interactions dyadiques collectives spécifiée par Baker (2002) décrit trois dimensions que l'on peut supposer indépendantes (malgré la présence probable d'interdépendances). La symétrie décrit les rôles endossés par les partenaires pendant leur interaction. L'accord reflète les différences d'attitudes et de croyances publiquement exprimées et en rapport avec la tâche collaborative. L'alignement correspond au degré

³ DREW (Dialogical Reasoning Educational Website) a été conçu et développé dans le cadre du projet européen SCALE (Outils intelligents basés sur internet pour soutenir l'apprentissage basé sur l'argumentation dans les écoles secondaires, 2001-2004, 5e plan européen, IST (Internet Society et Technologies).

d'avancement "en phase" en termes de compréhension mutuelle et d'étapes de résolution coopérative de problèmes. En combinant les extrêmes de chaque dimension, il est possible de présenter huit catégories de coopération, allant de la co-construction (coopération alignée, symétrique et en accord) à l'argumentation unilatérale apparente (coopération non-alignée asymétrique et en désaccord).

Notre étude prévoyait d'analyser les différentes instances de co-rédaction avec ces dimensions et d'examiner les liens entre telles formes de coopération et les différents facteurs internes à la coopération. Nous voulions par conséquent minimiser l'influence des facteurs externes afin de voir comment les participants organisaient leur coopération à partir d'une base technologique aussi libre que possible. Le seul de ces facteurs sur lequel nous pouvions exercer une influence était l'éditeur de texte partagé. Nous avons examiné l'effet possible d'un éditeur de texte partagé à un curseur ou à deux curseurs sur les formes de coopération possibles (cf. fig. 1).

| | Accès libre | Accès par jeton |
|------------|---|--|
| Symétrie | Deux participants peuvent prendre le rôle de scribe | Deux participants ne peuvent prendre le rôle de scribe simultanément |
| Accord | Accord sur le contenu | Accord sur l'accès et sur le contenu |
| Alignement | Plus difficile lors de rédaction simultanée | Le participant n'ayant pas le jeton est obligé de ne faire qu'observer et sera peut-être plus attentif |

Fig.1 Effet du mode d'accès sur les dimensions de symétrie, d'accord et d'alignement.

Dans un éditeur de texte à accès libre, nous avons noté que les deux participants pouvaient prendre simultanément le rôle de scribe, ce qui n'était pas possible lors d'un accès par jeton, celui-ci imposant une participation asymétrique (du moins localement, une telle participation

pouvant se révéler symétrique sur l'ensemble de l'interaction si les rôles sont régulièrement échangés). Il nous semble que l'accès par jeton soit potentiellement plus favorable à une observation attentive du participant passif lors d'une phase de rédaction et que l'alignement en serait meilleur ; en effet, le participant passif ne pouvant rédiger, ses deux options participatives sont de communiquer dans le chat et de suivre la rédaction qui est en train de se dérouler. Pour ce qui est de l'accord, les deux formes apportent un élément de discordance : il faut se mettre d'accord pour le contenu pour l'accès libre et se mettre d'accord sur l'accès (moyennant potentiellement un accord préalable sur le contenu) pour l'accès par jeton. Feidas (2001) fait état de ce problème et remarque que la régulation de la prise de main par jeton dans une situation d'interaction médiatisée à distance est probablement plus efficace car elle élimine certaines difficultés organisationnelles liées à la distance (absence de déictiques et pauvreté du canal de communication).

À la fois pour l'alignement, la symétrie et l'accord, l'éditeur de texte avec accès par jeton semblait avoir une influence plus forte, notamment en termes de symétrie. Pour cette raison, nous avons choisi une forme avec accès partagé. Une contrainte moins forte permettrait aux dyades de s'organiser de la manière aussi "naturelle" que possible dans les limites des autres contraintes imposés par le déroulement de l'étude. De plus, l'heuristique de l'efficacité n'étant pas notre préoccupation principale (nous ne cherchions pas à améliorer le processus de co-rédaction, mais d'étudier son déroulement dans une situation donnée), cela nous a permis de mettre de côté le résultat de Feidas (2001).

Nous avons brièvement entretenu l'idée d'avoir des contributions colorées en fonction du participant, mais nous avons préféré laisser l'entier du texte en noir, afin que l'éditeur de texte partagé soit un artefact co-construit de manière consensuelle avec une notion implicite d'accord, obligeant le désaccord à s'exprimer dans l'autre canal de communication, le *chat*.

