

Interactions épistémiques médiatisées par ordinateur pour la co-élaboration des notions scientifiques

Michael BAKER*, Erica DE VRIES**, Kristine LUND*, Matthieu QUIGNARD*

* UMR 5612 GRIC, Groupe de Recherches sur les Interactions Communicatives, Équipe Interaction & Cognition, C.N.R.S. & Université Lumière Lyon 2, 5, avenue Pierre Mendès-France, 69676 BRON Cedex, France. Courrier électronique : {[Michael.Baker.Kristine.Lund.Matthieu.Quignard](mailto:Michael.Baker.Kristine.Lund.Matthieu.Quignard@univ-lyon2.fr)}@univ-lyon2.fr

** Laboratoire de Sciences de l'Éducation, Université Pierre-Mendès-France de Grenoble, BP 47, F-38040 Grenoble cedex 9, France. Courrier électronique : Erica.deVries@upmf-grenoble.fr

Introduction

Dans ce court chapitre nous résumons les principaux résultats obtenus lors d'un programme de recherche à cinq ans dont le but était d'élaborer des environnements d'apprentissage coopératif, conçus pour favoriser la co-élaboration des notions scientifiques dans les interactions épistémiques médiatisées par ordinateur. Ces environnements permettent la communication écrite et quasi-synchrone à travers Internet, lors de l'utilisation collective et à distance d'interfaces conçues pour la réalisation de tâches de résolution de problèmes (la modélisation scientifique, l'écriture de textes). Dans le cadre de notre projet, la conception, la réalisation et l'étude de tels moyens de communication méritent quelques explications préalables, compte tenu des difficultés inhérentes à leurs utilisations (Clark et Brennan, 1991) : la communication écrite, en l'absence de la co-présence, ne freine-t-elle pas l'expression « libre », et, par voie de conséquence, la co-construction d'idées ? C'est bien entendu le cas dans une certaine mesure. Cependant, nous pensons que ces difficultés pourraient être surmontées grâce au fait que ces interfaces permettent au chercheur de mieux *structurer* d'une part, la nature de l'interaction communicative, et d'autre part, la séquence de résolution de problèmes, contrairement à l'interaction orale en face-à-face.

Ainsi, nous nous sommes fixé l'objectif plus spécifique d'explorer à la fois les mérites et les limites de ces environnements d'apprentissage coopératif pour favoriser les interactions épistémiques constructives (Baker, 1999). Notre question de recherche se pose en ces termes : quelles sont les caractéristiques des situations d'apprentissage qui favorisent la mobilisation et l'élaboration des

notions scientifiques chez les apprenants ? Les situations étant conçues pour la réalisation d'activités déterminées, notre première question en soulève une seconde : par quels processus les apprenants élaborent-ils des notions scientifiques ? Disposer d'une réponse à cette seconde question permettrait de mieux définir les objectifs dans la conception des situations et de les valider.

Nous présenterons tout d'abord la notion d'interactions épistémiques, les caractéristiques des situations propices à leur mise en œuvre et les processus interactifs concernés pouvant produire des apprentissages sur le plan conceptuel. Par la suite, nous résumerons notre programme de recherche sur les interactions médiatisées par ordinateur. Enfin, en guise de conclusion, nous présenterons quelques directions de recherches futures.

1 Les interactions épistémiques, conditions d'émergence et potentiel de construction de connaissances

Les travaux sur l'enseignement des sciences menés depuis de nombreuses années ont montré que les élèves, même au niveau de l'université, traitent rarement des notions sous-jacentes aux activités pédagogiques, même s'ils résolvent avec succès de nombreux problèmes (par ex., Driver et al., 1985 ; Tiberghien, 1994). D'autre part, Ohlsson (1996) a constaté que les recherches sur l'apprentissage menées en psychologie cognitive ces dernières décennies ont mis l'accent sur l'étude de l'acquisition des procédures, au lieu de l'élaboration de « la compréhension » sur le plan conceptuel.

