P. Tchounikine & al., 2004, « Platon-1 : quelques Dimensions pour l'analyse des travaux de recherche en conception d'EIAH ». Rapport de l'Action Spécifique « Fondements théoriques et méthodologiques de la conception des EIAH », département STIC du CNRS.

Platon-1 :

quelques dimensions pour l'analyse des travaux de recherche en conception d'EIAH

Pierre Tchounikine [1]

1. Introduction

Un Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain (EIAH) est un environnement informatique conçu dans le but de favoriser l'apprentissage humain, c'est-à-dire la construction de connaissances chez un apprenant. Ce type d'environnement mobilise des agents humains (élève, enseignant, tuteur) et artificiels (agents informatiques, qui peuvent eux aussi tenir différents rôles) et leur offre des situations d'interaction, 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 [PRC-IA 97]. La machine peut avoir différents rôles (non mutuellement exclusifs) : outil de présentation de l'information (typiquement, un hyper-média), 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.

[1] Synthèse de travaux menés par le groupe pluridisciplinaire composé de Michael Baker, Nicolas Balacheff, Monique Baron, Alain Derycke, Dominique Guin, Jean-François Nicaud, Pierre Rabardel et Pierre Tchounikine. Ces travaux ont par ailleurs bénéficié d'échanges avec Michèle Artigue, Eric Bruillard, Cyrille Desmoulins, Monique Grandbastien, Chantal d'Halluin, Jean-Marc Labat, Pascal Leroux, Vanda Luengo et Dominique Py. Ce travail a été réalisé dans le cadre de l'Action Spécifique « Fondements théoriques et méthodologiques de la conception des EIAH » du département STIC du CNRS.

Le travail présenté dans ce document est focalisé sur la problématique de la recherche en conception des EIAH. Dans une première partie, nous proposons une réflexion sur la nature, les objectifs et les difficultés de cette recherche. Cette analyse conduit à identifier une difficulté centrale, la multiplicité des points de vue qui peuvent intervenir dans un travail lié à la conception d'un EIAH et les incompréhensions profondes qui en résultent souvent et qui constituent un frein majeur à la coopération pluridisciplinaire et aux avancées scientifiques sur le domaine. Dans une seconde partie, nous présentons un ensemble de dimensions d'analyse permettant l'explicitation des points de vue des chercheurs sur leur recherche. Cette construction (nommée Platon-1), qui amène à expliciter différentes dimensions d'une recherche comme ses objectifs, son cadre théorique, ses résultats ou son cycle de vie, fournit aux chercheurs du domaine un cadre de réflexion (non normatif) utile à la conceptualisation et l'analyse réflexive de leurs travaux et à la capitalisation des connaissances du domaine.

2. La recherche sur la conception des EIAH

2.1. La problématique de la conception des EIAH

Le terme EIAH[2] renvoie à une multiplicité de types de systèmes. Il n'entre pas dans le propos de ce texte d'en proposer une taxinomie ni une analyse, pour des éléments généraux sur les EIAH consulter [Wenger 87, Bruillard 97]. Il est important cependant de préciser la notion de « conception des EIAH ». Certains travaux de recherche en EIAH portent sur l'usage pédagogique de systèmes informatiques qui ne sont pas initialement conçus avec un objectif d'apprentissage, par exemple l'utilisation d'un tableur comme un outil de simulation ou d'un collecticiel comme environnement d'apprentissage collaboratif. Il y a alors EIAH si c'est le système « élargi » (l'artefact informatique, la situation pédagogique créée, les différents acteurs et leurs rôles) qui est considéré, mais il n'y a pas conception d'un artefact avec un objectif d'apprentissage. Dans le cadre de cette étude, le terme « conception des EIAH » renvoie aux problématiques liées à la conception des artefacts informatiques qui embarquent des fonctionnalités spécifiques liées à l'objectif de susciter ou d'accompagner un apprentissage humain et aux problèmes particuliers que pose la conception de ces artefacts.

2.2. Difficultés spécifiques du problème de la conception des EIAH

En tant qu'environnement informatique dont la finalité est de susciter ou d'accompagner un apprentissage, un EIAH embarque une intention didactique et/ou pédagogique. Le premier problème de la conception d'un EIAH est donc la définition et la modélisation de cette intention et son articulation avec les spécifications de l'artefact. Différentes pistes sont possibles, de la transposition de modèles didactiques ou pédagogiques existants (modèles qu'il s'agit alors de faire migrer) à la construction de modèles spécifiques (soit parce qu'il n'existe pas de modèle préexistant, soit parce que la transposition de modèles existants ne couvre que partiellement le contexte particulier que crée l'artefact informatique, soit enfin parce que les spécificités propres de ce nouveau contexte amènent à refuser les attendus sous-jacents à cette métaphore de la

