

Instrumenter l'argumentation - Conception de dispositifs de communication médiée par ordinateurs pour la modélisation cognitive de l'argumentation

Constraining argumentation processes - Design of computer-mediated communication systems for cognitive modeling of argumentation

Matthieu QUIGNARD

CNRS, UMR 7503 LORIA, France
Matthieu.Quignard@loria.fr

Résumé. L'étude de phénomènes cognitifs mis en œuvre au cours d'interactions humaines peut difficilement faire l'impasse d'un arsenal théorique solide permettant de faire des hypothèses sur les processus et les états cognitifs des participants, à partir de leur comportement dans le dialogue. Lorsque l'étude porte justement sur la relation entre dialogue et cognition, il peut s'avérer très utile de concevoir des situations expérimentales de communication, permettant de contraindre la situation de communication ou la communication elle-même. Nous présenterons deux dispositifs développés dans cette idée. Le premier, DAMOCLES, a été conçu pour étudier les changements cognitifs occasionnés par un dialogue argumentatif. Il permet le recueil de données cognitives individuelles avant et après dialogue et exploite ces données pour optimiser le choix du partenaire. Le second dispositif (DREW) propose à un groupe de débattre à distance au moyen de deux outils de communication : un chat traditionnel et une interface partagée de construction de graphes d'arguments. La communication langagière est ainsi contrainte et soutenue par une représentation graphique du débat qui renvoie en permanence les arguments évoqués, leur structure et les points de conflit. À travers ces deux cas d'étude, nous mettons en évidence le fait que les systèmes de communication artificielle nous donnent les moyens de mettre à l'épreuve nos théories sur le fonctionnement de certaines situations de dialogue, en filtrant ou en accentuant certains facteurs immuables en situations « naturelles ».

Mots-clés. Communication médiée par ordinateurs, argumentation, résolution de problème.

Abstract. The study of the cognitive phenomena involved in human interactions can hardly be carried out without a strong theoretical background for formulating hypotheses concerning the cognitive processes and mental states of the participants on the basis of their behavior in dialogs. And when the study focuses on the relationships between cognition and dialog, it may be useful to design experimental communication situations which set specific constraints on the communication

situation, or on the interaction itself. We present two systems that have been developed for that purpose. The first, DAMOCLES, was designed for the study of the cognitive changes produced by an argumentative dialog. Cognitive data were collected before and after the dialog and were processed for optimizing the choice of the dialog partners. The second one, DREW, enables a group to have a remote debate with two communication tools: a traditional chat and a shared interface for sketching argument graphs. That is, language-based communication is constrained and supported by a graphical representation of the debate, which recalls the arguments, their structure, and the conflict points. Through these two case studies, we have shown show that artificial communication systems give us the means to experiment with our theories about how dialog situations work, by filtering or enhancing factors which cannot be modified in "natural" situations.

Keywords. Computer-mediated communication, argumentation, problem solving.

1 Introduction

L'argumentation est un terrain de recherche séculaire et ce pour une grande variété de disciplines scientifiques, comme la philosophie, les sciences du langage, la psychologie, la logique ou l'intelligence artificielle (van Eemeren et Grootendorst, 2002). En ce qui nous concerne, l'argumentation s'avère un objet d'étude de premier plan pour les sciences cognitives, dans la mesure où il s'agit tout autant de modéliser la rationalité du processus argumentatif (c'est-à-dire la manière dont une argumentation se construit et démontre sa validité) que la construction des connaissances par le biais de ce processus. En effet, l'argumentation, à travers l'opposition des points de vue et des arguments, est susceptible de provoquer des révisions d'attitudes (concessions, rétraction, acceptations) voire de modifier les concepts eux-mêmes ou d'en introduire de nouveaux. Ainsi, selon ce point de vue, l'argumentation est une activité cognitive où se construit le sens, et dont le processus de construction lui-même est régulé par des principes de rationalité (cohérence du discours, non-contradiction, validité des inférences...). Le sens est donc le produit d'un processus collaboratif, visant la conciliation entre des compréhensions potentiellement divergentes d'un problème donné.

L'approche que nous adoptons pour l'étude de l'argumentation en sciences cognitives est instrumentée, dans le sens où nous concevons des systèmes de médiation (informatiques) à travers lesquels nous observons la pratique argumentative. L'utilisation d'un système particulier nous permet de nous focaliser sur certains facteurs et d'en isoler d'autres et ainsi, de réduire la complexité de notre objet d'étude. Cette approche expérimentale se veut néanmoins écologique, au sens où les dispositifs sont utilisés dans des situations naturelles, par des « sujets » dans le cadre de l'exercice de leurs activités habituelles. S'agissant d'élèves de collège ou de lycée, les situations ont toujours été conçues en étroite relation avec l'enseignant (et les programmes officiels) et se sont déroulées autant que possible en salle de classe, lorsque la technologie le permettait.

Dans ce document, nous présenterons tout d'abord les traits essentiels de l'activité argumentative en situation d'apprentissage afin de montrer les différents angles d'approche que l'on peut adopter pour concevoir des dispositifs de médiation. Ensuite, nous présenterons une ligne de recherche particulière, initiée par Michael Baker et dans laquelle nous nous situons : l'étude des interactions épistémiques médiées par ordinateurs. Nous détaillerons ensuite deux systèmes élaborés spécifiquement pour l'étude de l'argumentation : DAMOCLES et JIGADREW. Nous ferons enfin le bilan de ces dispositifs et discuterons des intérêts

d'une démarche instrumentale pour l'étude des processus collaboratifs de construction du sens.

2 L'argumentation en situation d'apprentissage

2.1 Les dimensions classiques de l'argumentation

L'argumentation est un concept très répandu et qui comporte des acceptions fort différentes, selon que l'on parle de discours, de preuve ou de justification, ou selon qu'elle se pratique dans un monologue ou un dialogue. Dans son essai sur l'argumentation (Plantin, 1990), Christian Plantin propose une classification des formes du discours argumentatif, qui nous permet d'envisager différentes dimensions :

- l'argumentation *rhétorique* est une forme de discours où le locuteur tente d'obtenir l'*adhésion* de son interlocuteur en lui fournissant de *bonnes raisons* pour cela. L'accent est mis sur l'efficacité du discours plus que sur la validité intrinsèque du point de vue qu'il avance et des arguments qu'il propose ;

- à l'opposé se situe l'argumentation *logique* qui établit la preuve d'une proposition sur la base d'axiomes et des règles d'inférence valides. Il s'agit là de la démonstration au sens mathématique du terme et repose sur des règles formelles.

- l'argumentation *dialectique* est une forme de discours qui met en scène la défense d'une thèse devant un juge rationnel. Cette forme d'argumentation ne cherche pas à établir la véracité d'une proposition mais sa capacité à affronter une critique. Dans ce jeu informel de langage, les protagonistes se voient attribuer des rôles (proposant et opposant) et des règles (ne pas se contredire, ne pas critiquer ce que l'on a préalablement concédé, ne pas fournir plusieurs fois la même défense, etc.) si bien qu'il est possible à l'issue d'une joute dialectique de désigner un vainqueur en la personne qui aura pu tenir son rôle jusqu'au bout. Cette forme dialogique de la preuve permet d'une part d'établir l'issue d'un débat (la proposition est tenable ou non) et d'autre part de reconstruire sa structure (Barth et Krabbe, 1982).

2.2 Argumentation et cognition

Au regard des définitions qui précèdent, on peut au moins relever deux raisons d'étudier l'argumentation du point de vue cognitif. La première est de considérer l'argumentation comme une activité rationnelle en soi et donc de modéliser les règles qui gouvernent tant l'enchaînement des coups dans le dialogue (selon un modèle dialectique) que la génération des arguments et la révision des attitudes (accepter ou concéder un argument, rétracter ou accepter une thèse). L'élaboration de tels modèles de l'argumentation doit relever deux défis. La première difficulté réside dans le fait que les règles d'un jeu de langage sont rarement explicitées lors d'un dialogue, et si c'est le cas, c'est souvent parce qu'une règle n'a pas été respectée. Il est donc délicat d'estimer *a priori* qu'un dialogue fonctionne selon tel ou tel jeu de langage.