Notre positionnement théorique en relation avec ces questions peut se résumer en trois points essentiels. Premièrement, dans la lignée de la pensée vygotkienne, nous identifions *l'interaction sociale* comme le terrain privilégié de l'élaboration des notions scientifiques. Deuxièmement, si le milieu inanimé peut fournir des rétroactions essentielles pour l'apprentissage (PIAGET), le recours à *la langue*, « réservoir » de la culture (SAUSSURE) est incontournable en dernier lieu, afin de donner sens à une activité. Enfin, parmi les différents types d'interactions communicatives qui peuvent être produites dans des situations d'apprentissage, nous constatons que les interactions argumentatives et explicatives sont particulièrement propices à la co-élaboration des notions. À la suite d'Ohlsson (op.

cit.), nous les appelons *interactions épistémiques*, car, outre les multiples relations qui existent entre l'explication et l'argumentation (voir par exemple Plantin, 1996, pp. 45-46), la connaissance, sa structuration et ses fondements, constituent précisément les objets, les moteurs et les enjeux de ce type de dialogue.

Se pose alors la question des conditions nécessaires pour l'engendrement d'interactions épistémiques et de leur fonctionnement par rapport à la co-élaboration des connaissances. Comme l'a fort bien remarqué Golder (1996), on n'argumente (ni n'explique) pas dans n'importe quelle situation, avec n'importe qui, par rapport à n'importe quel thème. Les caractéristiques de situations de production du discours argumentatif peuvent être cernées selon un ensemble de quatre « espaces » : *référentiel*, *intersubjectif*, *social* et *physique*. Dans le premier cas, il s'agit d'une part, de la nature intrinsèque du référent ou thème, et d'autre part, de la représentation que le locuteur s'en fait (ce dont il va parler) ; dans le deuxième, de la différence entre les connaissances et points de vue des interlocuteurs. Un autre facteur important, que l'on place dans l'espace référentiel, est la nature sémiotique des représentations des contenus. En effet, la « traduction » entre des différents types de représentations sémiotiques du problème, lorsqu'elle est réussie, peut être un facteur d'apprentissage en soi (Cox et Brna, 1995 ; Ainsworth, 1999). L'espace social comprend la dimension socio-affective de la relation interpersonnelle et le cadre institutionnel (par exemple, un discours raciste n'est pas — heureusement — recevable à l'école). Enfin, l'espace physique renvoie à l'ensemble des objets et des artefacts disponibles pour la résolution de problèmes, et pour la communication, mais qui peuvent, *a priori*, influencer ces activités. Dans le présent cas, il est évident que les caractéristiques des outils de communication disponibles sont très importantes dans la mise en œuvre de l'activité collective.

Si des conditions bien contraignantes doivent être réunies afin que les élèves puissent produire spontanément des interactions épistémiques, des recherches antérieures (par ex. Cauzinille-Marmèche, Mathieu, et Weil-Barais, 1983 ; Baker 1996) ont montré que cela est d'autant plus difficile dans le cas des problèmes *scientifiques* à l'école. D'une part, ce fait s'explique sûrement par la nature factuelle du référent, et l'absence, pour beaucoup d'élèves, d'enjeux (et de motivations ?) personnels associés à l'apprentissage des sciences. Mais l'explication réside également dans la difficulté d'atteindre *un point*

d'équilibre délicat entre des facteurs présentant parfois un caractère paradoxal. Par exemple, il est peu probable que les apprenants puissent adopter de positions argumentatives stables par rapport à des connaissances qui, par hypothèse, sont en cours d'élaboration (Nonnon, 1996). De même, si la poursuite du dialogue exige l'approfondissement des divergences, ceci constituera également une menace pour la relation sociale : comment naviguer entre le consensus trop facile et la querelle ? Nous décrivons ci-dessous nos tentatives d'atteindre de tels points d'équilibre dans les interactions médiatisées.

