



La conception d'environnement informatique d'apprentissage fondée sur une démarche de recherche-développement

Pascal Leroux

Laboratoire d'Informatique de l'Université du Maine (LIUM)

pascal.leroux@univ-lemans.fr

Keywords: technology enhanced learning, educational robotic, CSCL, collaborative learning

Abstract

This paper focuses on a research and development approach in the field of Computer Based Human-Learning Environments design. The peculiarity of this approach is that it is grounded on learning theories (e.g., collaborative learning theories) and practices (e.g. learning by designing) with the aim to develop models enabling teachers to design learning environment and tools. The design cycle entails the prototypes testing in an ecological context. The purpose is to arrive at industrializing them as educational and professional products in order to increase long run returns. This approach has been developed during our research works. Here we will illustrate one application describing a learning environment for online collaborative project work.

1 Introduction

Tout développement d'EIAH (Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain) est sous-tendu par une intention pédagogique qui ne peut être validée qu'à la suite d'une confrontation objective avec des apprenants. Ceci exige d'avoir des EIAH fiables pour effectuer des expérimentations qui ne soient pas biaisées par des dysfonctionnements de l'application.

En plus des besoins expérimentaux, un intérêt majeur de développer de véritables produits est d'obtenir sur le long terme des retours pertinents sur les usages de ces logiciels dans les milieux de la formation: rien de mieux que l'utilisation des EIAH «dans la vraie vie». Les retours sur les usages dans de tels contextes ne peuvent qu'apporter à l'ensemble de la communauté des connaissances précieuses pour la conception et le développement de dispositifs d'apprentissage.

Il ne faut pas interpréter nos propos comme la nécessité absolue de voir aboutir toutes les recherches en EIAH à des produits. Notre souci est de concilier, d'une part, les besoins de la recherche en terme de prototypes expérimentaux pour faire avancer les idées, les modèles et, d'autre part, les besoins exprimés par le terrain. C'est sur ces bases qu'est fondée la démarche de conception d'EIAH présentée ci-après.

2 Démarche de recherche-développement en EIAH

Nous parlons ici de notre démarche de recherche (cf. Fig. 1) au sens où c'est cette démarche qui a prévalu pour l'ensemble des travaux que nous avons mené dans le contexte de la conception d'EIAH notamment en formation en ligne.

Cette démarche de recherche s'inspire en premier lieu de la démarche de recherche-développement technologique en éducation de Nonnon (1993). La singularité de ce modèle se situe en particulier au démarrage du processus de recherche. Il est abordé selon deux approches: soit un problème à résoudre est posé, soit une idée qui apparaît intéressante est explorée. L'intérêt de ce modèle est qu'il ne rend pas le processus de recherche-développement dépendant systématiquement de produits issus d'autres recherches; ce qui lui permet de conserver son aspect «créatif».

Le principe d'amorçage que nous avons retenu est celui de poser un ou des problèmes à résoudre. En EIAH, les problèmes sont posés soit à partir d'une analyse des usages des applications ou prototypes précédemment conçus, soit de problématiques générales de la formation comme par exemple le suivi d'activité ou l'implication des apprenants dans des activités collectives à distance.

Le deuxième point à éclaircir concerne le contexte d'usage de l'EIAH. Ce travail peut être fait sur les bases des travaux de Dubourg et al. (1995): explicitation du dispositif d'enseignement, des ressources humaines, des ressources matérielles et de leurs modes d'utilisation, du mode de communication entre les agents humains et logiciels, du type de suivi.