[2] Le terme EIAH est utilisé, selon le contexte, pour dénoter le champ scientifique (l'EIAH) ou un système particulier (un EIAH) ; « apprentissage humain » marque ici la différence avec « apprentissage par la machine ».

migration). Un EIAH étant un environnement au sein duquel le ou les apprenants seront plongés, sa conception amène par ailleurs généralement à prendre en compte simultanément différents modèles, par exemple, selon le type d'environnement (micromonde, tuteur intelligent, environnement de découverte, etc.), un modèle des connaissances du domaine (ce qui peut amener à dissocier connaissances du domaine, de l'enseignant, de l'apprenant), un modèle des actions possibles de l'apprenant et des rétroactions de l'environnement, un modèle de communication médiatisée (entre apprenant et système, apprenant et tuteur ou entre apprenants), etc.

La conception d'un EIAH nécessite, d'une part, de préciser les cadres théoriques sous-jacents à ces différents modèles et, d'autre part, d'étudier leurs articulations (par exemple, l'articulation entre la modélisation de la connaissance et la modélisation de l'interaction), leurs rôles respectifs et leurs impacts sur la conception de l'artefact (certains modèles doivent être embarqués dans le système, il convient alors d'étudier leur transformation en modèles opératoires, d'autres peuvent n'être utiles que pour le design de l'EIAH). L'enjeu didactique/pédagogique pose des problèmes spécifiques comme le contrôle de l'interaction (par le système, par le tuteur, par l'apprenant), la médiatisation des actions et des processus de communication ou encore la perception et l'interprétation des actions et interactions communicatives. La prise en compte des phénomènes d'apprentissage pose par ailleurs des problèmes comme la prise en compte des caractéristiques individuelles des apprenants, l'évolution de leurs connaissances (et, par suite, de l'environnement) ou encore l'évaluation de ces apprentissages (tant pour accompagner ces apprentissages en faisant évoluer l'environnement que pour pouvoir falsifier les hypothèses de conception des environnements).

On retrouve par ailleurs en EIAH des problématiques classiques de la conception des artefacts informatiques interactifs comme l'intégration dès la primo-conception des problématiques de l'usage (processus d'instrumentation et d'instrumentalisation [Béguin & Rabardel 00]), les questions de la généricité et de la réutilisation des modèles ou encore le problème de la traçabilité des modèles (et donc des théories), qui est fondamentale tant du point de vue de la mise en œuvre et de la maintenance des systèmes que du point de vue de la recherche, pour la falsification des hypothèses (cf. les principes de modélisation à niveau connaissance et de correspondance structurelle développés en ingénierie des connaissances). Ces questions doivent cependant être reposées dans le contexte EIAH, en regard des bases de conception et des critères d'évaluation et de validation des EIAH.

La conception d'un EIAH pose donc des problèmes spécifiques, qui doivent être abordés en tant que tels. Certains de ces problèmes peuvent être abordés sur la base des travaux disciplinaires[3], mais ne sont pas réductibles à ceux-ci. En particulier :

- Un EIAH, en tant qu'environnement informatique, est un milieu particulier. L'articulation des travaux liés à l'apprentissage (hors contexte informatique) avec ce milieu particulier que constitue l'informatique est un problème complexe et difficile.
- Les disciplines concernées ont connu ces dernières années plusieurs bouleversements importants qui touchent directement le cœur de la recherche en EIAH et l'articulation entre les recherches en informatique et en sciences humaines : théories de la cognition située [Clancey 97] et distribuée [Hollan

[3] Il serait possible à ce niveau de préciser les champs des différentes disciplines concernées, par exemple, pour l'informatique : intelligence artificielle, ingénierie des connaissances, interfaces hommes-machines, génie logiciel ou encore réseaux.

& al. 00], théorie des situations didactiques [Brousseau 98], réinterprétation de la théorie de l'activité dans le cadre des travaux sur la collaboration [Engeström 87] ou encore travaux sur la communication médiatisée [Baker 03], évolution des interfaces hommes-machines ou encore des approches informatiques de la notion de « connaissance » et de « raisonnement », meilleure prise en compte par les chercheurs du domaine de l'importance fondamentale de l'analyse des usages et de leur articulation avec les processus de conception. L'EIAH, champ scientifique au croisement de ces différentes disciplines, est profondément affecté par (et constitue un terrain d'étude de choix de) ces évolutions. Ainsi, les nouveaux outils de communication médiatisée sont de « nouveaux possibles » permis par l'évolution de la technologie qui modifient profondément les dimensions de temps, d'espace et de distance dans les modes de travail et d'apprentissage, et dont il est nécessaire de comprendre les phénomènes et de cerner l'impact sur les processus de conception.