5. Résultats de l'étude

Hormis les résultats liés à nos questions de recherche principales, nous avons examiné la pertinence de notre décision pour l'éditeur de texte partagé. Notre intérêt principal portait sur l'observation d'un spectre maximal de formes de co-rédaction de texte (ces formes étant définies par les rôles pris par chaque participant). Nous avons notamment identifié les quatre formes suivantes que différentes dyades ont adoptées à différents moments (cf fig. 2) :

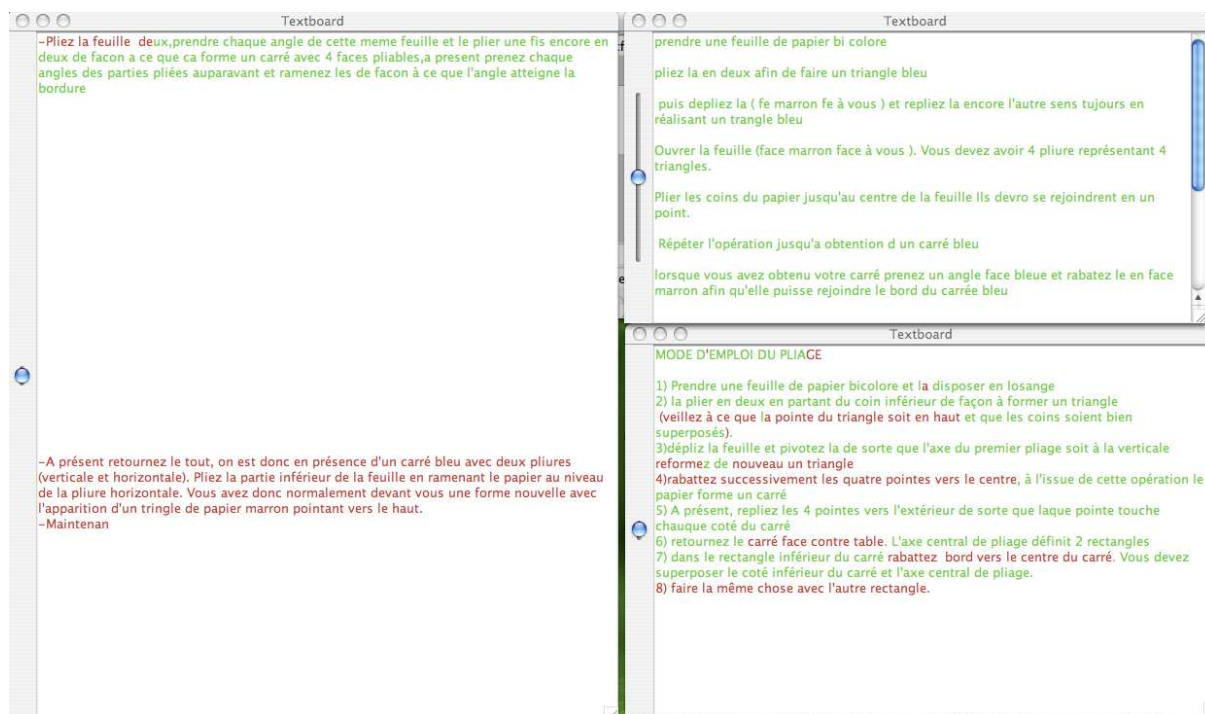


Figure 2. Trois extraits de co-rédaction avec coloration par participant pour faciliter l'analyse. A gauche, la rédaction distribuée (cas 2) ; en haut à droite, une rédaction exclusive (cas 1) ; le texte en bas à droite est le fruit une combinaison de phases de rédaction alternée (cas 3) et de rédaction/correction (cas 4)

- 1) Rédaction exclusive par l'un des participants en copiant ses propres suggestions ou celles de son binôme dans le chat et en les collant dans l'éditeur de texte partagé, ou en rédigeant directement dans l'éditeur de texte partagé.
- 2) Rédaction distribuée : après discussion, les participants se sont réparti les tâches et ont rédigé simultanément leurs sections respectives.
- 3) Rédaction alternée : les participants ont rédigé tour à tour dans l'éditeur de texte partagé, chacun reprenant là où l'autre avait arrêté. Cette alternance s'est faite de manière très "naturelle", la discussion dans le *chat* portant sur le contenu de l'éditeur de texte partagé et non sur l'organisation de la rédaction.
- 4) Rédaction/correction : l'un des participants a été le principal rédacteur du texte et, simultanément, son binôme est passé "derrière lui", corrigeant des fautes et ajoutant des précisions.