La seconde difficulté tient dans le fait que ces modèles reposent sur une représentation sémantique figée du débat et que le déroulement d'un dialogue ne consiste finalement qu'à choisir le bon coup (la force illocutoire) ou la bonne attitude propositionnelle au bon moment. Il n'y a finalement peu (voire pas) de place au débat sur le sens même des propositions en jeu, si bien qu'il est nécessaire de supposer : (1) que les participants ont une compréhension mutuelle parfaite (ils partagent la même compréhension du monde) et (2) que cette représentation ne change pas au cours du dialogue (seules changent les attitudes exprimées vis-à-vis de

ces propositions). Au prix de ces hypothèses, il est possible de reconstruire *a posteriori* la structure argumentative d'un dialogue (van Eemeren *et al.*, 1993) et d'inférer un modèle dialectique qui lui soit compatible.

Le second intérêt pour l'étude de l'argumentation dans les sciences cognitives réside dans le fait que cette activité est véritablement *à but cognitif* : argumenter c'est chercher à comprendre et à évaluer le bien-fondé de ce que l'on entend ou même de ce que l'on dit. L'argumentation est alors un processus collaboratif de construction de connaissances, où l'on étudiera plus précisément le travail conceptuel, la négociation du sens et les échelles d'évaluation des propositions et des attitudes (Baker, 1996). Cette approche convient mieux que la précédente aux situations d'apprentissage, dans lesquelles les apprenants ont une compréhension limitée ou imparfaite des concepts en jeu et cette compréhension est susceptible d'évoluer au cours du dialogue.

2.3 L'argumentation en situation d'apprentissage

Si l'argumentation est une activité très courante dans les situations quotidiennes (certains prétendent que toute activité verbale est argumentative), cette activité est toujours très délicate à développer dans des situations d'apprentissage. La première raison est simplement qu'il s'agit d'une forme de discours qui ne déclare pas mais qui *émerge* dans des conditions bien particulières. Van Eemeren et Grootendorst (1996) ont montré dans leur modèle pragma-dialectique que la phase proprement argumentative d'une discussion critique fait nécessairement suite à deux phases préalables : la confrontation et la préparation. La confrontation est la phase de dialogue durant laquelle il y a affirmation de points de vue divergents par rapport à une thèse donnée, et donc manifestation d'un « conflit d'opinions ». En second lieu vient la préparation, durant laquelle les protagonistes décident de s'engager vers le débat, en s'accordant sur les règles et les termes du débat. S'il n'y a pas de volonté de s'affronter et de résoudre dans le débat ce désaccord, l'argumentation n'aura pas lieu. D'après Walton (1989), l'existence d'un conflit n'est pas suffisante. Ce conflit peut en effet se résoudre par la recherche d'un compromis (négociation) ou par d'autres moyens (recours à un tiers...) ; le conflit peut même être dissout, si par un effet contingent, la question ne se pose plus.

Elisabeth Nonnon (1996) a développé ce problème en relevant qu'il est quasiment paradoxal de demander à des apprenants de s'engager dans des argumentations sachant qu'ils maîtrisent si peu les notions en jeu et que leurs attitudes sont peu tranchées. L'argumentation selon elle s'apparente moins à de la confrontation qu'à de l'exploration collaborative d'un espace de débat.

Dans son ouvrage sur *le développement des discours argumentatifs*, Caroline Golder (1996) explore davantage les conditions d'émergence de tels discours chez des jeunes apprenants. Elle met en évidence que la conception d'une situation propice aux activités argumentatives repose sur des équilibres délicats entre contraintes provenant de deux espaces principaux : l'*espace référentiel* (le thème, le domaine, les concepts en jeu) et l'*espace de production* (les conditions physiques, sociales et interpersonnelles dans lesquelles se déroule le débat).

Sur le plan de l'espace référentiel, on cherchera autant que possible un thème ouvert (c'est-à-dire où plusieurs positions peuvent être tenues), sur lequel les participants ont une certaine connaissance *a priori*, voire une certaine maîtrise (de sorte à disposer d'une certaine capacité à produire des arguments) et dont les concepts clés soient relativement malléables (pour qu'on puisse en négocier le sens). Si l'on inclut la dimension subjective dans cet espace, c'est-à-dire le rapport de l'apprenant à l'espace référentiel, on cherchera en plus à obtenir la meilleure implication possible de l'apprenant dans le débat.

L'espace de production recouvre un grand nombre de contraintes. S'agissant de l'espace physique on cherchera à éviter la présence d'objets ou de personnes intimidantes (un tiers, un parent, un micro ou une caméra). S'agissant du cadre socio-institutionnel, il est des thèmes qu'on ne peut légalement aborder ou des opinions qu'on ne peut exprimer du fait de la pression qu'exerce une opinion socialement dominante (*doxa*). Enfin, la relation interpersonnelle est déterminante. « *On n'argumente pas avec n'importe qui* » (Golder, *op. cit.*). Cela tient au moins pour deux raisons. Il est important qu'il n'y ait pas de facteur d'autorité et que la relation soit la plus équilibrée possible, pour que les opinions opposées puissent être ouvertement déclarées. Mais il faut également que chacun ait une chance de l'emporter...

En définitive, un équilibre est à trouver au niveau du choix du thème du débat entre ce dont les apprenants ont envie de débattre et les enjeux pédagogiques de l'enseignant ; au niveau de l'espace physique de production une volonté d'encadrer une activité complexe et garantir une liberté d'expression ; au niveau interpersonnel pour la composition des dyades entre collaboration (volonté de discuter) et compétition (volonté de l'emporter, prendre le risque de la différence).

2.4 Les avantages d'une approche instrumentée

Les problèmes soulevés par la conception de situations propices à l'émergence d'activités argumentatives peuvent trouver des solutions par l'usage de systèmes informatiques de médiation. En effet, l'outil informatique permet d'encadrer les activités collaboratives et les contraindre dynamiquement par un contrôle de l'espace de production.

En tant que dispositif de médiation, le système informatique est en premier lieu un modèle de communication au sens où il détermine en chaque instant l'ensemble des opérations communicatives qu'un participant est autorisé à effectuer. Le contrôle peut être plus ou moins strict et le modèle plus ou moins formel. Un simple outil de *chat* introduit déjà des contraintes de rédaction écrite, évacuant tout marqueur prosodique et toute possibilité d'intervention dans l'énoncé d'autrui (les énoncés sont en quelque sorte étanches du fait qu'ils ne sont transmis que lorsqu'ils sont complètement rédigés). D'autres outils (cf. Pilkington *et al.*, 1992) poussent à l'extrême le contrôle de l'interaction en proposant aux participants un choix restreints d'actes communicatifs par l'application d'un modèle dialectique de l'argumentation ; l'ensemble des actes autorisés dépend de l'historique de l'interaction. La finalité de ces dispositifs contraignants est bien souvent d'enseigner le modèle de communication sous-jacent.

Le dispositif informatique est tout autant un modèle de situation, puisqu'il matérialise le lieu dans lequel se déroule l'activité. Lorsque l'activité se décompose en phases ou en séquence, le système peut contrôler son déroulement et proposer pour chaque phase les outils adaptés. Dans le cadre de l'observation d'activités émergentes, cet outil de contrôle peut être déterminant puisqu'il permet de fournir une consigne, de choisir des outils appropriés et même des partenaires optimaux tout en garantissant la continuité de l'activité principale. On bénéficie en effet des capacités de *recueil* et d'*analyse* du système informatique, qui en traçant les actions des participants, permet de construire un modèle de leur activité. En ce qui concerne en particulier l'argumentation, il est tout à fait possible de construire au cours d'activités préliminaires une représentation de l'espace référentiel de chaque participant, d'en dégager les points de vue les plus ancrés et les plus motivés. Ces informations peuvent être habilement exploitées pour concevoir des situations d'argumentation spécifiques à chaque participant, par le choix d'un interlocuteur et d'un thème de débat. Dans un cadre plus général, ces informations peuvent servir à la mise en place de situations d'autoconfrontation ou des systèmes d'étagage (par

rétroaction ou *feed-back*), potentiellement intéressantes pour de l'apprentissage autonome.