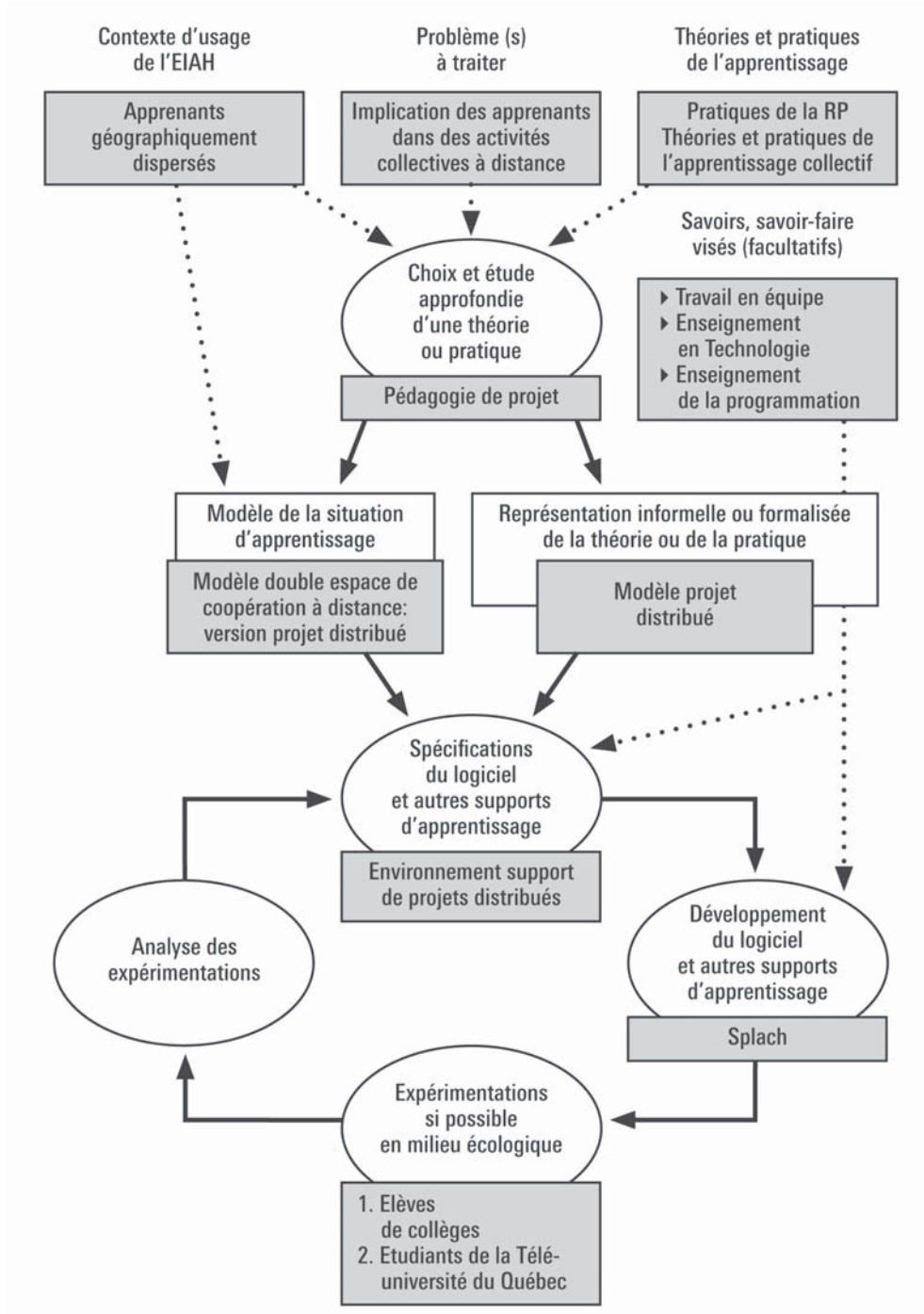


Fig. 1 Modèle de la démarche de conception d'un EIAH – L'exemple SPLACH

Si le problème à résoudre est lié à un apprentissage, il est alors souhaitable de connaître les savoirs et savoir-faire visés par l'utilisation de l'EIAH. Dans le meilleur des cas, le concepteur peut disposer d'une analyse didactique et cognitive (connaissances en jeu, public cible, enseignement usuel, difficultés des élèves) de l'apprentissage visé Dubourg et al. (1995). Cette analyse est plus ou moins complète et riche en fonction des objectifs d'apprentissage.

Une quatrième entrée de la démarche rassemble l'ensemble des théories et pratiques d'apprentissage ou autres disponibles qui vont aider à concevoir l'EIAH et faciliter ensuite sa validation fonctionnelle et théorique.