- La recherche en EIAH est largement expérimentale, théories et applications avancent ensemble. Il faut donc considérer les EIAH comme des objets complexes artificiels relevant, à ce titre, des Sciences de l'Ingénieur au sens de H. Simon (« science de l'artificiel, connaissance des objets et des phénomènes artificiels » : sciences où sont pris simultanément en considération la finalité de l'objet, ses caractéristiques intérieures et l'environnement dans lequel il est mis en œuvre, et pour lesquelles la conception de modèles est centrale).
- La conception des EIAH ne peut se concevoir que dans un cycle (analyse *a priori*, réalisation d'un prototype, analyse des usages). Il faut donc articuler en un processus cohérent réflexions *a priori* (par exemple, choix didactiques du milieu et de la situation, aspects épistémologiques), mise en œuvre technique, étude des phénomènes d'émergence, processus d'expérimentation et d'évaluation, analyse des usages.

2.3. Nature pluridisciplinaire / transdisciplinaire de la conception des EIAH

Les travaux sur les EIAH sont par nature pluridisciplinaires et impliquent l'informatique et différentes disciplines des Sciences Humaines et Sociales (SHS) comme la pédagogie, la didactique, la psychologie, l'ergonomie ou les sciences de l'information et de la communication. La nature pluridisciplinaire de la recherche doit cependant être étudiée à l'aune du point de vue sur le processus de conception de l'EIAH qui est adopté. Nous dissocions ci-dessous deux « situations de conceptions » correspondant chacune à une extrémité d'un continuum :

1. La « conception d'un EIAH » peut être abordée comme un travail de construction d'un environnement informatique sur la base de spécifications établies à partir de travaux de didactique ou de pédagogie par exemple. Ceci nécessite, selon les cas, un travail d'ingénieur en informatique s'il s'agit d'un problème de réalisation standard et un travail de chercheur en informatique s'il s'agit d'un problème difficile qui ne relève pas de techniques standard, par exemple la réalisation d'un démonstrateur automatique fondé sur une logique particulière. Dans ce type de démarche, qui est assez fréquente, la recherche n'est cependant pas pluridisciplinaire : à une recherche en SHS (spécification du besoin) succède une recherche en informatique (conception et réalisation du

démonstrateur), puis une nouvelle phase en SHS (expérimentation du système). Il est également important de noter que ce point de vue repose par ailleurs implicitement sur l'hypothèse d'une certaine neutralité des technologies dans l'expression des spécifications, illusion qui conduit à organiser une relation de service entre informatique et secteurs « utilisateurs ».

2. La « conception d'un EIAH » peut être abordée comme un travail de construction d'un environnement informatique dont les propriétés créent une situation pédagogique et/ou suggèrent aux apprenants des conceptualisations qui sont spécifiques du milieu créé. Il n'est pas possible alors de séparer la conceptualisation de l'environnement (enjeux pédagogiques, notions et concepts, modélisations) et la compréhension des phénomènes liés à la dimension informatique. La conception d'un EIAH n'est pas alors un simple travail de réalisation informatique d'une spécification produite par les SHS, elle ne peut s'appréhender au niveau d'une seule discipline ni se découper simplement en problèmes pouvant se résoudre au sein d'une discipline, ce qui caractérise un travail intrinsèquement transdisciplinaire.

Il convient donc, pour chaque projet de recherche, de préciser la notion de pluridisciplinarité/transdisciplinarité et ses implications.

La réflexion menée dans le cadre de ce texte relève de la vision (2) et se situe donc dans une démarche transdisciplinaire. D'une part, l'EIAH y est considéré comme un champ scientifique écotone[4], qui doit être considéré en tant que tel. D'autre part, un EIAH y est considéré comme un « objet artificiel », pour lequel le schéma « théorie qui permet de construire un modèle qui spécifie entièrement l'artefact » est illusoire : la conception passe toujours par un processus itératif et il n'est pas possible de dissocier des aspects compréhension / modélisation qui relèveraient de « sciences » (en l'occurrence, de Sciences Humaines et Sociales) et un travail de conception / implantation qui relèverait de « techniques » (en l'occurrence, informatiques) [Tchounikine 02-a, Tchounikine 02-b].

2.4. Enjeux et objectifs de la recherche sur la conception des EIAH

Le processus de conception des EIAH est actuellement trop souvent un processus empirique, dont le cadre théorique n'est que confusément identifié et ne fonde pas la conception du système. Cette situation pose de nombreux problèmes, tant du point de vue de l'avancée de la recherche (interprétation des résultats à un niveau abstrait, capitalisation de savoirs et de savoir-faire ou de composants technologiques, avancée des fondements théoriques) que de l'impact des travaux de recherche sur le monde socio-économique du « E-learning ».

