

## **Conception des environnements informatiques d'apprentissage : mieux articuler informatique et sciences humaines et sociales**

Pierre Tchounikine

Professeur d'informatique à l'Université du Maine

LIUM - Université du Mans

Avenue Laennec - 72085 Le Mans cedex 9 - France

[Pierre.Tchounikine@lium.univ-lemans.fr](mailto:Pierre.Tchounikine@lium.univ-lemans.fr)

Comme ce livre s'en fait largement l'écho, lorsque l'on considère les questions de conception et d'usage de l'informatique et des instruments qui s'y rapportent dans l'éducation, les points de vue sont nombreux et de natures fort différentes. L'éclairage que je souhaite apporter ici concerne les environnements informatisés spécifiquement dédiés à l'apprentissage (tuteur intelligent, micromonde, environnement support de pédagogie de projet, outils de communication visant à favoriser les aspects pédagogiques de la collaboration, navigateur hypermédia conçu pour favoriser l'apprentissage, etc.). Leur conception est un travail très spécifique puisqu'il s'agit de construire des programmes qui embarquent une intention didactique et répondent à des objectifs pédagogiques définis. S'il s'agit bien d'un problème de conception d'un artefact informatique, ce n'est certainement pas le domaine des seuls informaticiens.

L'objet de ce texte est de fournir un éclairage sur la nécessaire articulation entre chercheurs en informatique et chercheurs en sciences humaines et sociales dans ce domaine de la conception de ces environnements conçus spécifiquement pour l'éducation, nommés ci-après environnements informatique pour l'apprentissage humain (EIAH).

### **Conception informatique et Sciences Humaines et Sociales**

Lorsque l'on utilise l'informatique en éducation nous sommes, pour reprendre l'expression de Mike Horsley citée par Egill Børre Johnsen, dans un milieu écotone, c'est-à-dire un milieu qui a sa propre écologie. L'informatique permet de construire des outils qui vont permettre de faire des choses que l'on ne peut pas faire sans, où que l'on faisait, mais différemment, et cette « différence » n'est pas mineure, elle modifie profondément la nature des activités et des interactions. L'usage d'un environnement informatique crée donc un nouveau milieu, de nouveaux usages. Lorsqu'il s'agit de penser et de concevoir des programmes informatiques dédiés à l'apprentissage, il faut d'intégrer cette dimension dans la conception de l'artefact : l'enjeu est de concevoir un environnement qui va créer un contexte qui répond aux attentes pédagogiques et favorise les apprentissages visés.

L'informatique n'est pas une solution à un problème, mais un moyen de faire quelque chose. La propriété fondamentale de l'ordinateur est d'être non pas un outil, mais un méta-outil : c'est un outil qui permet de construire d'autres outils. Ainsi, le même ordinateur est un outil de traitement de texte, un outil de messagerie électronique ou un outil de simulation d'expériences physiques selon le programme informatique que l'on exécute (et ces programmes, destinés aux utilisateurs, sont eux-mêmes créés à l'aide d'autres programmes destinés, eux, aux informaticiens). Ce n'est donc pas l'« informatique » que l'on utilise, mais des outils (des programmes) qui ont été conçus pour un certain usage. Or un programme est une réalisation technique de spécifications. La réalisation technique incombe bien sûr aux

hommes de l'art, c'est-à-dire aux informaticiens (plus précisément, aux développeurs informatiques, pas aux chercheurs en informatique). A qui incombe la spécification, c'est-à-dire la définition de ce que « doit faire » le système et de « comment » il le fait, du milieu qu'il constitue ? Comment mener cette conception ?

Un chercheur en informatique n'a, *es qualité*, pas de compétences pour concevoir un environnement de formation, i.e. pour identifier les objectifs d'apprentissage, cerner les difficultés didactiques, concevoir une approche pédagogique, maîtriser les enjeux et formes de la communication médiatisée (...) et en déduire les spécifications de l'environnement à réaliser.

Est-ce donc aux chercheurs de Sciences Humaines et Sociales (pédagogie, didactique, sciences de l'éducation, etc.) de le faire ? La réponse est à mon sens, là encore, négative.

D'une part, dans ce milieu écotone, les références et comparaisons avec l'enseignant et l'enseignement humain sont utiles mais ne sont pas des modèles, tout comme les avancées technologiques sont des sources d'inspiration mais ne sont pas prescriptives : nous sommes dans un monde nouveau, il s'y passe des choses nouvelles. La recherche en informatique a donc ici un rôle fondamental, celui d'inventer de nouveaux possibles.

D'autre part, si les possibilités techniques ne sauraient diriger la conception des environnements d'apprentissage (l'approche technocentriste des années 80 a clairement montré ses limites), la compréhension de ce qu'il est informatiquement possible de faire et de ce qu'il n'est pas possible de faire et la nature de ce que sont l'action et l'interaction dans un milieu informatique ne sont pas des facteurs seconds, à ne prendre en compte que lorsque l'on va chercher à réaliser le système.