La première forme est la seule qui aurait facilement été possible avec un éditeur de texte à accès par jeton. La rédaction distribuée n'aurait pas été possible à moins que l'un des participants ne rédige ailleurs et ne prenne le jeton d'accès que pour y copier son texte ; dans

ce binôme nous avons cependant observé des remarques sur le texte de l'autre participant dans le *chat* alors que les deux participants étaient en train de rédiger ; ils avaient donc un regard sur le travail de l'autre. La rédaction alternée aurait été possible avec un accès par jeton, mais n'aurait probablement pas pu se passer de façon aussi naturelle : en effet, la prise du jeton aurait ajouté un obstacle. La quatrième forme que nous avons observée est particulière à trois égards : elle n'aurait pas été possible avec un éditeur de texte avec accès par jeton, ni en présentiel, que ce soit avec une feuille de papier ou avec un ordinateur ; elle correspond à une situation asymétrique de travail (rôles de rédacteur et d'éditeur) ; enfin, elle est présente au moins occasionnellement chez 7 binômes sur 12. Nous avons là ce qui semble être une forme de coopération naturelle lors de la co-rédaction de textes mais qu'il est peu probable que les participants aient appliquée antérieurement (les occasions d'utiliser un éditeur de texte partagé restant de nos jours relativement rares).

En termes d'alignement et d'accord, nous n'avons pas pu identifier de cas qui semblait influencé par l'implémentation de l'éditeur de texte. Nous avons cependant remarqué qu'il y avait nettement plus de discussion au sujet du contenu de l'éditeur de texte que pendant l'étude pilote. Il n'est pas clair si cette discussion provient d'un problème d'alignement créé par l'accès libre (non-prise en compte des modifications de l'autre), d'un problème d'accord créé par l'accès libre (rédaction sans consultation) ou par le caractère consensuel de l'éditeur de texte, ou encore d'un autre facteur externe.

La variété des formes de répartition de rôles (et les différents niveaux de symétrie conséquents) que nous avons pu observer nous a confirmé la pertinence de notre choix. Celui-ci est mitigé par notre incertitude quant à l'effet sur l'accord et l'alignement entre un éditeur de texte à accès libre ou à accès par jeton. Nous remarquons que notre hypothèse sur la prise de rôle par jeton (impossibilité que les deux participants prennent simultanément le rôle de scribe) qui semblait défavoriser la symétrie, défavorise en réalité toute prise de rôles nécessitant l'accès simultané à l'éditeur de texte, incluant aussi la coopération asymétrique rédacteur/éditeur.

6. Généralisation de notre approche

Nous proposons de généraliser notre approche en créant une description d'outils basée sur des modèles d'interaction (dont le modèle de coopération de Baker (2002) est un exemple). Ainsi,

un outil peut imposer, exclure, favoriser ou défavoriser une forme d'interaction donnée. Cette description se distingue de la catégorisation de médias communicatifs de Clark et Brennan (1991) dans la mesure où cette dernière décrit les propriétés *a posteriori* d'un média alors que nous établissons le lien entre ces propriétés et leur influence *a priori* sur des interactions collectives, attribuant transitivement les dimensions d'interaction sur les outils eux-mêmes.

Dans le cas de la dimension de symétrie et de notre éditeur de texte partagé, nous pouvons dire que l'accès par jeton impose une collaboration asymétrique alors que l'accès libre ne contraint pas la symétrie ; les participants sont libres de s'organiser de manière symétrique ou asymétrique. En fonction de nos questions de recherche, nous avons souhaité minimiser l'influence de l'éditeur de texte partagé sur la symétrie. D'autres questions de recherche ou d'autres scénarios pédagogiques nous mèneraient peut-être à vouloir favoriser une participation asymétrique et utiliseraient un éditeur de texte à accès par jeton.

Une autre forme d'éditeur de texte collaboratif permet aux participants d'acquérir le droit d'édition au niveau d'un paragraphe, de le modifier en privé et de le publier afin que les autres participants puissent prendre note de son contenu. Il est cependant probable que le laps de temps entre l'initiation d'une édition et sa publication finale soit défavorable à l'alignement.

À titre d'exemple d'application de ces concepts à d'autres outils, nous pouvons analyser le *chat* en termes d'alignement, de symétrie et d'accord. Comme dans le paragraphe précédent, le temps entre l'initiation de la rédaction d'un message et son envoi est vraisemblablement problématique pour l'alignement. Le désaccord est facile à exprimer et à résoudre, chaque message étant intrinsèquement lié à son auteur. La symétrie n'est pas affectée par le chat vu qu'il est à accès libre.