La question centrale de la recherche sur la conception des EIAH est la suivante : la conception des EIAH peut-elle être fondée sur un ensemble de savoirs théoriques pouvant être mobilisés pour construire les modèles utiles à la conception des artefacts informatiques, dans un processus encadré par des savoirs méthodologiques (processus permettant notamment de gérer les difficultés de l'expérimentation) ?

Le verrou central qui se pose actuellement est l'absence d'un corps articulé de savoirs (théories ou éléments de théories) répondant à la problématique la conception des EIAH, c'est-à-dire prenant en compte les spécificités propres aux EIAH et à leur

[4] i.e., un milieu qui a sa propre écologie.

processus de conception. Si la recherche en EIAH est largement expérimentale (ne serait-ce qu'en raison de la nécessaire mais difficile nécessité de prendre en compte les usages) et la conception et l'expérimentation de prototypes successifs sont donc fondamentales, le prototypage ne peut cependant être considéré comme un palliatif au manque de fondements théoriques.

Les objectifs de la recherche sur la conception des EIAH sont donc d'avancer sur les savoirs (par articulation de savoirs disciplinaires et/ou constitution de savoirs propres) et sur les modèles (triplet problématique / théories / modèles) sur lesquels fonder le processus de conception de ces artefacts informatiques particuliers que sont les EIAH. Il s'agit d'élaborer une meilleure compréhension des problèmes spécifiques que pose la conception des EIAH et, en particulier, de clarifier les relations théories / modèles / artefacts informatiques et la notion de résultat et de permettre une réelle capitalisation des connaissances. Les enjeux de cette recherche sont d'élaborer un corps de connaissance permettant de proposer des fondements théoriques et méthodologiques à la conception et à l'analyse des EIAH et leurs usages et, d'un point de vue application, de dépasser les processus de conception fondés sur un simple « prototypage itératif » des idées.

2.5. Une difficulté centrale : une multiplicité de points de vue

La problématique de la conception des EIAH est abordée dans les différentes disciplines, au sein des disciplines et parfois au sein d'un même projet avec des points de vue extrêmement différents.

L'analyse des « points d'entrée » de différents projets de recherche illustre la diversité des travaux de recherche qui abordent la problématique de conception d'un EIAH.

Dans certains travaux, l'objectif affiché est le problème de la création d'un artefact dédié (un EIAH particulier), conception qui conduit à des problèmes (choix des activités que l'apprenant va devoir réaliser, nature du contrôle - contrôle didactique, contrôle de l'interaction -, etc.) pour lesquels des réponses sont recherchées dans différents cadres théoriques : théorie du domaine d'apprentissage (définition des objets, aspects didactiques), théorie des erreurs, théorie de l'apprentissage (type ACT [Anderson 90]), modèles de dialogue [Baker 03], etc. Pour d'autres travaux, il s'agit de considérer un dispositif de formation à créer ou à transformer, ce qui conduit tout d'abord à une réflexion sur l'institution (organisation, conditions d'apprentissage, etc.) puis à une interrogation sur le rôle des STIC dans ce contexte. Dans les travaux focalisés sur le processus didactique et sur l'épistémologie le point d'entrée est la notion d'enjeu de connaissance et la modélisation de la situation qui en permet l'acquisition, la théorie des situations didactiques [Brousseau 98] fournissant un cadre général d'analyse et les travaux de l'ingénierie didactique un cadre général pour les dimensions liées à la conception, des travaux comme [Artigue 02] illustrant la complexité de l'ingénierie didactique dans les situations impliquant des artefacts. La conception d'un EIAH peut également être considérée comme un « moyen ». Ainsi, certains travaux ont pour objet une question de recherche en apprentissage, et la conception de l'EIAH vise à élaborer une situation expérimentale permettant d'étudier cette question [Baker 00]. Dans d'autres travaux, il s'agit d'une question de recherche en informatique (malléabilité des artefacts, résolution de problème, etc.) qui se révèle particulièrement importante dans le contexte de la conception des EIAH et peut être étudiée avec profit au sein de celui-ci. Ces différents points de vue ne sont par ailleurs pas exclusifs les uns des autres. Ainsi,

même s'il s'agit d'explorer une question de recherche touchant à un point particulier du système, il n'en demeure pas moins nécessaire de développer et d'expérimenter un système entier et de prendre en compte son contexte d'utilisation, tant pour des raisons scientifiques que déontologiques (les expérimentations impliquant des acteurs réels et en situation d'apprentissage).