À partir du problème posé, du contexte d'usage, d'une éventuelle analyse didactique et des études théoriques et pratiques, le travail consiste à choisir la théorie ou la pratique qui va servir de base à la conception de l'EIAH. Une fois ce choix opéré, une étude approfondie de cette théorie ou pratique doit être menée. Le but est d'en produire une représentation informelle ou formalisée qui participe à la définition des spécifications du logiciel et de son développement. Cette représentation peut prendre différentes formes allant d'une description informelle de la théorie ou de la pratique (e.g. la description des étapes d'une pratique) jusqu'à un modèle computationnel programmable directement en machine.

Grâce à l'étude précédente et au contexte d'usage, il est alors possible d'élaborer un modèle descriptif de la situation d'apprentissage. Ce modèle décrit, éventuellement à l'aide d'un schéma, l'organisation et la configuration de la situation d'apprentissage (place des enseignants et des apprenants, travail en groupe ou isolé, travail en salle ou à distance, etc.) ainsi que les interactions typées (aide, coopération, navigation dans une application, etc.) entre les agents humains et logiciels. Ce modèle doit faciliter et guider le concepteur dans toutes les phases du processus de conception de l'EIAH des spécifications à l'analyse des expérimentations. Ce type de modèle sert donc non seulement à concevoir mais aussi à interpréter ce qui se passe notamment du point de vue des interactions.

Une fois définis la représentation de la théorie ou la pratique et le modèle de la situation d'apprentissage, le processus de conception se rattache au cycle classique de conception itérative en génie logiciel dont nous avons spécialisé certaines phases. Les phases de spécification et de développement concernent uniquement le logiciel et les supports d'apprentissages associés (matériel, documents, etc.). Nous préconisons des expérimentations en milieu écologique. L'analyse de l'utilisation de l'EIAH peut amener à revoir non seulement les spécifications logicielles mais aussi 1) le choix de la théorie ou de la pratique d'apprentissage avec sa représentation et 2) le modèle de la situation d'apprentissage. Une originalité de notre démarche se situe à la sortie du développement de l'application où nous prévoyons un résultat sous la forme d'un produit diffusable. Cette sortie ne veut pas nécessairement dire que le processus itératif de recherche-développement est terminé mais qu'une version

de l'EIAH est suffisamment stable pour être diffusée et permettre ainsi des expérimentations en situation usuelle de formation.

Cette démarche de conception d'un EIAH a été mise en œuvre dans le cadre d'une majorité de nos travaux; elle représente donc l'essence même de notre démarche de recherche. Dans le chapitre suivant, nous décrivons une instance du modèle de cette démarche dans le cadre de la conception d'un environnement collaboratif à distance support à la pédagogie de projet.

3 Un cas de mise en oeuvre: l'EIAH Splach

Les travaux présentés ici se situent dans le domaine du Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL). Parmi les environnements supports de projets distribués développés, on trouve ceux qui offrent des ressources et des outils informatiques pour produire et communiquer mais sans essayer de guider la conduite de projet. On peut ranger aussi dans cette catégorie les plates-formes de téléformation existantes qui intègrent des outils (forum, messagerie, partage de documents, agendas) plus ou moins sophistiqués devant permettre le travail collectif entre apprenants. D'autres environnements incluent une structuration de la démarche. Ce que l'on peut retirer de ces environnements supports de projets distribués, c'est qu'ils fonctionnent avec une structuration limitée des activités et l'utilisation d'outils de communication standard. Leur mise en place et leur bon déroulement dépendent essentiellement de la volonté des responsables de la formation, du suivi des tuteurs ainsi que de l'engagement et des aptitudes des apprenants à travailler en équipe.

Par conséquent, notre hypothèse de recherche est de prétendre que les activités collectives entre apprenants doivent être soutenues et structurées par le dispositif informatique de formation. Ce soutien et cette structuration doivent contribuer à maintenir tout au long des projets une interaction entre les apprenants et faciliter le travail de l'enseignant dans l'animation, le suivi et éventuellement l'évaluation des activités.

C'est donc sur la voie de la structuration des activités et du travail de groupe suggérés et l'élaboration d'outils innovant dans les environnements supports de projet souhaités par d'autres que nous avons mené des recherches sur les projets distribués.

3.1 La démarche de recherche-développement mise en oeuvre

Pour mener à bien ces travaux, nous avons mis en oeuvre la démarche de recherche-développement décrite à la section précédente. Nous explicitons ci-après la démarche instanciée (Fig. 1) dans ce contexte ainsi que les modèles et outils développés.