3 Un programme de recherche : les interactions épistémiques

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., 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 au sein d'activités conçues spécifiquement dans ce sens : *les activités épistémiques*.

L'idée fondatrice du programme de recherche de l'équipe Interaction et Cognition du laboratoire ICAR (CNRS et Université Lyon 2), dirigée par Michael Baker durant ces dix dernières années était¹ d'étudier précisément les activités qui favorisent ce travail conceptuel (la reformulation, l'explication, la négociation, l'argumentation ; Baker *et al.*, 2002), en analysant leurs conditions d'apparition et les processus interactifs qui les composent. Les *interactions épistémiques* sont donc ces formes de collaboration qui ont pour but la compréhension des connaissances ou des savoirs en jeu dans une activité donnée.

Les premières analyses de corpus de dialogues de résolution de problème ont conforté les constats précités, à savoir que ces activités sont très orientées vers le « faire » (élaborer une solution) plutôt que vers le « comprendre » (discuter des données du problème, des solutions ou des notions sous-jacentes), et que cette faible proportion épistémique était selon toute vraisemblance liée à la manière dont la tâche était conçue.

L'équipe s'est donc donné comme objectif de concevoir de manière itérative des situations de résolution collaborative de problème, pour augmenter le taux d'activités épistémiques et ainsi mieux cerner leurs conditions d'apparition et de fonctionnement. L'approche instrumentée fut adoptée pour faciliter le recueil de données et exercer un meilleur contrôle sur le déroulement des activités. Plusieurs systèmes furent ainsi développés : C-CHENE, CONNECT, DAMOCLES et DREW. Les deux derniers systèmes seront plus longuement présentés dans la suite du document.

3.1 C-CHENE

Le programme de recherche a débuté 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 médiée à travers Internet. L'interface C-CHENE (Baker et Lund, 1997) permet 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 (voir figure 1).

¹ Michael Baker est à l'heure actuelle au laboratoire LEAPLE à Villejuif et ses collaborateurs ont également changé d'institution.

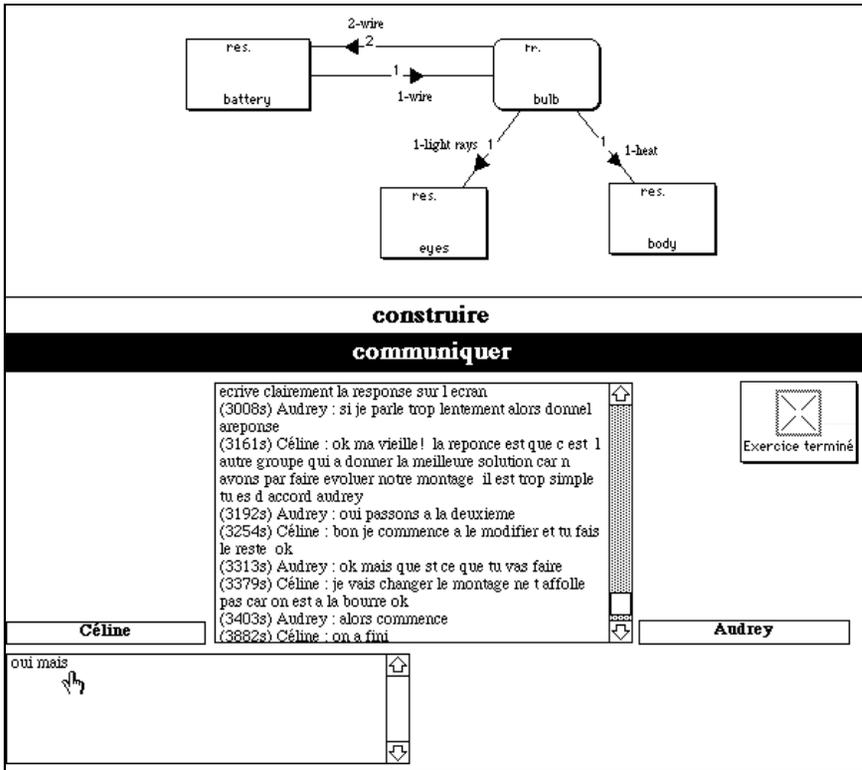


Figure 1. C-CHENE : un environnement collaboratif pour la conception de chaînes énergétiques

La modélisation correcte de la chaîne énergétique d'un circuit électrique formé d'une pile et d'une ampoule est donnée par la figure 2. Le réservoir initial est la pile. L'énergie est transférée à l'ampoule par travail électrique à travers le circuit. L'ampoule transforme l'énergie électrique en énergie lumineuse et en chaleur, qu'elle diffuse dans l'environnement (réservoir final).

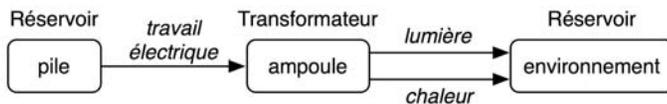


Figure 2. Chaîne énergétique d'un circuit pile-ampoule

L'expérimentation d'une première interface de communication, fondée sur des « boîtes de dialogue », avec des élèves de 1^e S (16-17 ans) a permis d'identifier plus clairement 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 étaient très pauvres sur le plan épistémique (7 % de l'interaction, beaucoup moins qu'en face-à-face) et que l'organisation de la collaboration était très rudimentaire (« Dessine, je te dirai si je ne suis pas d'accord »).

Une seconde interface a donc été conçue, 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. Cette seconde interface, beaucoup plus contraignante sur le plan de la communication, a fait l'objet d'expérimentations avec quatre dyades pour la même tâche. Si le taux d'interaction épistémique demeure inchangé par rapport à la première interface, il s'avère que les élèves se sont engagés dans une interaction plus fixée sur la tâche de résolution de problèmes. Les auteurs attribuent cette différence au caractère structurant de l'interface, qui, en insistant sur les boutons relatifs à la tâche de résolution de problèmes, réduit l'interaction « purement » sociale (ou hors tâche).

Si la structuration de la communication permet de concentrer les participants sur la tâche, elle ne les incite pas davantage à prendre du recul par rapport à celle-ci ni à discuter des notions en jeu. Sans doute est-ce un exercice trop difficile que de le faire pendant la résolution de problème et une bonne manière de procéder serait d'allouer à une telle activité une phase spécifique.

3.2 CONNECT

Lors de la conception de l'interface CONNECT, présentée en Figure 3 (Baker et al., 1999 ; de Vries et al., 2002), l'équipe a cherché à séparer l'activité de réflexion de l'activité purement productive dans la résolution de problème. Dans le cadre du problème de l'apprentissage de la chaîne sonore (au programme de sciences physiques en Seconde), il s'agissait d'effectuer une comparaison critique de textes individuels et de la rédaction collaborative d'un texte commun (ces activités restant bien entendu médiées par un système informatique).