2.6. Nécessité d'un cadre d'analyse

La multiplicité des points de vue qui peuvent intervenir dans un travail lié à la conception d'un EIAH est une richesse et toute polarisation excessive sur une dimension limite la pertinence et la portée des résultats. Cette multiplicité se révèle cependant également, en l'état actuel, un verrou central. En effet, selon le « point d'entrée » de la recherche, les conceptualisations sous-jacentes au projet de recherche (objectifs, références aux théories, nature des résultats, etc.) sont extrêmement différentes. Ces différentes conceptualisations sont cependant le plus souvent très peu explicites et le terme « conception des EIAH » renvoie à des réalités extrêmement différentes, ce qui rend difficile l'analyse pluridisciplinaire des travaux de recherche, entraîne des incompréhensions profondes, freine la capitalisation des connaissances et la réutilisation des modèles ou des composants logiciels et, plus généralement, la coopération pluridisciplinaire et les avancées scientifiques sur le domaine.

Afin de permettre une meilleure collaboration entre chercheurs de différentes disciplines et au sein des disciplines, condition *sine qua non* de l'avancée des travaux et, notamment, d'un travail sur les fondements théoriques, il s'avère donc nécessaire de fournir les conditions d'une meilleure intercompréhension. L'explicitation des conceptualisations sous-jacentes aux projets de recherche en est une composante préalable indispensable.

3. Platon-1 : quelques dimensions pour l'analyse d'un travail de recherche en conception d'EIAH

3.1. Présentation générale

Cette section propose un ensemble de dimensions d'analyse, ensemble de « questionnements » clés utiles à l'analyse des travaux sur la conception et les usages des EIAH. Nous appellerons cet ensemble : Platon-1[5], le « 1 » dénotant ici qu'il s'agit d'une première version d'une construction qui est amenée à évoluer.

Le point de vue adopté est de considérer les EIAH comme des objets de recherche transdisciplinaires (il ne s'agit donc pas d'une analyse du point de vue des différentes disciplines concernées) et de rester dans le champ scientifique (sans faire entrer, notamment, les aspects liés au marché).

Les dimensions d'analyse qui ont été retenues dans Platon-1 abordent à la fois des dimensions liées à la notion de « projet de conception d'EIAH » et à la notion d'« EIAH » (en tant que résultat de la conception). En termes de dimensions statiques : les aspects relatifs à la définition du projet de recherche et de donc de la problématique, au cadre théorique de la recherche et à ses résultats. En termes de dimensions dynamiques : les aspects relatifs au cycle de vie de la recherche.

[5] Socrate est un nom qui a été utilisé pour nommer de très nombreux EIAH.

Le travail d'élaboration de Platon-1 a été mené en trois phases. Dans un premier temps, une phase inductive fondée sur l'analyse de travaux et systèmes existants. Ensuite, un travail d'analyse et de réflexion mené à un niveau abstrait. Enfin, une dernière phase visant à évaluer le caractère opérationnel des propositions en analysant un ensemble réduit d'autres travaux de recherche en EIAH selon les dimensions d'analyse proposées, analyse menée par les auteurs de ces travaux. Platon-1 sera amené à évoluer en poursuivant itérativement des phases d'analyse et de réflexion menées à un niveau abstrait et des phases de mise à l'essai par analyse de différents travaux.

Les situations de conception des EIAH sont multiples et complexes. L'ambition de Platon-1 n'est pas de proposer un cadre normatif, mais un ensemble de dimensions d'analyse et de compréhension des travaux menés sur le domaine, qu'il peut être pertinent de préciser ou de compléter selon les contextes. Il faut retenir de Platon-1 (1) la démarche générale d'explicitation de la recherche et l'intérêt de cette démarche et (2) une proposition d'un ensemble des dimensions d'analyse qu'il convient d'adapter, le cas échéant, au contexte étudié.

3.2. Les dimensions d'analyse

Les dimensions d'analyse sont structurées en 4 groupes :

[A] Dimensions relatives à la définition du projet recherche.

[B] Dimensions relatives au cadre théorique de la recherche.

[C] Dimensions relatives aux résultats de la recherche.

[D] Dimensions relatives au cycle de vie de la recherche.

Pour chaque dimension d'analyse est proposé un ensemble de situations prototypiques possibles. Cet ensemble ne se veut pas exhaustif, et les situations proposées ne sont pas ordonnées ni exclusives les unes des autres[6]. La description d'une recherche donnée peut donc passer par la référence à l'une de ces situations prototypiques et/ou plusieurs de ces situations prototypiques et/ou la description d'une situation alternative le cas échéant. Il s'agit bien ici de promouvoir et faciliter une analyse et une explicitation d'une recherche sans cependant contraindre ce processus.

Par ailleurs, ici encore afin de ne pas contraindre indûment l'analyse, les situations prototypiques proposées pour chaque dimension ne sont pas liées entre elles[7]. Quelques exemples limités sont proposés en note, ponctuellement, pour désambiguïser certains termes ou propositions.