Pour réfléchir au problème de l'implication des apprenants dans des acti-

vités collectives à distance, nous sommes partis des pratiques pédagogiques (TP, projets) que nous avons élaborées en robotique pédagogique (Leroux et Vivet, 2000). Pour ce travail, nous nous sommes aussi appuyés sur une étude approfondie des théories et pratiques de l'apprentissage collectif. De ces analyses, nous avons délibérément choisi la pédagogie de projet comme fondement de l'approche pédagogique sous-jacente aux activités collectives à distance. Nous avons alors mis à jour le modèle double espace coopération de la situation d'apprentissage.

À partir d'une étude de la pratique de la pédagogie de projet dans un contexte de distance, nous avons défini un modèle de projet distribué. Ce modèle, le modèle de la situation d'apprentissage ainsi que les compétences de travail en équipe visées, nous ont permis d'élaborer des spécifications pour réaliser un environnement support de projets distribués. De ces spécifications sont nées le logiciel Splach qui a été expérimenté dans deux contextes différents: un concours de robotique pour des élèves de collèges en France et un cours de programmation pour des étudiants de la Télé-université du Québec.

3.2 Modèle de double espace de coopération dans un contexte de distance

Du point de vue fondamental, le travail a consisté à concevoir un modèle de situation d'apprentissage dans lequel des machines sont capables de gérer les activités prescrites par l'enseignant et de coopérer avec les apprenants dans le cadre de leurs activités. L'organisation pédagogique est faite pour que l'enseignant puisse conduire un ensemble de groupes d'apprenants répartis en ateliers.

Au plan théorique, cela nous a amené à poser le problème de la coopération entre des groupes d'apprenants, un enseignant et des EIAH. La solution proposée consiste à modéliser la situation d'apprentissage sous la forme d'un espace de coopération globale au sein duquel interagit l'enseignant avec des espaces de coopération locale (cf. Fig. 2).

Dans un espace de coopération locale, des apprenants coopèrent entre eux sur les activités proposées par un EIAH. Ce groupe interagit avec l'EIAH selon les modes spécifiques à chacune des activités prescrites (e.g. navigation dans un hypermédia, programmation d'actions, coopération à la réalisation d'une tâche). Le logiciel gère la présentation des activités, optimise le travail collectif du groupe d'apprenants en coopérant avec lui et sollicite éventuellement l'enseignant en cas de problèmes. Il peut être aussi prévu dans un espace de coopération locale l'utilisation de supports pédagogiques sous la forme d'artefacts réels (e.g. des micro-robots préassemblés) ou d'un micromonde matériel (e.g. des briques pour construire des micro-robots). Dans ce cas, les apprenants sont amenés à manipuler des artefacts réels, à les construire et le logiciel à contrôler leurs mouvements s'ils sont pilotés par ordinateur.

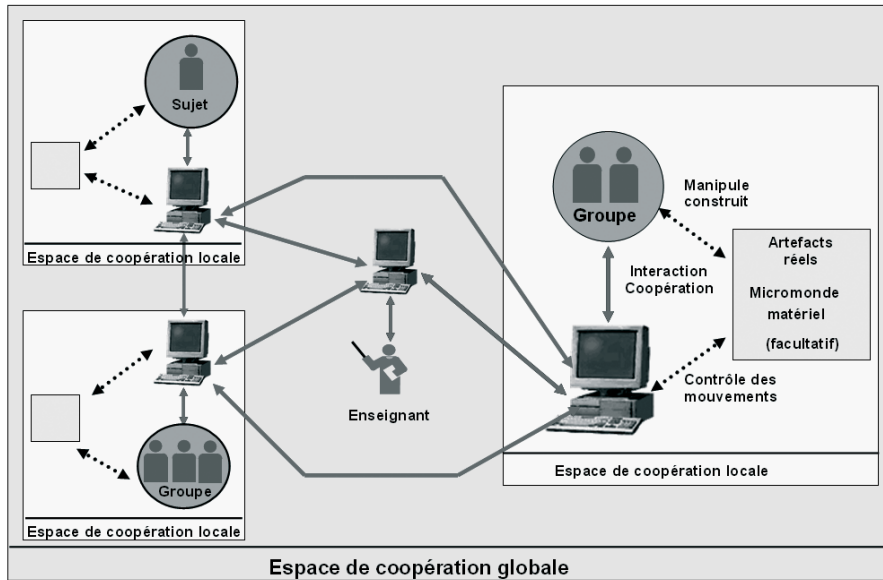


Fig. 2 Modèle de la situation d'apprentissage dans le cadre de projets distribués.