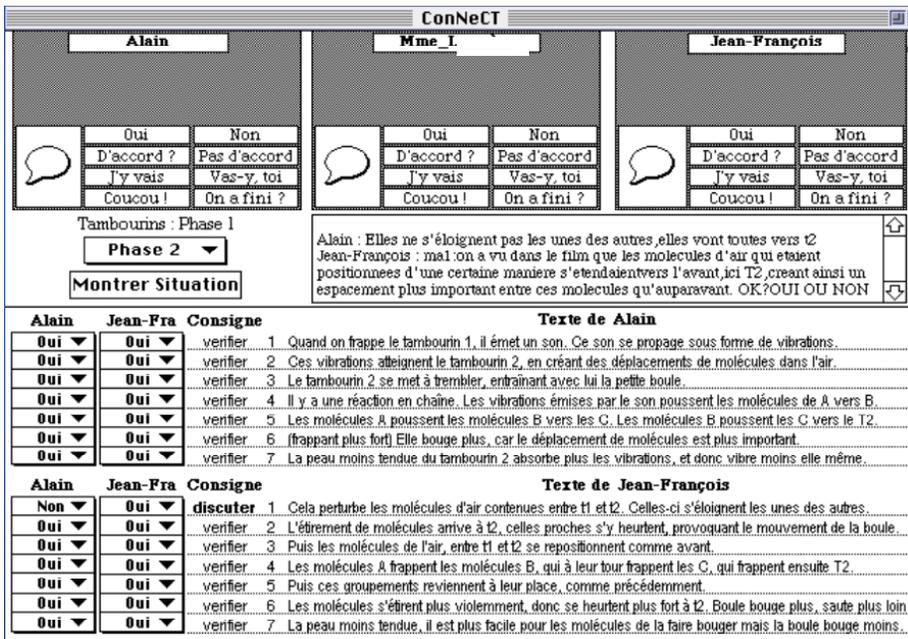


Figure 3. CONNECT : négocier la rédaction d'un texte expliquant le fonctionnement de la chaîne sonore

Suite à la rédaction individuelle d'un texte décrivant une chaîne sonore, nous avons analysé les productions de chacun et constitué des dyades en maximisant les différences conceptuelles. Les deux textes furent ensuite présentés phrases par phrases en opposition de sorte à mettre en évidence leurs différences. Les

participants devaient annoter chaque phrase pour indiquer leur opinion à son égard (accord, désaccord ou sans avis) ; chaque combinaison d'opinion donnant lieu à une consigne particulière (vérifier, expliquer ou discuter) (Cf. figure 3).

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, la proportion « épistémique » de l'interaction pendant la phase de réflexion s'élevait à 56 % (23 % d'interaction argumentative et 33 % d'interaction explicative). Il semble donc que pour favoriser une interaction épistémique, il faille d'une part lui réserver une phase particulière et d'autre part choisir les interlocuteurs en fonction de leurs points de vue individuels. En revanche, la dimension interpersonnelle, et notamment la fuite de l'affirmation d'un désaccord, semble freiner l'émergence d'activités argumentatives.

4 DAMOCLES

Mes travaux de thèse sous la direction de Michael Baker (1997-2000) avaient pour objectif d'élaborer un modèle cognitif de l'argumentation dans la résolution de problème. La problématique générale était d'étudier les rapports réciproques qu'entretiennent la cognition en tant que processus de gestion des connaissances (connaissances personnelles ou connaissances attribuées à autrui) et l'argumentation en tant que forme de collaboration visant à « valider » des connaissances exprimées. Au sein de cette problématique, deux questions ont été particulièrement étudiées : en quoi les connaissances initiales des participants (et leurs points de vue exprimés) influencent-ils la forme que prendra leur débat argumentatif ? Réciproquement, dans quelle mesure la forme de leur débat modifie-t-elle *a posteriori* les points de vue individuels ?

Je me suis alors appuyé sur l'expérience de l'équipe Interaction & Cognition pour recueillir un corpus favorable à mes buts de recherche, puisque les corpus à ma disposition n'étaient d'une part pas assez riches en argumentation et d'autre part inappropriés à ma démarche de modélisation (il manquait en effet des données précises sur les états cognitifs des participants avant et après interaction).

Le problème méthodologique était d'accéder aux attitudes cognitives des participants aux bornes des phases argumentatives d'un dialogue sans interrompre ce dernier. Une première option aurait été d'analyser ces attitudes dans les phases de dialogue avant et après argumentation, mais encore eût-il fallu disposer d'un modèle cognitif du dialogue permettant de les reconstruire, sachant que beaucoup ne sont pas exprimées. Une deuxième option aurait été d'interrompre le dialogue pour les recueillir, mais l'idée même d'interrompre le dialogue au moment même où une argumentation se met en place serait d'une part non écologique et d'autre part potentiellement contre-productive, mettant en péril la poursuite de cette activité si difficile à obtenir. L'option choisie était finalement de procéder au recueil des attitudes aux bornes de l'interaction complète et de faire en sorte que l'interaction soit la plus argumentative possible. Nous avons donc organisé la séquence d'activités suivante :

Chaque participant construit individuellement sa solution au problème, puis remplit un questionnaire d'autoévaluation. Ces données sont analysées afin d'étudier quels partenaires associer pour qu'une discussion argumentative ait lieu. Lorsque les choix sont faits, le système construit à chaud des situations de dialogue propre à chaque dyade, faisant le choix du thème du débat, présentant la situation de « conflit » et le but du dialogue (rechercher un accord). La discussion a ensuite lieu au moyen d'une interface de communication relativement libre (*chat*). Lorsque les

participants ont terminé, chacun a pour consigne de reconstruire la solution commune et remplit à nouveau le questionnaire d'auto-confrontation.

La comparaison des données recueillies dans ces questionnaires permet d'une part d'observer les différences d'attitudes avant et après discussion et d'autre part, en comparant les questionnaires finaux, de vérifier le degré de compréhension et d'accord mutuels entre les protagonistes.

Le premier écran (figure 4) est dédié à la construction individuelle d'une solution au problème des chaînes énergétiques (cf. C-CHENE). Au fur et à mesure que la chaîne se construit (cette activité est enregistrée), le système verbalise les éléments qui la composent, préparant ainsi l'apprenant aux activités suivantes, qui seront purement langagières. Le travail de transposition entre registres sémiotiques pour un même concept favorise en effet leur acquisition (Duval, 1995 ; Ainsworth *et al.*, 1996).

Ces informations langagières sont reprises telles quelles dans l'écran suivant (figure 5) et composent la trame du questionnaire d'auto-confrontation. Dans le but de consolider les attitudes avant argumentation, on demande à l'apprenant de prendre position par rapport à chaque élément de sa chaîne au moyen d'un menu et de fournir des explications. Ce travail réflexif est autant bénéfique à l'apprenant qui prend du recul par rapport à sa solution et prépare des arguments, qu'au chercheur qui recueille ainsi des données assez détaillées sur les conceptions des participants.

Figure 4. DAMOCLES : construction de la chaîne énergétique

Message CHENE ex1_Marie : phase 2a

Pour chacune de ces phrases donne ton avis et explique quand tu le peux

Il y a un réservoir nommé 'une pile'.	J'en suis sûr. ▼	Car... la pile fournit de l'énergie électrique
Il y a un transformateur nommé 'une lampe'.	Oui, peut-être. ▼	Car... l'énergie électrique se transforme en énergie lumineuse
Il y a un transfert de 'une pile' à 'une lampe' nommé 'fil électrique'.	J'en suis sûr. ▼	Car... il y a un courant électrique
Il y a un transfert de 'une lampe' à 'une pile' nommé 'fil électrique'.	J'en suis sûr. ▼	Car... il y a un courant électrique

Figure 5. DAMOCLES : autoconfrontation

Dans le même esprit que lors de l'expérience CONNECT, les données ainsi recueillies vont servir à constituer les dyades. L'innovation importante apportée ici réside dans le fait que cette constitution est effectuée automatiquement à l'aide d'un algorithme d'appariement. Pour chaque couple, on évalue un « potentiel argumentatif » sur la base de trois facteurs : la différence entre les modèles conceptuels sous-jacents, le respect des règles de bonne formation des chaînes énergétiques (chaque infraction est un argument potentiel, renforçant le conflit) et la justesse de la solution proposée. La matrice d'argumentativité apparaît en bas à gauche de figure 6. L'algorithme d'appariement dresse la liste des appariements optimaux.

Lorsque les partenaires sont choisis, il reste encore à élaborer une situation de dialogue qui si possible les incitera à argumenter. À nouveau, le système s'appuie sur les données recueillies pour dresser un tableau de la situation (figure 7). Comme pour CONNECT, les principaux points sont présentés en miroir, mais ici sous la forme de deux paragraphes, articulés par des marqueurs discursifs d'opposition ou de similitude. Par ce court texte généré automatiquement, les phases préalables à l'argumentation sont mises en place : le terrain commun est présenté (préparation) ainsi que le conflit et le but de la discussion (ouverture).