Plus généralement, nous pouvons essayer d'établir un lien entre certaines des propriétés définies par Clark et Brennan (1991) et les formes de coopération qu'elles peuvent favoriser ou défavoriser. Il semblerait que nous puissions tirer un lien entre la présence d'espaces privés de rédaction qui ne sont pas immédiatement publiés et l'alignement. Clark et Brennan (1991) appellent *révisabilité* la possibilité de relire et modifier un message avant de le publier. Dans le cas de communications synchrones, cet apport est probablement à mesurer contre son coût en alignement.

La symétrie semble être principalement affectée (au niveau des outils) par la *simultanéité* (accès simultané au canal de communication). L'absence de simultanéité limite les rôles qui peuvent être pris simultanément et favorisent l'asymétrie (du moins l'asymétrie "locale"). Dans le cas général, la simultanéité est technologiquement difficile (Sun *et al.*, 1998) ; voilà un cas où, dans la mesure du possible, un choix de conception ne devrait pas être fait que pour une raison de difficulté technologique.

Enfin, l'accord et le désaccord, exprimables dans un médium purement communicatif ne sont pas aussi faciles à exprimer dans un artefact informatique co-construit tel qu'un éditeur de texte partagé ou un tableau blanc. La présence d'outils de déictique pourrait faciliter l'expression de l'accord ou du désaccord en ajoutant un moyen de communiquer spécifiquement à propos de l'artefact en cours de construction. De même l'attribution d'un auteur explicite à chaque sous-partie de l'objet pourrait faciliter l'expression de l'accord ou du désaccord en permettant aux participants de repérer les modifications de leurs contributions, mais serait à évaluer en fonction de son effet sur le processus général de coopération.

Cette analyse inspirée d'un modèle socio-cognitif aurait trois fonctions principales : apporter un vocabulaire spécifique pour la discussion d'outils collaboratifs ; prédire l'influence d'outils sur la collaboration résultante (une fois que le lien que nous postulons sera plus fermement établi) ; servir de justification théoriquement fondée pour des choix de conception.

7. Perspectives à court terme

Afin de confirmer la validité de cette généralisation, nous prévoyons de mettre en place une étude visant à comparer l'effet d'un éditeur de texte à accès libre avec un éditeur de texte à accès par jeton. Nous pourrions ainsi vérifier nos résultats en termes de symétrie, mais aussi essayer d'approfondir notre compréhension de l'effet sur l'alignement et l'accord. À terme, nous espérons pouvoir fournir des outils dont le mode d'accès est configurable et y joindre nos résultats sur l'effet d'un mode d'accès ou d'un autre.

Il faudrait aussi poursuivre la réflexion en termes d'appartenance de sous-objets d'artefacts co-construits et de leur effet sur l'accord ainsi qu'en termes de révisabilité et de son effet sur l'alignement.

Ces dimensions de coopération sont aussi à affiner. Comment décrire la différence entre une dyade qui échange constamment les rôles de rédacteur et de lecteur (en asymétrie locale permanente, mais en symétrie sur la durée) et une dyade caractérisée par des phases de

rédaction individuelle et des phases de lecture (symétrie locale permanente, symétrie sur la durée). Si l'accord porte sur ce qui est exprimé publiquement, peut-on parler d'accord ou de désaccord dans un artefact informatique dont le rôle premier n'est pas la communication (l'éditeur de texte, par opposition au *chat* par exemple).

Enfin, nous souhaitons généraliser notre démarche de conception d'outils informatiques, essayant à chaque prise de décision de trouver des raisons basées sur la théorie et non sur la faisabilité technologique.

8. Conclusion

Dans cet article, nous avons montré comment un modèle cognitif de la coopération nous a amené à faire un choix de conception théoriquement fondé et en fonction de nos questions de recherche. Nous avons ensuite expliqué comment ce modèle de la coopération pouvait mener à un vocabulaire d'analyse permettant de décrire des outils collaboratifs. Cette analyse met en évidence le lien entre l'accès à un outil (libre ou par prise de main) et la symétrie de l'interaction résultant de l'utilisation d'un tel outil. Elle souligne aussi les problématiques d'espaces privés en rapport avec l'alignement et d'association d'objets à un auteur en rapport avec l'accord dans le cadre d'un artefact informatique co-construit.

Une formalisation de cette approche à l'analyse pourrait mener à une méthode d'étude d'outils collaboratifs. Cette analyse déterminerait, *a priori*, les propriétés collaboratives d'un outil et servirait à prédire l'influence potentielle d'un choix technologique ainsi qu'à former des hypothèses sur l'utilisation de l'outil résultant. En étendant son champ d'application au-delà du modèle de coopération proposé par Baker (2002), nous pourrions établir un moyen général pour effectuer et justifier des choix technologiques par des concepts théoriques. Ces justifications seraient à privilégier sur des justifications faisant appel à des raisons technologiques.