---

[6] Ajoutons que cette structuration amène dans certains cas à juxtaposer des situations qui ne sont pas exactement de même nature, ou encore à associer des situations prototypiques à des dimensions d'analyse quand d'autres choix auraient été possibles.

[7] Au sein d'un projet de recherche les « objectifs » de la recherche sont en relation avec (par exemple) les contraintes qui pèsent sur la conception de l'artefact informatique ou sur la notion de résultat. Il aurait été possible de proposer, à partir de réflexions méthodologiques, des relations d'inférence entre les situations proposées : tel « objectif » va de paire avec telle « contrainte sur la conception de l'artefact informatique », etc. Ceci sortirait cependant du cadre de cette recherche qui vise à proposer un ensemble de dimensions d'analyse et une compréhension des travaux menés sur le domaine, et non à tenter de construire des éléments méthodologiques qui, en l'état de l'avancement de la recherche, ne seraient que peu fondés.

[A] Définition du projet de recherche	[B] Cadre théorique de la recherche
[A.1] Objectifs de la recherche [A.2] Contraintes sur la construction de l'EIAH [A.3] Finalités de l'artefact informatique [A.4] Acteurs impliqués dans la conception [A.5] Enracinement social	[B.1] Référence au savoir enseigné [B.2] Théories invoquées [B.3] Relation entre la théorie et le problème abordé [B.4] Rôle de la théorie dans la conception [B.5] Façon de mobiliser les théories dans la conception [B.6] Théorie de la conception
[C] Résultat de la recherche	**[D] Cycle de vie de la recherche**
[C.1] Nature des résultats [C.2] Aspects généraux et génériques des résultats [C.3] Types de validation des résultats [C.4] Analyse des résultats et de la recherche [C.5] Impacts de la recherche	[D.1] Contexte de lancement de la recherche [D.2] Historique de la recherche

Les dimensions d'analyse

[A] Définition du projet de recherche

Ces dimensions visent à favoriser l'explicitation des objectifs de la recherche (et donc de sa problématique) à travers l'explicitation des objectifs, des contraintes qu'ils entraînent sur la construction de l'EIAH et en particulier de la finalité de l'artefact informatique dans la recherche, ainsi que des acteurs impliqués dans la conception et de l'enracinement social de la recherche.

[A.1] Objectifs de la recherche

Il s'agit ici de préciser les objectifs (éventuellement multiples et relevant de différentes problématiques / disciplines) de la recherche. Par exemple :

- Améliorer ou faciliter un objet ou une situation, par exemple :
  - Améliorer ou faciliter un apprentissage cible.
  - Améliorer ou faciliter le travail des enseignants.
  - Améliorer ou faciliter les activités des apprenants.
  - Améliorer ou faciliter l'accès à des dispositifs de formation, améliorer ou faciliter l'organisation de dispositifs de formation.
- Produire des résultats, par exemple :
  - Produire des résultats sur des problèmes psychologiques ou didactiques.

- Produire des résultats sur des problèmes d'apprentissage ou d'enseignement.
- Produire des résultats sur des problèmes d'informatique.
- Produire des résultats sur des problèmes institutionnels ou organisationnels (aspects sociaux, économiques ou encore culturels).

[A.2] Contraintes sur la construction de l'EIAH

Il s'agit ici de préciser les contraintes et enjeux de la construction de l'EIAH dans le contexte de la recherche. Par exemple :

- Disposer d'un EIAH utilisable (dont il est possible de montrer ou d'argumenter l'utilisabilité).
- Disposer d'un EIAH utilisé (par un groupe restreint au moins).
- Disposer d'un EIAH diffusé
  - au sens économique (acheté, téléchargé),
  - au sens d'une utilisation écologique, à large échelle, avec une certaine durée,
  - au sens d'une intégration dans les pratiques.
- Disposer d'un support à la compréhension (support à l'élaboration de modèles, etc.).
- Tester des hypothèses.

[A.3] Finalités de l'artefact informatique

Il s'agit ici de préciser les contraintes et enjeux de l'artefact informatique dans le contexte de la recherche. Par exemple :

- Disposer de retours d'usages ou de données pour contribuer à une certaine compréhension.
- Mettre en place un dispositif expérimental permettant de tester une hypothèse ou un modèle.
- Réaliser un prototype réifiant les idées, par exemple :
  - Prototype permettant d'analyser la faisabilité informatique.
  - Prototype comme support à la compréhension.
- Transformer un état du monde (recherche action), par exemple :
  - Transformation à un niveau organisationnel.
  - Transformation à un niveau institutionnel.
  - Transformation à un niveau pédagogique (en contact avec l'apprenant).