Supposons enfin que l'on puisse susciter la production d'interactions épistémiques : pour quelles raisons (par quels processus) produiraient-elles de nouvelles connaissances ? Dans nos recherches antérieures (Baker, 1996, 1999), nous avons décrit quatre processus cognitifs-discursifs possibles. Premièrement, la production même d'arguments et d'explications pourrait produire la réflexion menant à la restructuration des connaissances, d'une manière analogue à « l'effet d'auto-explication » (en anglais, le *self-explanation effect*) de Chi et al., (1989). Deuxièmement, la « pression interactionnelle » qu'impose le désaccord mutuellement reconnu peut produire une négociation du sens des référents particulièrement intense, et-ou la co-construction de nouvelles connaissances par la combinaison de solutions (le compromis négocié). Troisièmement (et classiquement), l'issue dialectique du conflit verbal (par exemple, par la réfutation) peut produire des changements d'attitudes cognitives (par exemple, « l'ébranlement des certitudes »). Enfin, les thèmes débattus évoluent lors de l'interaction, et peuvent subir plusieurs types de transformations, comme la dissociation des notions les unes des autres (Perelman et Olbrechts-Tyteca, 1958/1988), potentiellement liées au changement conceptuel.

Dans la section suivante, nous résumerons notre programme de recherche sur les interactions médiatisées, en insistant sur les caractéristiques des situations selon les quatre espaces décrits ci-dessus et les processus interactifs en relation avec la co-élaboration des connaissances.

2 Programme de recherche : les interactions médiatisées par ordinateur

Nous avons conduit nos investigations à travers l'élaboration de prototypes successifs d'environnements d'apprentissage coopératif¹, disposant d'interfaces spécifiquement adaptées à la communication écrite et quasi-synchrone à travers le réseau Internet. Trois prototypes (C-CHENE, CONNECT et DAMOCLÈS) ont ainsi été développés et expérimentés dans le cadre de l'apprentissage des sciences, sur des tâches spécifiquement sélectionnées pour leur caractère ouvert et reposant sur une grande variété de conceptions d'élèves.

2.1 La structuration de la communication (C-CHENE)

Au milieu des années 1990, nous avons débuté notre programme de recherche en tentant de transposer une tâche de modélisation d'énergie en physique, conçue pour la salle de classe (Tiberghien, 1994), à une situation d'interaction médiatisée à travers Internet. L'interface C-CHENE² (Baker et Lund, 1997) permet aux dyades d'élèves de construire des « chaînes énergétiques » (modèles qualitatifs de stockage, de transfert et de transformation de l'énergie) pour des situations expérimentales simples, en utilisant une interface graphique et une interface de communication pour échanger des messages à travers le réseau. L'expérimentation d'une première interface de communication, fondée sur des « boîtes de dialogue », avec des élèves de 1^{er} S (16-17 ans) nous a permis de clairement identifier les problèmes à surmonter. En effet, en comparaison avec des interactions orales et face-à-face, produites lors de la réalisation de la même tâche, les interactions médiatisées étaient très appauvries sur deux plans principaux. Premièrement, l'interaction épistémique était presque absente (7 % de l'interaction), alors que nous pouvions analyser de longues séquences d'argumentation dans le corpus de dialogues oraux. Deuxièmement, les « formes de coopération » (Baker, *sous presse*) présentes dans le corpus médiatisé étaient très restreintes, se réduisant souvent à la forme « Dessine, je te dirai si je ne suis pas

¹ En anglais, « CSCL, Computer Supported Collaborative Learning environments ».

² C-CHENE = « CHENE-Coopératif » (CHENE = « CHaînes ENÉrgétiques »).

d'accord ». Cependant, bien que les élèves aient moins communiqué par la communication médiatisée, leurs interventions se restreignaient à l'expression des processus les plus complexes du problème (Tiberghien et de Vries, 1997).

Comment, alors, modifier la situation globale, et notamment l'interface, pour permettre l'émergence d'une coopération plus riche, mettant en œuvre les interactions épistémiques ? Parmi les multiples possibilités, nous avons décidé d'essayer de faciliter l'expression écrite, en poursuivant une observation faite lors de l'expérience : nous avons remarqué quelques cas où les élèves ont négocié une utilisation inédite des ressources de l'interface ; par exemple, ils ont détourné l'utilisation d'un bouton conçu initialement pour attirer l'attention de l'interlocuteur, afin de signaler la commutation entre les phases de construction et de discussion. Que se passerait-il si nous structurions *toute* la communication de cette manière ?