L'informatique a ses propriétés propres et ces propriétés, dont la compréhension et la maîtrise relèvent de la recherche en informatique, sont au cœur du processus de conception.

Informatique et SHS doivent donc avancer ensemble, les uns ne peuvent travailler sans les autres. Ainsi, pour prendre un problème classique, l'interprétation des actions de l'utilisateur d'un logiciel éducatif (d'un logiciel tout court en fait) interroge à la fois l'informatique (il s'agit de capter et traiter les événements et objets informatiques qu'il est possible de récupérer dans l'artefact) et les sciences humaines (il s'agit d'associer une sémantique à ces événements et objets) : si les uns ont souvent tendance à associer des interprétations indues aux événements informatiques qu'ils peuvent recueillir, les autres ont inversement souvent tendance à (souhaiter) travailler sur des informations qui, informatiquement, n'existent pas (ne sont pas dénotées dans l'artefact). Seul un travail commun permet d'avancer scientifiquement.

Il s'agit donc de considérer non pas l'éducation puis l'informatique ou l'informatique puis l'éducation, mais les environnements que l'alliance des connaissances en éducation et en informatique permet de construire.

Pour concevoir des environnements d'apprentissage, il est nécessaire de disposer de travaux qui étudient les usages des technologies du point de vue de l'apprentissage (comment les apprenants utilisent tel logiciel, qu'est ce qui est appris, quelles sont les difficultés spécifiques que pose l'interaction à travers des machines, etc.), qui permettent de comprendre ce qui se passe et pourquoi, d'analyser les causes des échecs et des réussites, de contribuer à établir ce

qu'il serait souhaitable qu'il se passe et d'en caractériser les conditions. En d'autres termes, il est nécessaire de disposer de travaux utiles à la construction des systèmes.

Cependant, force est de constater que peu de travaux de SHS abordent les problèmes de la conception des environnements d'apprentissage. En laissant ce champ de la conception aux « informaticiens », les SHS contribuent à créer une situation qui les marginalise dans le domaine des EIAH. Maintenant qu'une partie de la communauté informatique travaillant sur l'informatique et l'éducation a intégré les reproches justifiés des SHS (technocentrisme, non prise en compte des spécificités de l'apprentissage, etc.), il me semble souhaitable que les SHS (sciences de l'éducation, pédagogie, sociologie de l'usage des dispositifs, communication médiatisée, etc.) s'engagent davantage dans la conception des dispositifs informatisés. Il convient alors de creuser les conditions de ce travail pluridisciplinaire.

### **Réflexion sur le processus de conception des EIAH**

Le terme EIAH (Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain) désigne un environnement qui intègre des agents humains (élève, enseignant, tuteur) et artificiels (informatiques) et leur offre des conditions d'interactions, localement ou à travers les réseaux informatiques, ainsi que des conditions d'accès à des ressources formatives (humaines et/ou médiatisées), ici encore locales ou distribuées. La machine peut alors avoir différents rôles (non mutuellement exclusifs) : outil de présentation de l'information (typiquement, un hypermédia), outil de traitement de l'information (typiquement, un système à base de connaissances résolvant les exercices avec l'élève) ou outil de communication entre l'homme et la machine ou entre les hommes à travers les machines (PRC-IA, 1997 ; cf. également l'article de Nicolas Balacheff dans ce volume).

Prise littéralement, la notion d'EIAH couvre une diversité de systèmes. Il y a peu de points communs entre une plateforme de Formation Ouverte ou à Distance (FOAD) destinée à la diffusion de ressources pédagogiques et un logiciel pour l'apprentissage d'une compétence précise en algèbre. La notion d'EIAH est donc assez générale, et il est possible de définir des typologies selon une multitude d'axes : la notion au cœur du propos (formation, enseignement, apprentissage - toutes choses liées mais différentes), le référent théorique (design pédagogique, théorie de l'activité, théorie des situations didactiques, etc.), le caractère spécifique à un domaine, à une forme d'apprentissage, à une approche pédagogique, à un mode d'interaction, à un type d'architecture informatique, etc. Dans la suite de ce texte nous nous focaliserons sur les EIAH ayant pour objet la mise en place de situations d'apprentissage.