Ce dispositif a été évalué avec un nombre réduit de participants (8) ce qui malheureusement ne suffit pas à garantir à chacun un partenaire optimal. Ainsi pour 3 dyades sur 4, les dialogues engagés furent immédiatement argumentatifs et la phase argumentative atteignait 80% de la durée de l'interaction, ce qui satisfait les contraintes imposées par la modélisation. La proportion d'activités épistémiques était tout à fait comparable à celle obtenue dans CONNECT, à ceci près que la proportion d'actes argumentatifs fut nettement supérieure (33%), ce qui était le but recherché.

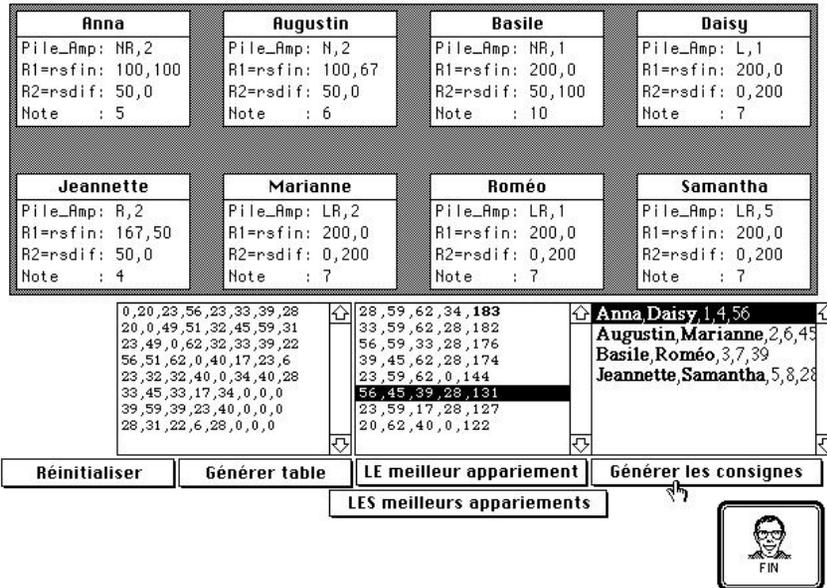


Figure 6. DAMOCLES : constitution des dyades sur le vif

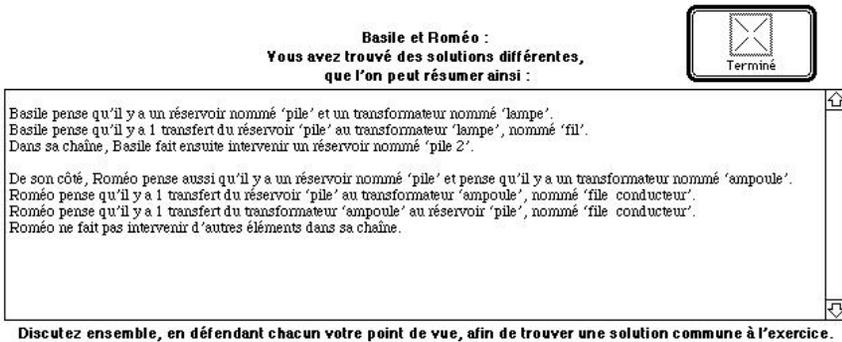


Figure 7. DAMOCLES : interface de discussion

D'autre part, l'analyse de données recueillies lors du questionnaire final nous permet de mesurer l'impact de la phase collaborative sur les représentations individuelles. Nous observons une amélioration des solutions, même si ces dernières sont encore loin d'être parfaites. Cette amélioration est induite par un renforcement de la connaissance des données du problème qui favorise d'éradication (ou du moins la mise à l'écart) de conceptions erronées.

L'argumentation dialectique est donc davantage une méthode de validation, permettant d'écartier les mauvaises solutions, qu'un procédé conduisant à la résolution même du problème.

Au terme de ces études sur le développement des interactions épistémiques, il semble que nous atteignons une asymptote, comme si le seuil des 55% d'actes épistémiques était infranchissable. Les actes restants ne sont pas pour autant inutiles : ils régulent l'interaction sociale, le bon déroulement du dialogue et de la tâche. Ces actes sont particulièrement importants du fait que l'interaction se déroule dans des conditions peu naturelles et que l'absence de communication non-verbale doit être compensée d'une manière ou d'une autre à travers le canal écrit.

La limite que nous pensons atteindre en revanche est celle du contrôle que nous exerçons sur les sujets et sur la situation que nous concevons pour qu'ils s'affrontent et qu'ils argumentent. Peut-on demander davantage à des apprenants, alors que les opinions qu'ils doivent défendre sont justement l'objet de leur apprentissage ? Si les apprenants exploitent les processus argumentatifs davantage pour évaluer les points de vue et rechercher le vrai, la vision purement dialectique de l'argumentation n'est peut-être pas la plus adaptée. Comme l'a fait remarquer Nonnon (op. cit.), l'argumentation gagnerait davantage à être employée comme processus d'exploration de l'espace de référence. Ainsi, avons-nous mené un projet sur l'argumentation médiée par ordinateurs pour le développement de la compréhension de l'espace du débat, SCALE, et élaboré un nouvel environnement de médiation, DREW.

5 JIGADREW et la compréhension d'un débat

5.1 Le projet SCALE — www.euroscale.net

Le programme de recherche sur les interactions épistémiques s'est poursuivi dans le cadre d'un projet européen (SCALE, 2001-2004) dont le but était de développer un environnement collaboratif favorisant l'apprentissage par des activités argumentatives sur Internet. Par rapport à nos travaux antérieurs, au lieu d'étudier les interactions épistémiques produites spontanément lors de la résolution coopérative de problèmes, dans SCALE nous avons étudié des interactions argumentatives à finalité cognitive, orientée non plus vers la confrontation mais vers la compréhension de l'espace d'un débat.

Le dispositif construit dans le cadre de ce partenariat, DREW (Corbel *et al.*, (2003) ; cf. <http://scale.emse.fr>), consiste en une plate-forme facilitant la mise en place de séquences d'activités collaboratives synchrones, médiées par ordinateurs, au moyen d'outils de communication (*chat*) ou de production (textes, schémas argumentatifs, dessins). La finalité cognitive de la tâche d'apprentissage nous a en effet conduit à développer des outils devant faciliter à la fois la tenue d'un débat et à travers cette pratique une certaine compréhension (ou analyse) du débat en cours.

À l'instar de DAMOCLES, l'outil de médiation figure au centre d'un dispositif plus large, le PWS (*Pedagogical Web Site*) construit pour faciliter la conception de séquences d'activités collaboratives, et l'exploitation de leurs traces. L'enseignant(e) peut ainsi reprendre la séquence d'un(e) collègue, visionner des interactions produites dans ce cadre et s'en inspirer pour construire sa propre séquence.

5.2 L'exploration d'un débat

L'expérience de DAMOCLES nous a appris que la recherche d'une confrontation dialectique entre apprenants est délicate pour au moins deux raisons. Il est souhaitable que les participants aient des opinions solides et argumentées pour

pouvoir s'engager avec confiance dans une telle confrontation, or ce cas est particulièrement difficile à obtenir lorsque l'espace référentiel est en construction. La seconde raison réside dans la difficulté à trouver des partenaires dans le débat qui aient des opinions à la fois nettes et opposées. Devant ce constat, nous nous sommes interrogés sur l'existence de motivations alternatives à la pratique argumentative, c'est-à-dire des situations interactionnelles dans lesquelles les participants argumentent dans un autre but que pour défendre un point de vue ou pour le critiquer. Peut-on argumenter sans conflit d'opinion ? Dans quel but ?