Nous avons donc conçu une seconde interface remplaçant les boîtes de dialogue par des boutons pour des actes communicatifs particuliers, regroupés selon trois fonctions : la réalisation de la tâche, la recherche d'un accord et la gestion de l'interaction. Certains envoient un énoncé dans l'historique (par exemple 'OK', 'Pourquoi ?'), d'autres déclenchent l'ouverture d'une petite fenêtre de dialogue, ('Parce que...'), d'autres enfin permettent de composer des énoncés par le biais de menus ('Je propose de ... <créer un réservoir>'). Cette seconde interface a fait l'objet d'expérimentations avec quatre dyades pour la même tâche. Les résultats confortent ceux de l'interface précédente. Le nombre moyen d'actes dédiés à la gestion de l'interaction demeure largement inchangé, il en est de même pour l'interaction épistémique. Néanmoins, avec cette seconde interface, les élèves se sont engagés dans une interaction plus concentrée sur la tâche de résolution de problèmes (13 actes communicatifs sur 58, soit 22 % en moyenne avec la première interface, nous atteignons ici 24 actes sur 71, soit 34 % en moyenne). Nous attribuons cette différence au caractère structurant de l'interface, qui insiste sur les boutons relatifs à la tâche de résolution de problèmes, en réduisant l'interaction « purement » sociale.

Dans la poursuite de notre projet de recherche, nous avons étendu l'idée de la structuration de la communication à celle de la structuration de la séquence-tâche dans sa globalité : dans la

communication et la réalisation à distance, discuter des fondements de la résolution était peut-être un exercice trop ardu *pendant* la réalisation même d'un schéma graphique (une chaîne énergétique). Pour « laisser la place » à l'interaction épistémique, ne serait-il pas nécessaire de prévoir une phase *séparée* de la résolution, et consacrée à la réflexion collective ?

2.2 La structuration de la séquence-tâche (CONNECT)

Nous avons poursuivi cette dernière démarche lors de la conception, la réalisation et l'expérimentation de l'interface CONNECT³ (Baker, de Vries et Lund, 1999 ; de Vries, Lund et Baker, 2002), conçue pour la comparaison critique de textes individuels et la rédaction collective d'un texte à travers le réseau. CONNECT a été expérimenté sur une tâche d'interprétation d'un phénomène sonore avec six dyades d'une classe de seconde. Dans le dessein de favoriser les interactions épistémiques, la séquence-tâche a été organisée de la manière suivante. D'une part, nous avons demandé aux élèves de rédiger des textes individuellement, lesquels sont ensuite analysés afin de constituer des dyades maximisant les différences conceptuelles. D'autre part, nous avons retenu le principe de la structuration de l'interaction seulement pour les « actes de contrôle », qui gèrent la coordination. Enfin, — et surtout — nous avons imposé une phase initiale durant laquelle les textes individuels seraient comparés et discutés, en demandant à chaque élève de se positionner par rapport aux deux textes discutés, grâce à l'utilisation des boutons « OUI », « NON » et « ? » en relation avec chaque segment textuel.

Les résultats obtenus constituent une avancée considérable par rapport à C-CHENE. Bien que les élèves se soient montrés très réticents quant à l'expression explicite d'un désaccord (« NON »), la proportion « épistémique » de l'interaction pendant la phase de réflexion s'élevait à 56 % (dont 23 % interaction argumentative et 33 % interaction explicative). Cette proportion, représente-t-elle un seuil maximal ? Il s'agit d'une question qui a été approfondie lors de la recherche menée autour de l'environnement DAMOCLÈS.

³ Confrontation, Négociation et Construction de Texte.

2.3 La structuration du groupe (DAMOCLÈS)

DAMOCLÈS (Quignard et Baker, 1999 ; Quignard, 2000) est un environnement d'apprentissage coopératif, conçu pour la tâche de modélisation d'énergie (voir C-CHENE ci-dessous). Il a fait avancer nos objectifs de recherche selon quatre caractéristiques principales de telles situations d'apprentissage :

L'utilisation de représentations multiples : sous certaines conditions, l'apprentissage est favorisé par la « traduction » entre différents types de représentations sémiotiques dites « externes » (Duval, 1995 ; Ainsworth, 1999). Dans une tâche fondée sur la construction graphique, il se peut que les apprenants aient des difficultés à faire la transition vers l'activité langagière que constitue l'argumentation dialoguée. Pour cette raison, DAMOCLÈS proposait une traduction automatique et simultanée du schéma de l'apprenant sous une forme textuelle.