Notons que dans certains travaux l'artefact informatique peut également viser des enjeux de nature différente, par exemple l'interopérabilité de plusieurs artefacts.

[A.4] Acteurs impliqués dans la conception

Il s'agit ici de préciser les acteurs impliqués dans la conception et leurs interactions.

D'une part, préciser les types d'acteurs. Par exemple :

- Chercheur (un ou plusieurs).
- Concepteur (un ou plusieurs).
- Expert apportant une connaissance ou un modèle (zéro ou plusieurs).
- Enseignant (zéro ou plusieurs).
- Apprenant (zéro ou plusieurs).
- Institutionnel (zéro ou plusieurs).
- Prescripteur (zéro ou plusieurs).
- Usagers d'une communauté de pratique.

D'autre part, préciser les formes d'interactions entre ces acteurs. Par exemple :

- Prestation SHS vers l'informatique.
- Prestation informatique vers SHS.
- Co-construction de modèles (modèle SHS ou modèle computationnel).

Il peut enfin être pertinent d'expliciter également l'évolution des interactions dans le temps.

[A.5] Enracinement social

Il s'agit ici de préciser le contexte social de la recherche. Cette analyse peut par exemple expliciter :

- Le public ou la communauté de pratique, visés et effectifs.
- Le contexte d'usage, visé et effectif.
- Le dispositif dans lequel s'insère l'EIAH (place des humains, etc.).
- La politique de la recherche.

[B] Cadre théorique de la recherche

Ces dimensions visent à favoriser l'explicitation du cadre théorique de la recherche : la référence au savoir enseigné, les théories ou familles de théories invoquées, la relation entre la théorie et le problème abordé, le rôle de la théorie dans la conception, la façon de mobiliser les théories dans la conception ou la théorie de la conception qui est utilisée.

[B.1] Référence au savoir enseigné

Il s'agit ici de préciser la nature des relations qui existent entre la recherche menée et le savoir enseigné[8].

[B.2] Théories invoquées

Il s'agit ici de préciser la ou les théories (ou familles de théories) invoquées dans la recherche. Par exemple :

- Théorie de l'apprentissage.

[8] A titre d'exemples : caractère spécifique à une discipline (travaux liés à une approche de type didactique disciplinaire) ; rapport à des « compétences transversales ». Cette entrée « référence au savoir enseigné » recoupe en partie l'entrée « théories invoquées » par le biais des théories épistémologiques ou didactiques.

- Théorie cognitive.
- Théorie du domaine enseigné.
- Théorie de l'interaction et de la communication.
- Théorie du développement humain (théories psychologiques et sociales).
- Théorie didactique.
- Théorie informatique (représentation des connaissances, etc.).

[B.3] Relation entre la théorie et le problème abordé

Il s'agit notamment à ce niveau de préciser des éléments comme :

- La correspondance entre la théorie et le problème abordé.
- Les éventuelles articulations, interactions ou hybridations entre différentes théories.

[B.4] Rôle de la théorie dans la conception

Il s'agit ici de préciser le rôle de la théorie dans la recherche et/ou la façon dont elle est utilisée. Par exemple :

- Simple évocation d'une approche générale[9].
- Recherche de cohérence avec des principes directeurs.
- Propose des concepts repris ou transposés dans la conception[10].
- Propose des préceptes repris ou transposés dans la conception[11].
- Propose des mécanismes d'inférence[12] ou d'énaction.

[B.5] Façon de mobiliser les théories dans la conception

Il s'agit ici de préciser le type de référence à la théorie qui est utilisée dans la recherche. Par exemple :

- Référence, implicite ou explicite.
- Utilisation directe ; transposition.
- Théorie externe ou théorie embarquée dans l'artefact informatique.
- Théorie génératrice du système (i.e., les objets et les principes du système sont essentiellement fondés sur les notions et préceptes de la théorie) ou théorie dont certains éléments sont utilisés dans la conception.

[9] A titre d'exemples : « relève d'une approche constructiviste » ; « intègre une dimension sociale ».
[10] A titre d'exemple : transposition de la notion de ZPD dans le contexte de l'EIAH.
[11] A titre d'exemples : étude d'une situation collaborative pour laquelle est adopté le point de vue de la cognition distribuée, ce qui conduit donc à ne pas se limiter au processus cognitif interne comme unité d'analyse ; étude d'une situation pour laquelle est adopté le point de vue proposé par Vygotsky, ce qui conduit donc à considérer l'activité comme unité d'analyse ; adoption des préceptes proposé par la théorie cognitive ACT, ce qui conduit donc à opter pour des rétroactions de type « feedback immédiat ».
[12] A titre d'exemples : système à base de connaissances ; mécanisme de déduction.