Enfin, nous espérons avoir apporté un exemple d'utilisation d'un concept issu des sciences cognitives pour répondre à une question concrète de conception. Nos résultats semblent confirmer la pertinence de notre choix et valorisent une vision d'ensemble du domaine dans laquelle les concepteurs d'environnements collaboratifs s'appuient sur les théories des sciences socio-cognitives et dans laquelle ceux-ci examinent l'influence potentielle de leur résultats sur conception des outils informatiques de demain.

References

- Baker, M. (2002). Forms of cooperation in dyadic problem-solving. In P. Salembier & T. H. Benckekron (Eds.), *Cooperation and complexity in sociotechnical systems* (Vol. 16, pp. 587–620). Lavoisier.
- Baker, M., & Lund, K. (1997). Promoting reflective interactions in a computer-supported collaborative learning environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 13, 175–193.
- Baker, M., Quignard, M., Lund, K., & van Amelsvoort, M. (2002). Designing a computer-supported collaborative learning situation for broadening and deepening understanding of the space of debate. In *Proceedings of the fifth conference of the international society for the study of argumentation* (pp. 55–61). Amsterdam: Sic Sat Publications.
- Briggs, R. (2006). On theory-driven design and deployment of collaboration systems. In *Int. J. Human-Computer Studies* 64 (pp. 573–582).
- Clark, H., & Brennan, S. (1991). Grounding in communication. In L. Resnick, J. Levine, & S. Teasley (Eds.), *Perspectives on socially shared cognition*. APA.
- Corbel, A., Girardot, J., & Jaillon, P. (2002). Drew: A dialogical reasoning web tool. In *Int. conf. on ict's in education*. Badajoz, Spain.
- Corbel, A., Jaillon, P., Serpaggi, X., Baker, M., Quignard, M., Lund, K., et al. (2003, April). Drew: Un outil internet pour créer des situations d'apprentissage coopérants [Drew: An internet tool for creating cooperative learning situations]. In Desmoulin, Marquet, & Bouhineau (Eds.), *Eiah2003 environnements informatiques pour l'apprentissage humain* (pp. 109–113). Strasbourg.
- De Vries, E., Lund, K., & Baker, M. (2002). Computer-mediated epistemic dialogue: Explanation and argumentation as vehicles for understanding scientific notions. *The Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 63–103.
- Decortis, F., Rizzo, A., & Saudelli, B. (2003). Mediating effects of active and distributed instruments on narrative activities. *Interacting with Computers*, 15(6), 801–830.
- Feidas C., Komis V., Avouris N. (2001). Design of collaboration-support tools for group problem solving. In N. Avouris, & N. Fakotakis (Eds.), *Advances in HCI*, Typorama, Greece, pp. 263–268.
- Guzdial, M. (1997). Information ecology of collaborations in educational settings: Influence

- of tool. In *Cscl 97 proceedings* (pp. 83–91).
- Handley, M., & Crowcroft, J. (1997). Network text editor (NTE): A scalable shared text editor for the MBone. In *SIGCOMM* (pp. 197–208).
- Lund, K. (2004). Human support in cscl: what, for whom and by whom? In J.-W. Strijbos, P. Kirschner, & R. Martens (Eds.), *What we know about CSCL in Higher Education* (pp. 167–198). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Lund, K., Rossetti, C., & Metz, S. (2007, à paraître). Do internal factors of cooperation influence computer-mediated distance activity? *Proceedings of the international conference CSCL 2007*, July 16-21, New Brunswick, New Jersey, USA.
- Olson, G., Olson, J., Carter, M., & Storrosten, L. (1992). Small group design meetings: An analysis of collaboration. *Human Computer Interaction*, 7, 347–374.
- Rabardel, P. (2003). From artefact to instrument [Editorial]. *Interacting with Computers*, 15(5), 641–645.
- Rossetti, C. (2006). *Etude de l'interaction langagière dans une situation de conception conjointe à distance médiatisée par ordinateur [Study of speech interaction in a situation of joint distant computer mediated design]*. Master's thesis in cognitive sciences, Université Lumière Lyon 2, Lyon, France.
- Sun, C., Jia, X., Zhang, Y., Yang, Y., & Chen, D. (1998). Achieving convergence, causality preservation and intention preservation in real-time cooperative editing systems. *ACM transactions on Computer-Human Interaction*, 5 (1), 63–108.