Sollicitation d'une réflexion individuelle accrue : la procédure retenue dans CONNECT (ci-dessus) selon laquelle les élèves devaient exprimer ensemble leurs attitudes par rapport aux solutions était reprise dans DAMOCLÈS sous la forme de l'expression *individuelle* d'explications à l'égard de chaque élément de la solution.

Constitution algorithmique de dyades : dans le but d'apparier automatiquement deux élèves dont les solutions sont les plus différentes, du point de vue des conceptions, de l'application des règles de l'exercice et du point de vue de la justesse, DAMOCLÈS analyse et compare automatiquement les solutions de l'ensemble d'élèves qui participent à l'expérience.

Résumé automatique de la situation de conflit verbal. Dans nos recherches antérieures nous avons remarqué que les élèves avaient une compréhension mutuelle faible des différences importantes entre leurs solutions et entre leurs points de vue, qui méritaient l'approfondissement. Sur la base des analyses précédentes, le système est à même de générer une description textuelle de la principale source de désaccord entre les deux solutions. Ces résumés sont reproduits sur la troisième interface, similaire à l'interface de communication de C-CHENE et de CONNECT, au moyen de laquelle les élèves sont invités à discuter en interaction médiatisée écrite.

DAMOCLÈS a été testé avec quatre dyades d'une classe de seconde (de 16 à 18 ans). Le corpus comporte 54 % d'interaction épistémique (dont 33 % d'interaction argumentative et 21 % d'interaction explicative). Les résultats sont donc globalement similaires à ceux obtenus lors de l'expérience avec CONNECT, à une exception près : les proportions relatives d'argumentation et d'explication sont *inversées*, conformément aux objectifs spécifiques de DAMOCLÈS de susciter de l'argumentation. Par rapport à C-CHENE qui repose sur la même tâche, DAMOCLÈS constitue en revanche une amélioration significative.

DAMOCLÈS représente un certain aboutissement de notre projet, qui visait à connaître les limites de l'interaction entre les élèves, sans aide du professeur (voir plus loin), en tant que moteur de la co-élaboration conceptuelle. En effet, que pourrait-on faire de plus pour structurer l'activité des élèves ?

3 Caractéristiques des interactions médiatisées et épistémiques

Dans les sections précédentes, nous avons mis l'accent sur la quantité d'interaction épistémique produite, en relation avec les caractéristiques des situations de travail de groupe. Passons enfin à quelques remarques sur la nature de ces interactions, en relation avec les mécanismes putatifs de co-élaboration des connaissances, évoqués ci-dessus.

Si les dialogues argumentatifs oraux se caractérisent surtout par leur « texture discursive », de reformulations successives d'énoncés, il s'est avéré que cette dimension était presque absente dans les dialogues médiatisés. Ces derniers se rapprochent davantage d'un (simple ?) *échange* d'arguments, dont le sens n'est que rarement négocié, que d'une *inter-action* au sens plus précis du terme (voir Kerbrat-Orecchioni, 1990). Ce résultat va de pair avec le fait que les interactions médiatisées fonctionnent majoritairement sur le plan dialectique (échange de « coups » verbaux entre adversaires — Barth et Krabbe, 1982), amenant toujours à l'élimination de propositions défectueuses (Baker, 1996) et à l'affaiblissement des attitudes (par exemple, de la quasi-certitude au doute). Ceci n'est pas nécessairement un facteur négatif, car on assiste dans certains cas à l'élaboration d'une position plus nuancée ou plus équilibrée.