Un EIAH ayant pour objet la mise en place de situations d'apprentissage est un « milieu » dans le cadre duquel l'apprenant va être amené à réaliser une activité propice à un apprentissage, par exemple réaliser une expérience dans un micromonde ou résoudre un problème sous le contrôle d'un tuteur intelligent. La conception de ces EIAH nécessite alors de prendre en compte une multitude de problèmes inter-reliés, parmi lesquels on peut citer :

- L'analyse didactique du contexte (analyse des conceptions des élèves, des obstacles à l'évolution de ces conceptions, etc.) ;
- L'identification des objectifs d'apprentissage ;
- L'étude du contexte d'insertion de l'activité ;
- La conception et la spécification de l'activité proposée, ce qui nécessite

- la conception de la tâche à réaliser ;
- l'identification des acteurs (apprenants, co-apprenants, enseignants, tuteurs, formateurs) et de leurs rôles ;
- la prise en compte des dispositions personnelles, des intentions et attitudes des acteurs ;
- l'articulation acteurs / outils ;
- L'étude des comportements émergents, étude de l'activité réelle et de l'usage effectif des outils ;
- L'évaluation et l'affinement de l'environnement.

La conception d'un EIAH nécessite une gestion articulée de ces différents problèmes. Il se pose (au moins) trois difficultés majeures : le problème des bases théoriques de la conception des systèmes, le problème de la validation des systèmes, le problème de l'expérimentation comme élément central du processus de conception. Ces difficultés ne sont pas disjointes, nous les dissociions ici car elles se posent dans ces termes lors de la conception d'un EIAH.

### ***Le problème des savoirs de référence***

Les dimensions à prendre en compte lors de la conception de ce type d'environnement d'apprentissage relèvent de différentes disciplines : pédagogie, didactique, psychologie cognitive, ergonomie, informatique, linguistique, communication ou encore sociologie. Nombre de ces « savoirs » sont en complet bouleversement (conceptions nouvelles ou réinterprétations de conceptions anciennes à l'aune des « nouvelles technologies ») : modification de l'unité d'analyse qui n'est plus la cognition comme « partie » de l'élève, mais le système cognitif composé des individus et des artefacts qu'ils utilisent, cognition - socialement – distribuée ; apports récents des travaux d'ergonomie sur les usages des dispositifs informatiques (Béguin & Rabardel, 2000) ; étude de la communication médiatisée (Baker, 2000) ; artefacts dont les possibilités évoluent sans cesse. Les travaux ne sont pas encore stabilisés dans leur dimension disciplinaire et, c'est là le point important pour ce qui nous concerne, ils sont peu articulés entre eux. En conséquence, et l'analyse de la littérature le montre, les cadres théoriques qui devraient régir le processus de conception des EIAH sont le plus souvent soit laissés indéfinis, soit indiqués sous une forme très générale (les théories constructivistes, la théorie de l'activité ou la théorie de l'étayage Brunerien ; une approche informatique de type « cycle de vie en spirale » avec conception itérative et participative ; etc.) qui n'indique que le type d'approche et ne fonde pas réellement la conception de l'EIAH.

### ***Le problème de la validation***

Dans le domaine des EIAH, il s'agit de créer les conditions d'un apprentissage en tant que tel (lié à un domaine, transversal à différents domaines, « apprendre à apprendre ») ou, dans certains cas, d'une modification d'un contexte (création de liens sociaux, modification de l'appréhension d'un problème, éveil d'un intérêt, etc.). Il est difficile de déterminer si l'objectif a été atteint (la réponse n'est pas booléenne), d'identifier les facteurs d'influence, ce qui est lié à des facteurs idiosyncrasiques, ce qui est lié à des facteurs externes. Or ces informations sont nécessaires pour permettre la mise en place de critères d'évaluation et de validation des environnements produits.

### ***Le problème de l'expérimentation***

Un EIAH tel que discuté ici crée (ou modifie) un système de relations sociales. Comme pour toute introduction de dispositifs technologiques mais de façon beaucoup plus cruciale, les usages émergent. Ainsi que le note (Rouet, 2001), « *l'intention pédagogique qui sous-tend tout projet d'EIAO [sigle ancien que l'on peut confondre ici avec EIAH] doit être considérée comme une hypothèse que seule une confrontation objective avec le comportement des apprenants peut permettre de valider* ». La construction des EIAH nécessite donc des processus de conception itérative (voire participative), ce qui signifie la mise en place d'expérimentations nombreuses et contrôlées. Ceci est vrai pour d'autres domaines, par exemple pour la conception des interfaces homme - machine, où ce type de processus est utilisé pour valider des hypothèses. Cependant, dans le contexte des EIAH, l'absence de bases théoriques prescriptives fait que les expérimentations sont utilisées pour tester des hypothèses, mais également, souvent, pour supporter le processus de conception. En d'autres termes, dans beaucoup de projets, certains aspects conceptuels ne sont mis à jour que par les expérimentations des prototypes. L'expérimentation n'est alors pas simplement une phase permettant d'affiner un produit, mais un élément clé du processus de conception. Ceci pose, du point de vue de la production de masse de ces systèmes, un sérieux problème.