Dans l'espace de coopération globale, l'agent central est l'enseignant qui met en place puis surveille d'un point de vue global les activités dans chaque espace de coopération locale. Il apporte aussi son aide, si besoin, aux apprenants au niveau local. Le travail de suivi est facilité par le fait que l'ensemble des interactions entre les agents humains et informatiques transitent par le réseau et peuvent par conséquent être enregistrées.

3.3 Modèle de projet distribué

La conduite de projet et l'implication des apprenants sont souvent conditionnées par l'engagement propre des apprenants et de l'enseignant. Notre volonté est donc de créer les conditions pour faciliter cet engagement et le déroulement des projets. Comme réponse nous proposons une modélisation des activités de projet distribué fondées sur une organisation humaine et un modèle général de projet (George et Leroux, 2001).

L'organisation humaine est structurée autour d'un chef de projet, joué par un enseignant, et d'une équipe. Le rôle du chef de projet est de définir le projet, de composer l'équipe, de suivre l'évolution du travail et d'assister les apprenants. En donnant un rôle à l'enseignant en tant que chef de projet, on lui permet indirectement de suivre le projet. Nous appelons équipe un ensemble de trois sujets apprenants qui se trouvent à distance et engagés dans un même projet. Nous utilisons le terme de sujet apprenant car il s'agit soit d'un individu seul, soit d'un groupe d'individus.

Notre objectif dans la structuration des activités de projet est d'offrir un cadre méthodologique de travail pour les apprenants qui facilite la réalisation des projets. Les individus doivent faire un effort conscient et continu pour coordonner leur langage et leurs activités tout en partageant leurs connaissances; d'où l'intérêt de mettre en place une structuration de la tâche de projet distribué qui assure une coordination et une cohérence du travail tout en donnant un rythme aux activités de projet.

Nous proposons la modélisation d'un projet distribué sous la forme de plusieurs étapes, chacune d'elles comportant une phase de travail asynchrone puis une phase synchrone (cf. Fig 3). Durant la phase asynchrone, chaque membre de l'équipe effectue une tâche particulière et rédige un document individuel. Durant la phase synchrone, la tâche à effectuer est une tâche d'équipe et un document est rédigé en collaboration. Le document collectif sert ensuite de base au travail asynchrone de l'étape suivante. Bien entendu les sujets apprenants peuvent après une phase synchrone d'équipe revenir travailler individuellement sur l'étape.