Cependant, un mécanisme portant sur le cadre conceptuel semble être privilégié, celui de la dissociation des notions et des types de connaissances (cf. Perelman et Olbrechts-Tyteca, 1958/1988). Si la modélisation nécessite une mise en relation complexe de types de connaissances, elle présuppose que l'élève puisse les distinguer dans un premier temps. Par exemple, dans une discussion produite avec CONNECT, deux élèves discutaient du comportement de la peau d'un tambourin, en relation avec le son, parlant de son mouvement et de sa vibration. Or, il s'agit d'une question primordiale sur le plan notionnel, car le son est en quelque sorte un « mouvement en mouvement » (déplacement d'une vibration) et le comportement de la peau également peut être décrit en termes de trajets plus ou moins rapides (vibrations) et/ou plus ou moins éloignés (mouvements). La discussion s'est terminée ainsi :

Élève-1 : « Pour moi les deux phrases sont justes,elles n'expliquent simplement pas la meme chose(vibrations et mouvements) ».

[l'extrait est reproduit tel qu'il a été saisi sur clavier par l'élève]

Dans le cas de DAMOCLÈS, l'analyse de la qualité du dialogue nous renseigne sur les éventuels progrès dans la compréhension chez les élèves des notions en jeu. En fait, en dépit de l'importante proportion de phases d'argumentation, on observe peu de discussion sur les concepts physiques fondamentaux. Le dialogue se focalise majoritairement sur les contraintes de l'exercice et l'application des règles, ce qui n'est pas surprenant puisque ces règles constituent d'excellentes ressources pour élaborer des attaques et des réfutations.

Roméo dans un circuit avec une pile il y a forcément un seul reservoir!

Basile oui je suis totalement d'accord ,mais si tu relis bien le texte ;surtout à la fin ,tu verras qu'il est écrit: « le reservoir final est DIFFERENT du reservoir initial » ,c'est la raison pour laquelle j'ai mis cela !!!!!!!!!!!.

[l'extrait est reproduit tel qu'il a été saisi sur clavier par les élèves]

Nos analyses nous conduisent à remettre en question l'hypothèse selon laquelle les interactions épistémiques puissent s'ériger en véritables mécanismes d'apprentissage, dans des situations de courte

durée (trois heures) que nous avons étudiées. Dans ce cas, il nous semble probable que la discussion peut fonctionner plutôt comme *un moyen de sensibilisation* à la question et aux contraintes du problème, autrement dit, à « l'éveil d'un esprit critique ».

4 Conclusion

En dernier lieu, faire en sorte que les élèves discutent sur les fondements conceptuels des problèmes de science scolaire est un objectif très ambitieux, car, après tout, il exige des connaissances préalables bien élaborées, un engagement fort, une motivation et un désir de comprendre, que l'on n'associe pas toujours avec les élèves dans ces matières. Nos recherches montrent, au moins, qu'un tel objectif n'est pas inaccessible, si l'on crée les conditions dans lesquelles les élèves ne peuvent difficilement esquiver le débat. Ces conditions sont complexes ; elles incluent une tâche de résolution de problèmes qui mobilise des types divers de connaissances, une distance intersubjective optimale, une interaction structurée, une activité de réflexion séparée de la résolution, et un guidage sur le type d'interaction à entreprendre et les points importants à approfondir.

Existe-t-il d'autres facteurs nécessaires ? Nous répondrions oui en pensant notamment à *la place du professeur* dans ces situations. L'interaction entre les élèves a certes des limites en tant que mécanisme d'apprentissage coopératif ; dans le corpus CONNECT nous avons remarqué que les élèves qui n'arrivaient pas à résoudre un conflit verbal disaient parfois (en paraphrase) « Puisque nous avons discuté de la question, c'est que personne n'a trouvé la bonne réponse ; il faut demander de l'aide au prof ». *Une proposition discutée devient discutable*. Dans cette direction, des travaux en cours, menés par K. Lund (Lund et Baker, 1999) visent à étudier les rôles effectifs et possibles (modérateur, garant des savoirs, ...) des professeurs qui viennent en aide aux dyades d'élèves. En amont d'une telle aide, des groupes de professeurs analysent des transcriptions d'interactions entre élèves, avec la consigne d'expliquer les processus de résolution grâce aux conceptions sous-jacentes. Il s'agit d'une situation potentiellement orientée vers la formation des maîtres.