Ce renversement de perspective nous a remémoré les conclusions de l'expérience DAMOCLES, sur le rôle de l'argumentation dans la résolution de problème. *In fine*, l'argumentation a porté pour l'essentiel sur l'évaluation des solutions ou des arguments proposés par l'un ou par l'autre et peu finalement à la préservation des thèses initiales. Les apprenants ont en fait mis en commun leurs visions du problème, leurs compréhensions des concepts et leurs capacités métacognitives (ou opérations de pensée critique ; Quignard, 2000) pour élaborer une compréhension commune et plus cohérente du problème. Suite à une première phase d'argumentation dialectique, les participants ont en fait *exploré conjointement* et de manière *critique* le problème qui leur était posé.

Proposer ce genre d'activité dans le cadre de résolution de problème ou plus généralement pour l'étude d'une question nécessite d'en définir l'enjeu. Le principe du partage de compétence cognitive nous paraît particulièrement sensé lorsque la question à l'étude est complexe et ne peut être complètement traitée à l'échelle individuelle. Partant toujours d'un travail individuel, nous proposons aux participants de mettre en commun leur travail et d'explorer ensemble la question dans le but d'améliorer leur travail initial. L'argument sous-jacent est qu'un point de vue extérieur apportera nécessairement un éclairage différent sur la question et qu'il y a tout à gagner à collaborer. La phase collaborative devient alors une confrontation « amicale » où l'enjeu est moins de l'emporter (car la question est trop complexe pour que la solution proposée par chacun soit juste) que de compléter sa propre compréhension de la question. En clôture de cette séquence, les apprenants doivent reprendre leur travail initial et l'améliorer *à la lumière du débat*.

L'organisation d'un tel travail est plus simple que pour les tâches CONNECT ou DAMOCLES, puisqu'il n'est plus nécessaire de rechercher un partenaire pouvant tenir le rôle de contradicteur. En revanche, il faut trouver un thème à débattre suffisamment complexe pour qu'on ne puisse aisément en faire le tour, suffisamment riche ou ouvert pour qu'une multiplicité de points de vue (ou d'éclairages) puisse exister, et surtout suffisamment familier pour que les participants ne soient pas rebutés par la complexité de la tâche. En accord avec les programmes scolaires, nous nous sommes orientés vers des débats « Sciences et Société » en rapport avec l'actualité, pour que cela puisse avoir lieu dans le cursus scolaire normal du lycée (ces débats sont en effet au programme des disciplines scientifiques dans les filières L et ES). Nous avons en définitive choisi de débattre de l'autorisation de la production d'organismes génétiquement modifiés (OGM).

5.3 Le dispositif de médiation de l'argumentation

Pour compléter l'outil déjà bien classique de communication qu'est le chat, nous avons développé un outil permettant de construire à plusieurs des graphes d'arguments : JIGADREW (Quignard, 2002). Cette interface a été souhaitée la plus simple possible : des boîtes pour les arguments ou les thèses (en fait, des propositions) et deux types de liens argumentatifs (“+” et “-”). Dans une acception dialectique de l'argumentation, les liens “+” représentent les arguments pour (les défenses), tandis que les liens “-” représentent les arguments contre (les attaques).

Ainsi, la mise en relation d'une boîte avec une autre explicite la relation argumentative existant entre l'argument et la thèse qu'il soutient ou qu'il critique.

Une caractéristique importante de cette interface est que les élèves peuvent y exprimer leurs propres opinions (pour ou contre) sur chaque élément du graphe (propositions ou relations). Les avis de chacun sont représentés par un code de couleur et la forme de l'objet indique si les participants sont en conflit sur la proposition concernée. Cette particularité qui a pour but de focaliser l'attention des participants sur leurs différences d'opinions et par conséquent sur la résolution de cette dernière (discussion critique ou contradictoire) constitue l'originalité de ces graphes par rapport à nombre d'autres comme par exemple le système BELVEDERE (Suthers et Weiner, 1995 ; Suthers et Hundhausen, 2001). Le graphe est ainsi autant une représentation évolutive d'un débat qu'un *médium* à travers lequel se produit et se construit un dialogue argumentatif.

Par exemple, dans la figure 8, Polly (en noir) et Betty (en gris)² ont construit une constellation d'arguments autour des OGM. La boîte OGM, par sa forme étoilée, indique que les deux participantes divergent sur la question.

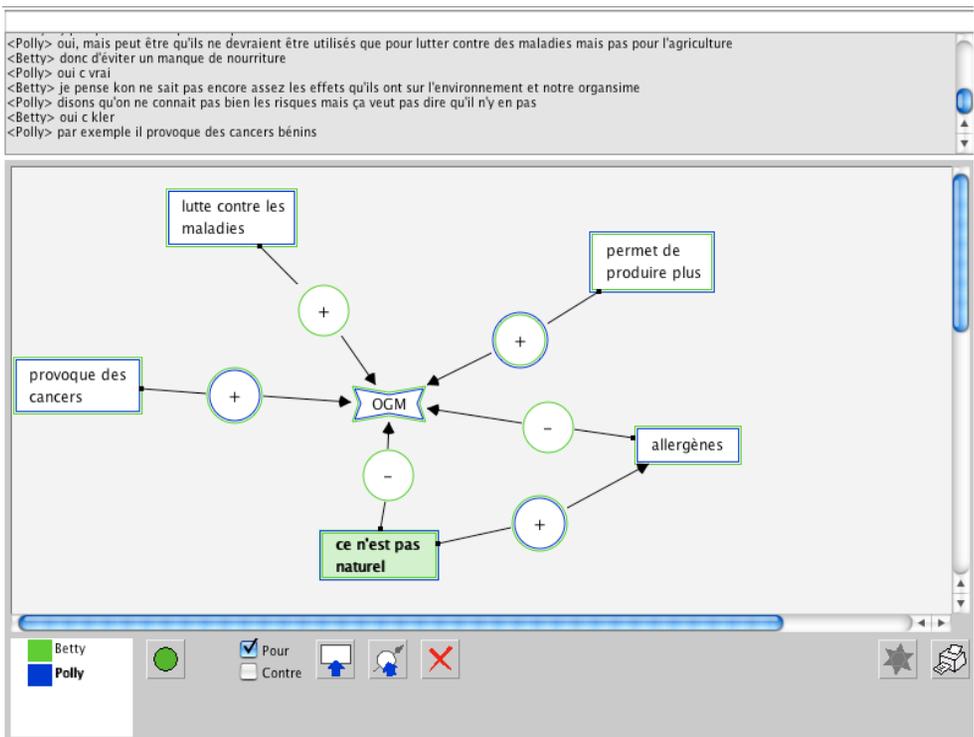


Figure 8. JIGADREW. Interfaces de communication utilisées pour le débat sur les OGM : le chat et l'éditeur de graphes argumentatifs.

En revanche, on observe qu'elles sont en accord, à ce stade du débat, sur les arguments proposés. On remarque aussi quelques « erreurs », dont certaines seront corrigées par la suite. L'argument que les OGM provoquent des cancers devrait

² Le débat est authentique même si les prénoms des participantes ont été changés.

avoir une flèche négative. La flèche entre « *ce n'est pas naturel* » et « *allergène* » exprime davantage une relation causale qu'argumentative. Le système ne rétroagit pas à ce genre de configuration car le but n'est pas de leur enseigner un usage correct de ce langage de représentation, mais de rester neutre, comme un tableau blanc sur lequel les participants organisent leurs notes.

Les deux interfaces de communication, dont la figure 8 illustre la combinaison, sont relativement complémentaires. Si le chat est entièrement libre, l'éditeur de graphe nécessite un minimum de travail analytique pour qu'un énoncé soit retranscrit sous forme schématique. Toutefois, ce travail analytique est minimal, restreint à l'identification de l'argument de base (antécédent), sa cible (conséquent) et la polarité de la flèche (relation argumentative). On ne demande pas aux apprenants d'identifier la source de l'argument qu'ils rapportent ni de catégoriser le type de proposition (est-ce un fait, une conjecture, un exemple, une rumeur ?) ni le type de relation (la loi de passage ou la règle d'inférence qui caractérise la relation argumentative). Du point de vue des traces, le chat laisse une trace organisée dans une dimension temporelle (l'historique), tandis que l'outil graphique restitue une vision synthétique du débat, atemporelle, dans une dimension spatiale.