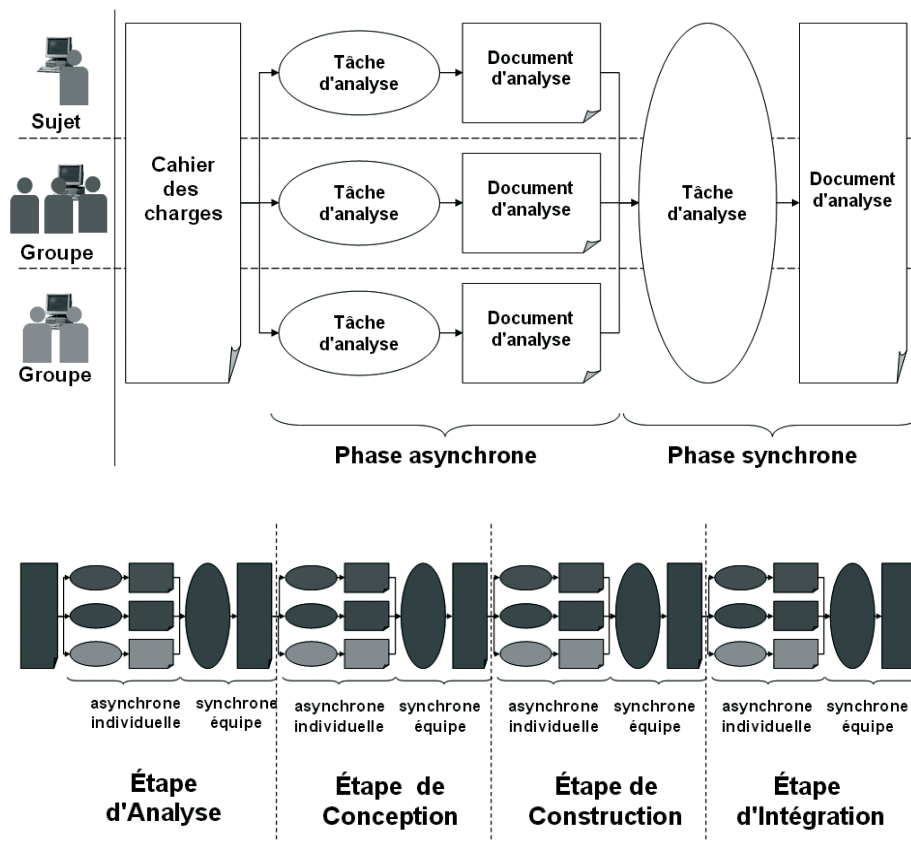


Fig. 3 Exemple d'étapes d'un projet distribué.

Une fois les étapes fixées, le chef de projet définit un planning prévisionnel de réalisation de ces étapes qui est par la suite négocié avec l'équipe. Dans tous les cas, le passage d'une étape à l'autre est décidé et autorisé uniquement par le chef de projet. Ce contrôle permet un avancement en parallèle des travaux des groupes, un suivi rigoureux du planning et un travail de l'équipe réfléchi et structuré devant aboutir à une cohésion sociale de l'équipe et à une production commune correspondant au cahier des charges fixé.

3.4 L'application Splach

C'est sur les bases des modèles de situations d'apprentissage et de la structuration des projets distribués que l'application Splach (Support d'une pédagogie de Projet pour l'Apprentissage Collectif Humain) a été développée. L'application comprend (George et Leroux, 2001):

- un outil de documentation pour rédiger des comptes rendus au cours du projet à partir de documents préformatés fournis par le chef de projet. Cet outil permet aussi de consulter les documents d'équipe, ses propres documents et ceux des équipiers.
- un outil de planification qui permet la coordination des apprenants en montrant l'ensemble des étapes à réaliser ainsi que leur planification dans le temps.
- un outil de réunion synchrone qui poursuit trois objectifs: permettre le partage et la rédaction en collaboration de documents, soutenir la conversation écrite et assurer une sensation de conscience mutuelle (cf. Fig. 4)
- des outils de communication asynchrone (courrier électronique et forum de discussion).
- des outils spécifiques au domaine d'apprentissage .

3.5 Expérimentation de Splach

Splach a été expérimenté dans deux contextes très distincts. Une première expérimentation a été réalisée avec quinze élèves en classe de 4ème et de 3ème (13-14 ans) en France dans le domaine de l'enseignement de la technologie. L'objectif des projets était de construire des robots pour participer à un concours de robotique. L'expérimentation a duré trois mois, les élèves utilisant l'environnement Splach environ deux à trois heures par semaine. Un réel travail collectif en présence a été nécessaire pour aboutir à une intégration de ces sous-systèmes au final sous la forme d'un seul robot pour la compétition.

La deuxième expérimentation a été réalisée à la Télé-université du Qué-

bec. Six étudiants suivant des cours de programmation à distance ont formé deux équipes pendant six semaines (novembre/décembre 2000) avec plus de soixante heures de connexion au serveur. Les étudiants travaillaient depuis chez eux. Les cahiers des charges des projets correspondaient à des travaux pratiques de leurs cours. Le projet comportait quatre étapes: l'analyse, la conception, la programmation et l'intégration. L'objectif global était de faire réaliser un programme de manière collective, chaque étudiant étant responsable de certaines fonctions du programme. Un tuteur de la Télé-université a joué le rôle de chef de projet pour encadrer ces équipes.