### **Comment avancer sur la conception des EIAH ?**

La recherche en EIAH est une recherche expérimentale. Nous ne sommes pas sur un terrain où existe un travail théorique (une science) visant à comprendre, science qui, incidemment, donne lieu à des applications, la construction d'EIAH. En particulier, nous ne sommes pas sur un terrain où les sciences humaines (didactique, sciences de l'éducation, etc.) permettent de savoir ce qui est, puis de spécifier l'artefact informatique qu'il s'agirait ensuite pour l'informaticien de réaliser. Cette vision, tout comme celle de l'informaticien concevant un système informatique puis cherchant comment l'utiliser en éducation (i.e., ayant une solution et cherchant un problème), ne saurait faire avancer la recherche en EIAH et la production de systèmes effectivement utilisés dans les classes. Il s'agit de prendre en compte, fondamentalement, ce qu'est l'apprentissage avec une machine et comment concevoir et utiliser cette machine pour favoriser l'apprentissage.

La recherche en sciences humaines ne s'arrête donc pas à la spécification d'un outil informatique (pour reprendre lors de son évaluation) pas plus que la recherche en informatique ne commence lorsque les spécifications du système ont été identifiées : l'ensemble du processus de conception des EIAH doit être fondé sur l'alliance des recherches en sciences humaines et en informatique. Ceci n'est pas propre aux EIAH, mais à tout artefact informatique dès que l'on comprend que l'informatique n'est pas la science du calcul, mais la science de la conception, de la réalisation et de l'usage des artefacts sémiotiques informatiques (cf. article d'Anne Nicolle). L'EIAH est cependant certainement le domaine où les problèmes se posent avec le plus d'acuité, car au carrefour de disciplines qui, dans leur rapport à l'informatique, sont en cours d'évolution majeure.

La conception d'un EIAH est un processus complexe (au sens des théories de la complexité), qui ne peut se « simplifier » en un point de vue ou par simple juxtaposition de points de vue cloisonnés et réducteurs. Or il n'existe pas, actuellement, de cadres théoriques prenant en compte cette complexité et permettant de fonder le processus de conception, tout au plus des cadres mono-disciplinaires permettant d'en aborder certains aspects. Parce que la complexité de la conception des EIAH ne peut être abordée en juxtaposant des dimensions sciences humaines et informatique, il est nécessaire d'avancer sur la trans-disciplinarité, c'est-à-dire l'intégration d'approches scientifiques issues de disciplines différentes pour construire un

cadre théorique propre aux EIAH. Il ne suffit pas d'accumuler des connaissances disciplinaires, il faut transformer les principes organisant de ces connaissances et articuler cette organisation à la complexité des EIAH.

En ce sens, il convient de considérer également les EIAH comme des objets complexes artificiels relevant, à ce titre, des Sciences de l'Ingénieur au sens de H. Simon (cf. également l'article d'Anne Nicolle). Dans les « sciences de l'artificiel », qui visent à développer la connaissance des objets et des phénomènes artificiels, on s'intéresse simultanément à la finalité de l'objet, à ses caractéristiques intérieures et à l'environnement dans lequel il est mis en œuvre. L'outil fondamental est la conception de modèles, modèles qui, dans un domaine complexe, visent à permettre l'intelligibilité des phénomènes et à identifier les traits sur lesquels il est possible de jouer. La recherche avance alors non pas en dissociant un travail (relevant de la science) qui consiste à comprendre et un travail (relevant de la technique) qui consiste à produire, les deux aspects sont inextricablement liés, le système étudié (ici, l'EIAH) est à la fois la source et le but du travail scientifique. On l'aura compris, à notre sens, si le travail consistant à produire est une tâche dévolue aux développeurs informatiques, celui consistant à comprendre et à inventer n'est pas le fait des chercheurs en SHS ou des chercheurs en informatique, c'est le fait des chercheurs en EIAH.

## **Références**

(Baker & al., 2001) Baker M., de Vries E., Lund K., Quignard M., 2001, « Interactions épistémiques médiatisées par ordinateur pour l'apprentissage des sciences : bilan de recherches », Actes des journées EIAO'2001, Revue Sciences et Techniques Educatives Vol. 8, pp 21-32.

(Béguin & Rabardel, 2000) Béguin P., Rabardel P., 2000, « Concevoir des activités instrumentées », Revue d'Intelligence Artificielle Vol. 14, pp35-54.

(PRC-IA, 1997) Actes des journées nationales du PRC-IA 1997, Grenoble, pp 315-338.

(Rouet 2001) Rouet J.F., « Quelle(s) place(s) pour la psychologie dans la conception de dispositifs destinés à l'apprentissage », Conférence invitée, Actes des journées EIAO'2001, Revue Sciences et Techniques Educatives Vol. 8, pp 17-18.