5.4 Une expérience

Nous avons mené une expérimentation en novembre 2001 dans un lycée de Lyon avec les outils présentés plus haut. Son but était double : d'une part déterminer dans quelle mesure la séquence proposée conduit les élèves à élargir et approfondir leur compréhension de l'espace du débat et d'autre part évaluer l'influence de l'utilisation d'un outil de construction de graphes d'arguments dans des interactions *chat*.

L'expérience s'est déroulée en deux sessions : une session d'entraînement de deux heures (phase 0) puis une session de trois heures pour les autres phases. Deux classes de Terminale du même lycée, de même filière ont participé, l'une dans la condition « *chat seul* » (21 élèves répartis en 9 dyades et 1 triade), l'autre dans la condition « *chat-graph* » (28 élèves répartis en 14 dyades). Dans chaque cas, les élèves étaient associés aléatoirement pour éliminer l'effet d'une constitution de dyades particulières (cf. Quignard et Baker, 1999).

Nous avons mesuré l'apport des discussions des étudiants dans la compréhension de l'espace du débat en évaluant les différences entre les textes produits avant et après la discussion. Pour cela, nous avons élaboré une nouvelle méthode pour évaluer la qualité de l'espace du débat, comme celle exprimée dans les textes, appelée la méthode QED (Qualité de l'Espace du Débat). Cette méthode repose sur la catégorisation des arguments avancés dans les textes produits par les élèves avant et après débat selon trois dimensions : l'équilibre de l'argumentaire, sa capacité à couvrir les différents enjeux du débat et sa cohérence par rapport à l'opinion générale exprimée par l'élève.

Cette analyse menée sur 98 textes montre une augmentation significative du QED entre les textes rédigés avant et après le débat. En revanche, il n'y a pas de différence significative entre les groupes ayant utilisé seulement le chat pour débattre et les groupes ayant utilisé le chat et l'éditeur de graphes (voir Quignard *et al.*, 2003).

L'absence de différence d'impact de l'usage des outils de communication sur le texte final nous a conduit à comparer directement les échanges produits dans l'environnement DREW, grâce aux traces que cet outil a conservées et qu'il permet de visionner en temps rejoué. La grande difficulté de cette tâche de comparaison réside dans la nature très différente des entités tracées. D'un côté (*chat*), nous avons une trace homogène composée d'énoncés (événements communicatifs langagiers,

produits de manière séquentielle, selon une certaine cadence, et dont l'élaboration a une certaine durée); de l'autre (*chat-graph*) nous avons une trace hétérogène comprenant pour partie des énoncés et pour partie des événements portant sur des objets graphiques, beaucoup plus brefs, beaucoup plus nombreux et surtout pouvant se produire en parallèle des premiers.

La méthode développée (Rainbow) repose sur une catégorisation générale des actes communicatifs en 7 classes, selon la fonction communicative des événements. On dispose d'une catégorie hors tâche pour les énoncés hors sujet, 2 catégories à dimension socio-interactionnelle et 4 catégories dans l'espace de production (graphique ou discursif) : gestion du débat, des positions, des arguments et finalement des fondements. Les analyses effectuées sur les données récoltées montrent principalement deux choses. La première est le déplacement d'une partie de l'activité de débat dans le module d'édition graphique. En effet, la part d'énoncés exprimant des opinions ou des arguments diminue notablement lorsque le module de graphes d'arguments est présent. En revanche les activités d'approfondissement demeurent majoritairement dans le chat. Ces résultats permettent de délimiter les usages de cet outil en tant que médium de débat : il facilite l'expression d'opinions et d'arguments, mais l'approfondissement y est moins favorisé.

Le second résultat est en fait la confirmation que ces deux activités (*chat* vs. *chat-graph*) demeurent très différentes et donc difficilement comparables. La masse de données récoltées dans le module graphique a tendance à noyer (statistiquement) celles récoltées dans le chat et donc masquer dans les résultats les phénomènes produits dans le chat. Ainsi, quand bien même une méthode puisse s'appliquer en théorie sur deux situations différentes, la comparaison quantitative reste très délicate à effectuer. Un deuxième point vient renforcer ce constat : la situation *chat-graph* demande de gérer finalement deux interfaces en même temps et donc un effort supplémentaire pour détecter où se passent les choses et pour décider où produire sa contribution (ces décisions étant souvent à prendre collégalement).

En définitive, cette expérience nous a permis de valider au moins un usage pertinent pour notre outil d'édition graphique d'arguments et de démontrer qu'il était possible, malgré l'effort d'entraînement nécessaire à la maîtrise de ces artefacts, de débattre aussi bien qu'avec un simple outil de chat. Mais l'enseignement principal de cette expérience est d'ordre méthodologique : quand bien même avons-nous conçu une situation propice au débat, avec des outils relativement simples et permettant le traçage des activités, avec des moyens d'évaluation originaux adaptés à nos questions de recherche, les activités que nous observons résistent à notre compréhension et surtout à notre besoin de comparaison. Il semble bien que le choix d'un dispositif de médiation détermine dans une très large part le déroulement (et l'organisation) de l'activité collaborative, si bien que l'utilisation d'une telle variable compromet quelque peu la démarche comparative. En d'autres termes, le dispositif de médiation est véritablement un acteur à part entière de l'activité collaborative de construction du sens.

6 Conclusions

Au terme de ces études sur le développement d'activités épistémiques ou argumentatives au moyen de dispositifs informatiques de médiation, nous pouvons tirer trois axes de conclusion : sur l'argumentation dans des situations d'apprentissage, sur les dispositifs de médiation et sur cette approche instrumentée pour l'étude de la « cognition collaborative ».

6.1 Bilan de ces recherches sur l'argumentation

Sur le plan des recherches sur l'argumentation, tout d'abord, nous avons pu mettre en évidence certaines fonctions de ce mode d'interaction sur l'activité collaborative. Dans le cadre de la résolution de problème, la confrontation dialectique a sensibilisé les apprenants aux données du problème, et si cette activité ne permet pas directement d'aboutir à la solution correcte, elle permet aux apprenants d'éradiquer certaines sources d'erreurs et de connaître les limites de leurs connaissances. Dans l'exercice d'exploration d'un débat, l'argumentation améliore la compréhension de l'espace du débat mais les analyses actuelles ne permettent pas de conclure sur la nature des processus interactifs qui en sont la cause.

6.2 Bilan sur les dispositifs de médiation

En l'espace d'une quinzaine d'années, nous avons vu se développer une complexification des dispositifs. Ces dispositifs sont de plus en plus structurants, tant du point de vue de la communication (utilisation de boutons, de représentations sémiotiques dédiées voire l'ouverture de plusieurs canaux de communication chat et graphes) que du point de vue de la tâche (décomposition en sous-activités pour dégager un temps pour la réflexion) et des situations collaboratives (choix des thèmes de discussion, des consignes et des partenaires en fonction des représentations individuelles).

La connaissance grandissante de ces dispositifs, de leurs vices et de leurs vertus permet de les exploiter au mieux pour manipuler des variables inaccessibles en situations « naturelles ». Il est par exemple possible de choisir en cours d'expérience le bon interlocuteur qui est si déterminant dans les activités collaboratives et de garantir une totale liberté d'expression dans un cadre finalement très contrôlé, très suivi. Le dispositif de médiation peut même jouer un rôle d'amplificateur en proposant des activités/situations dédiées à certaines opérations cognitives (expression d'attitudes, d'explications dans DAMOCLES ou d'opinions et d'arguments dans JIGADREW).

En définitive, derrière ces dispositifs de médiation, conçus *a priori* pour le recueil de données dans le cadre d'études sur la collaboration, se cachent de formidables appareils de mesure (précis et discrets) qui peut-être plus que d'autres agissent et participent même à l'activité qu'ils sont censés médier.