L'élaboration d'outils d'interaction médiatisée par ordinateur nous a permis d'obtenir des résultats dans un cadre bien spécifique. Il reste à déterminer dans une recherche ultérieure dans quelle mesure

ces acquis peuvent être réinvestis dans d'autres situations éducatives plus habituelles. Il s'agit d'un travail de longue haleine, car, selon le système éducatif concerné, il est nécessaire d'aller au-delà des expériences ponctuelles et de courte durée, pour participer à l'élaboration d'une nouvelle « culture du débat » à travers Internet.

Bibliographie

- Ainsworth, S. (1999). « The functions of multiple representations », *Computers and Education*, 33, p. 131-152.
- Baker, M.J. et Lund, K. (1997). « Promoting reflective interactions in a computer-supported collaborative learning environment », *Journal of Computer Assisted Learning*, 13, p. 175-193.
- Baker, M.J. (1996). « Argumentation et co-construction des connaissances », *Interaction et Cognitions*, 2 (3), p. 157-191.
- Baker, M.J. (1999). Argumentation and Constructive Interaction, dans G. Rijlaarsdam et E. Espéret (Series Eds) et Pierre Coirier et Jerry Andriessen (Vol. Eds.), *Studies in Writing: Vol. 5. Foundations of Argumentative Text Processing*, Amsterdam, University of Amsterdam Press, p. 179–202.
- Baker, M.J. (*sous presse*). Forms of cooperation in dyadic problem-solving, dans H. Benchekroun et P. Salembier (Dir.), *Cooperation and Complexity*, Paris, Hermès.
- Baker, M.J., de Vries, E. et Lund, K. (1999). Designing computer-mediated epistemic interactions, dans S. P. Lajoie et M. Vivet (Dir.), *Artificial Intelligence in Education. Open Learning Environments: New technologies to support learning, exploration and collaboration*, Amsterdam, IOS Press, p. 139-146.
- Barth, E.M. et Krabbe, E.C.W. (1982). *From Axiom to Dialogue: A philosophical study of logics and argumentation*, Berlin, Walter de Gruyter.
- Cauzinille-Marmèche, E., Mathieu, J. et Weil-Barais, A. (1983). *Les savants en herbe*, Berne, Peter Lang.
- Chi, M.T.H., Bassok, M., Lewis, M.W., Reimann, P. et Glaser, R. (1989). « Self-Explanations: How Students Study and Use Examples in Learning to Solve Problems », *Cognitive Science*, 13 (2), p. 145-182.
- Clark, H. H et Brennan, S. (1991). Grounding in communication, dans L.B. Resnick, J.M. Levine et S.D. Teasley (dir.), *Perspectives on Socially Shared Cognition*, Washington DC, American Psychological Association, p. 127-149.

- Cox, R. et Brna, P. (1995). « Supporting the Use of External Representations in Problem-Solving : The Need for Flexible Learning Environments », *Journal of Artificial Intelligence in Education*, 6 (2/3), p. 239-302.
- De Vries, E., Lund, K. et Baker, M.J. (2002). « Computer-mediated epistemic dialogue: Explanation and argumentation as vehicles for understanding scientific notions », *The Journal of the Learning Sciences*, 11, p. 63-103.
- Driver, R., Guesne, E., et Tiberghien, A. (dirs.) (1985). *Children's ideas in science*, Milton Keynes, England, Open University Press.
- Duval, R. (1995). *Sémiosis et pensée humaine*, Berne, Peter Lang.
- Golder, C. (1996). *Le développement des discours argumentatifs*, Lausanne, Delachaux et Niestlé.
- Kerbrat-Orecchioni, C. (1990). *Les Interactions Verbales (Tome 1)*, Paris, Armand Colin.
- Lund, K. et Baker, M.J. (1999). Teachers' collaborative interpretations of students' computer-mediated collaborative problem-solving interactions, dans S.P. Lajoie et M. Vivet (dirs.), *Artificial Intelligence in Education, Open Learning Environments: New technologies to support learning, exploration and collaboration*, Amsterdam, IOS Press, p. 147-154.
- Nonnon, E. (1996). « Activités argumentatives et élaboration de connaissances nouvelles: le dialogue comme espace d'exploration », *Langue Française*, 112 (décembre 1996), p. 67-87.
- Ohlsson, S. (1996). Learning to do and learning to understand: A lesson and a challenge for cognitive modeling, dans P. Reiman et H. Spade (dirs.), *Learning in Humans and Machines: Towards an interdisciplinary learning science*, Oxford, Elsevier Science, p. 37-62.
- Perelman, C. et Olbrechts-Tyteca, L. (1958/1988). *Traité de l'argumentation. La nouvelle rhétorique*, Bruxelles, Éditions de l'Université de Bruxelles.
- Plantin, C. (1996). *L'argumentation*, Paris, Seuil.
- Quignard, M. et Baker, M.J. (1999). Favouing modellable computer-mediated argumentative dialogue in collaborative problem-solving situations, dans S. P. Lajoie et M. Vivet (Dir.), *Artificial Intelligence in Education. Open Learning Environments: New technologies to support learning, exploration and collaboration*, Amsterdam, IOS Press, p. 129-136.