Les expérimentations ont été réalisées avec des apprenants qui ne se connaissaient pas au départ. Les résultats des expérimentations montrent qu'ils se sont impliqués, ont interagit régulièrement et ont réalisé un véritable travail collectif notamment grâce à Splach: l'objectif initial des projets a été atteint. Ces faits semblent confirmer nos hypothèses de recherche. Premièrement, la création des conditions d'une réelle activité collective (ici démarche de projet) permet d'avoir des interactions intéressantes entre les apprenants. Deuxièmement, le support de l'EIAH et la structuration des activités collectives incitent les apprenants à interagir.

Zone de partage d'un document préformaté

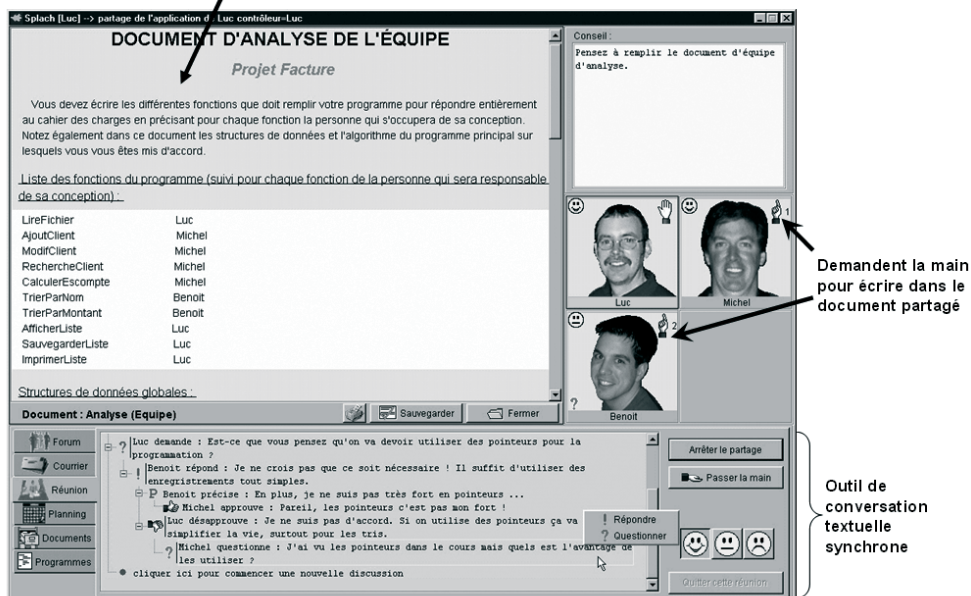


Fig. 4 L'interface de Splach pendant une réunion synchrone.

4 Conclusion

La démarche de recherche-développement en EIAH exposé s'appuie sur des problématiques de terrain, d'une modélisation de situation d'apprentissage ainsi que des théories et pratiques de l'apprentissage sous-jacentes, l'expérimentation en milieu écologique et l'intérêt d'aller jusqu'au développement d'un produit.

Nous pensons donc que cette démarche peut servir de base aussi bien pour la mise en œuvre d'une démarche de recherche en EIAH que pour le développement d'application éducative dans une logique plus industrielle. Elle constitue à notre sens une contribution aux travaux en ingénierie des EIAH au niveau des démarches de conception qui se préoccupent de fonder la conception d'un EIAH à partir de la mise en œuvre d'une théorie ou pratique de l'apprentissage.

BIBLIOGRAPHIE

- Dubourg X., Delozanne D., Grugeon B. (1995), *Situations of interaction in learning environment: the system REPERES*, in: ICCE'95, 396-403, Singapour.
- George S., Leroux P. (2001), *Project-Based Learning as a Basis for a CSCL Environment: an Example in Educational Robotics*, in: Dillenbourg P., Eurelings A. and Hakkarainen K. (eds.), *European Perspectives on Computer-Supported Collaborative Learning*, 269-276, Maastricht.
- Leroux P., Vivet M. (2000), *Micro-robots Based Learning Environments for Continued Education in SMEs*, *The Journal of Interactive Learning Research*, 11(3/4), 435-465.
- Nonnon P. (1993), *Proposition d'un modèle de recherche-développement technologique en éducation*, in: Denis B., Baron G.-L. (eds.), *Regards sur la robotique pédagogique*, Actes du 4^{ème} Colloque International sur la Robotique Pédagogique, 147-154, Liège.