6.3 Discussion

L'approche expérimentale que nous adoptons pour l'étude des processus cognitifs de l'argumentation nécessite un travail d'ingénierie long et coûteux, tant il est important de maîtriser cette technologie et son impact sur l'activité. Dans cette recherche de maîtrise, on va chercher toujours de nouvelles possibilités de mesures induisant un développement de nouvelles méthodes d'analyses.

Cette boucle itérative peut paraître fastidieuse. L'expérience avec JIGADREW a nécessité une année de préparation avec les enseignants et plusieurs heures de préparation, d'entraînement avec les apprenants pour finalement recueillir quatre-vingt-dix minutes de débat. Le temps passé dans cette préparation n'est pourtant pas du temps perdu car la collaboration avec les enseignants nous a beaucoup appris sur l'organisation d'activités en situations scolaires « écologiques ». De même, le temps d'entraînement ou d'adaptation de l'élève avec le nouveau dispositif non plus n'est pas vain s'il est véritablement organisé dans le cursus pédagogique de l'élève, avec l'enseignant.

Cette démarche instrumentée est en définitive une double boucle de développement. La première, nous l'avons évoquée, est technologique. À chaque version ou innovation, nous corrigeons les défauts de conception ou les défauts de

connaissances des versions antérieures et nous pensons converger vers l'exploitation des bons outils dans les bonnes situations. La seconde boucle est plus théorique. Sachant que chaque dispositif n'est que la réification d'un modèle de la collaboration cognitive, chaque expérience remet en cause le fonctionnement de nos modèles, pose de nouvelles questions et ouvre de nouveaux domaines d'investigation. Certes, nos modèles seront toujours imparfaits, notre maîtrise technologique insuffisante, et notre formidable outil de mesure peut être un acteur parfois gênant pour l'observation de nos activités. En fait, nous gageons les déformations qu'il opère sur notre objet d'étude, du fait de notre connaissance grandissante de ces technologies, nous donnent des éclairages tout à fait inouïs sur la collaboration cognitive et par là-même, nous permettent de mieux appréhender ces phénomènes complexes.

L'essor de ces technologies de médiation ouvre déjà des domaines de recherche et d'application. Des programmes d'analyses de traces sont d'ores et déjà embarqués dans les dispositifs de communication, pour aider l'utilisateur, supporter une activité collective, aider le tuteur à encadrer un élève dans de la formation à distance... Cette génération des « *agents conversationnels* » entérine le fait que les dispositifs de médiation informatique sont de plus en plus *acteurs* dans la collaboration humaine et de la construction du sens.

Remerciements

Je remercie vivement Maria-Caterina Manes-Gallo pour l'énergie qu'elle a mise dans l'organisation de cette réflexion interdisciplinaire, depuis la journée d'étude jusqu'à la parution de ce numéro spécial de la Revue d'Interaction Homme-Machine. Je tiens également à remercier mes anciens collègues et amis lyonnais, Michael Baker, Kristine Lund, Arnauld Séjourné, Erica de Vries, pour le chemin effectué ensemble dans l'investigation instrumentée des interactions épistémiques.

6 Références

- Ainsworth, S., Wood, D., Bibby, P. (1996). Co-ordinating Multiple Representations on Computer Based Learning Environments. In *Proceedings of the European Conference on AI and Education*, Lisbon, 336-342.
- Baker, M., Brixhe, D., Quignard, M. (2002). La co-élaboration des notions scientifiques dans les dialogues entre apprenants : le cas des interactions médiatisées par ordinateur. In J. Bernicot, A. Trognon, M. Guidetti & M. Musiol (Eds.), *Pragmatique et psychologie*, Nancy : PUN, 109-138.
- 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. (1996). Argumentation et co-construction des connaissances. *Interaction et Cognitions*, 1 (2/3), 157-191.
- Baker, M., de Vries, E., Lund, K. (1999). Designing computer-mediated epistemic interactions. In S.P. Lajoie & M. Vivet (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence and Education (Le Mans, July 1999)*, *Artificial Intelligence in Education*, 139-146, Amsterdam : IOS Press.
- Barth, E.M., Krabbe, E.C.W. (1982). *From Axiom to Dialogue: A philosophical study of logics and argumentation*. Berlin: Walter de Gruyter.

Corbel, A., Jaillon, J., Serpaggi, X., Baker, M., Quignard, M., Lund, K., Séjourné, A. (2003). DREW : Un outil Internet pour créer des situations d'apprentissage coopérants. In *Actes de la conférence ELAH 2003* (Strasbourg, avril 2003), C. Desmoulin, P. Marquet et D. Bouhineau (Eds.), Paris : ATIEF/INRP, 109-113.

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.

Duval, R. (1995). *Sémiosis et pensée humaine. Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*. Berne : Peter Lang.

Golder, C. (1996). *Le développement des discours argumentatifs*. Lausanne: Delachaux & Niestlé.

Nonnon, E. (1996). Activités argumentatives et élaboration de connaissances nouvelles: le dialogue comme espace d'exploration. *Langue Française*, 112 (décembre 1996), 67-87.

Ohlsson, S. (1996). Learning to do and learning to understand: A lesson and a challenge for cognitive modeling. In P. Reiman & H. Spada (Eds.), *Learning in Humans and Machine*, Oxford: Pergamon, 37-62.

Pilkington, R. M., Hartley, J. R., Hintze, D., Moore, D. (1992). Learning to Argue and Arguing to Learn: An Interface for Computer-based Dialogue Games. *Jl of Artificial Intelligence in Education*, 3 (3), 275-295.

Plantin, C. (1990). *Essais sur l'argumentation : introduction linguistique à l'étude de la parole argumentative*. Paris: Kimé.

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

Quignard, M. (2002). A Collaborative Model of Argumentation in Dyadic Problem-Solving Interactions. In F. H. van Eemeren, J. A. Blair, C. A. Willard, A. F. Snoek Henkemans (Eds.), *Proceedings of the Fifth International Conference of the International Society for the Study of Argumentation (ISSA'02)*, Amsterdam, 25-28 June 2002, Amsterdam: Sic Sat.

Quignard, M., Baker, M. (1999). Favouring computer mediated argumentative dialogue in problem solving situations. In S. Lajoie, M. Vivet (Eds.), *Artificial Intelligence in Education : Proceedings of the 9th World Conference on Artificial Intelligence in Education*, Le Mans, juillet 1999, Amsterdam : IOS Press, 129-136.

Quignard, M., Baker, M., Lund, K., Séjourné, A. (2003). Conception d'une situation d'apprentissage médiatisée par ordinateur pour le développement de la compréhension de l'espace du débat. In *Actes de la conférence ELAH 2003* (Strasbourg, avril 2003), C. Desmoulin, P. Marquet, D. Bouhineau (Eds.), INRP – ATIEF, 355-366.

Suthers, D., Hundhausen, C. (2001). Learning by Constructing Collaborative Representations: An Empirical Comparison of Three Alternatives. *Proceedings of the First European Conference on Computer-Supported Collaborative Learning*, Universiteit Maastricht, 577-584.

- Suthers, D., Weiner, A. (1995). Groupware for developing critical discussion skills ». *Proceedings of Computer Supported Cooperative Learning*, Bloomington, Indiana, octobre 1995, Lawrence Erlbaum, Mahwah NJ, 341-348.
- Tiberghien, A. (1994). Modelling as a basis for analysing teaching-learning situations. *Learning and Instruction*, 4 (1), 71-87.
- van Eemeren, F., Grootendorst, R. (1996). *La nouvelle dialectique*. Paris, Kimé.
- van Eemeren, F., Grootendorst, R. (2002, Eds.). *Proceedings of the Fifth International Conference of the International Society for the Study of Argumentation (ISSA'02)*, Amsterdam, 25-28 juin 2002, Sic Sat, Amsterdam.
- van Eemeren, F., Grootendorst, R., Jackson, S., Jacobs, S. (1993). *Reconstructing Argumentative Discourse*. Studies in Rhetoric and Communication. London : University of Alabama Press.
- Walton, D. (1989). *Informal Logic: a handbook for critical argumentation*. Cambridge : Cambridge University Press.