Quignard, M. (2000). Modélisation cognitive de l'argumentation dialoguée : étude de dialogues d'élèves en résolution de problème de sciences physiques, Thèse de sciences cognitives de l'Université Joseph Fourier, Grenoble 1.

Tiberghien, A. (1994). « Modelling as a basis for analysing teaching-learning situations », *Learning and Instruction*, 4(1), p. 71-87.

Tiberghien, A., et De Vries, E. (1997). « Relating characteristics of learning situations to learner activities », *Journal of Computer Assisted Learning*, 13, p. 163-174.

Courtes biographies

Suite à une formation en philosophie et psychologie à l'Université de Durham (GB), Michael Baker a soutenu une thèse de doctorat en Sciences Cognitives sur la modélisation du dialogue pédagogique personne-machine, à l'Open University, Institute of Educational Technology (Grande-Bretagne) en 1989. Depuis 1990, il est chargé de recherche au C.N.R.S. en Sciences du Langage. Il dirige l'équipe Interaction & Cognition au sein du laboratoire GRIC à l'Université Lumière Lyon 2 (F).

Erica de Vries est Maître de Conférences en Sciences de l'Éducation à l'Université Pierre-Mendès-France de Grenoble. Après sa formation universitaire en Psychologie Cognitive et Psychologie Expérimentale à l'Université de Groningen, elle a fait sa thèse à l'Université de Technologie d'Eindhoven aux Pays-Bas sur le sujet de l'utilisation de systèmes hypertexte pendant la conception architecturale. En tant que chercheur postdoc dans l'équipe COAST (CNRS-Université Lumière de Lyon), elle a pu étendre ces travaux sur l'utilisation des Technologies de l'Information et de la Communication aux situations d'apprentissage. Actuellement, elle continue ses recherches sur les technologies éducatives au sein du Laboratoire des Sciences de l'Éducation à l'Université Pierre-Mendès-France de Grenoble.

Kristine Lund est ingénieur CNRS en sciences humaines et sociales à l'Université Lumière Lyon 2 dans l'équipe Interaction & Cognition au laboratoire GRIC. Après avoir complété un premier diplôme universitaire en informatique à l'Université de Gustavus Adolphus aux États Unis, elle a fait un D.E.A. en intelligence artificielle à l'Université de Paris 6. Elle fait actuellement un doctorat en sciences cognitives sur l'analyse des polylogues explicatifs dans des situations innovatrices de formation d'enseignants.

Matthieu Quignard a une formation initiale d'ingénieur en intelligence artificielle de l'École Nationale Supérieure des Télécommunications de Paris (ENST). Il a ensuite rejoint le laboratoire GRIC pour y faire une thèse en sciences cognitives portant sur la modélisation de l'argumentation entre apprenants en situation de résolution de problème. Il est actuellement en postdoc à l'Université Lumière Lyon 2 dans l'équipe Interaction & Cognition du GRIC dans le cadre d'un projet européen visant à développer des outils d'apprentissage collaboratif sur Internet.