[B.6] Théorie de la conception

Il s'agit ici de préciser, le cas échéant, la théorie de conception qui est utilisée dans la recherche.

D'une part, le modèle de conception. Par exemple :

- Conception linéaire (passant par l'élaboration d'un ensemble de spécifications puis par le développement du produit).
- Conception itérative.
- Conception participative.
- Conception centrée utilisateur.
- Conception centrée usages.

D'autre part, la forme de prise en compte des usages dans la conception. Par exemple :

- Part de conception qui est confiée aux utilisateurs.
- Façon dont les utilisateurs sont impliqués dans la conception (comment, par qui, à quel moment, etc.).

[C] Résultat de la recherche

Ces dimensions visent à favoriser l'explicitation de la nature des résultats de la recherche, de leurs aspects généraux et génériques, du type de validation des résultats, de l'analyse des résultats, de la recherche et de son impact.

[C.1] Nature des résultats

Il s'agit ici de préciser ce qu'est le produit (attendu ou constaté) de la recherche. Par exemple :

- Enoncé, qui peut prétendre à une valeur de validité ou à une valeur d'utilité, par exemple :
  - Connaissance.
  - Invariant.
  - Questionnement qui peut être projeté dans d'autres contextes.
- Modèle.
- Théorie.
- Elément méthodologique, par exemple :
  - Démarche de conception.
  - Benchmark.
  - Leçon tirée.
- Produit, service.
- Transformation du milieu, par exemple :
  - Transformation de l'enseignement[13].
  - Transformation des jeux d'acteurs dans les dispositifs de formation.

[13] A titre d'exemple, transformation de l'enseignement de la géométrie à l'aide des logiciels de géométrie dynamique.

[C.2] Aspects généraux et génériques des résultats

Il s'agit ici de préciser le caractère de généralité et de généricité des résultats. Par exemple :

- Caractère de généralité et/ou de généricité d'une méthodologie, permettant notamment de préciser :
  - la description de la méthodologie (nature du langage de description ; précision de détail ; forme de publication ; etc.),
  - le domaine d'application de la méthodologie,
  - la classe de données ou de problèmes traitée par la méthodologie.
- Caractère de généralité et/ou de généricité d'un modèle, permettant notamment de préciser :
  - la description du modèle (explicitation du langage de modélisation ; niveau d'explicitation et d'explication ; précision de détail ; forme de publication ; etc.),
  - ce que le modèle modélise,
  - la classe de données ou de problèmes représentés par le modèle,
  - comment l'adéquation du modèle à ce qu'il modélise est conjecturée, établie ou vérifiée.
- Caractère de généralité et/ou de généricité d'une mise en œuvre informatique, permettant notamment de préciser :
  - les mécanismes génériques implantés,
  - les données ou les problèmes qu'ils traitent automatiquement,
  - les mécanismes génériques pouvant être utilisés dans d'autres contextes,
  - comment est conjecturée, établie, vérifiée ou prouvée la généricité.

[C.3] Types de validation des résultats

Il s'agit ici de préciser la forme de validation des résultats qui est utilisée. Par exemple :

- Preuve formelle.
- Méthode de validation (expérimentation, analyse de processus, analyse développementale, etc.).
- Implémentabilité sous la forme d'un système qui réifie un modèle.
- Analyse des usages, par exemple :
  - Eléments relatifs à la diffusion de l'EIAH créé (au sens de « mise à disposition »).
  - Eléments relatifs à l'utilisation de l'EIAH créé (adoption dans des pratiques, etc.),
  - Eléments relatifs à la création d'une communauté d'usage autour de l'EIAH créé.
  - Eléments relatifs à la pérennisation de l'EIAH créé (i.e., au fait que le système a une vie propre).

[C.4] Analyse des résultats et de la recherche

Il s'agit ici de préciser l'analyse qui est faite des résultats. Cette analyse peut par exemple porter sur :

- Les apports de la recherche (lien avec la notion de résultat).
- La différence entre les objectifs et les résultats.
- La description de ce qui était difficile dans la recherche.
- La description des problèmes difficiles qui ont émergé.
- La description des problèmes difficiles qui restent à traiter.

[C.5] Impacts de la recherche

Il s'agit ici de préciser les impacts de la recherche. Par exemple :

- Impact social.
- Impact économique.
- Impact scientifique (développement de la connaissance).

[D] Cycle de vie de la recherche

Ces dimensions visent à favoriser l'explicitation des aspects dynamiques de la recherche : contexte de lancement de la recherche et historique de la recherche.

[D.1] Contexte de lancement de la recherche

Il s'agit ici de préciser les éléments qui sont à l'origine et qui forment le contexte de la recherche.

D'une part, les raisons pour lesquelles l'action de recherche existe. Par exemple :

- Une demande externe.
- Une opportunité[14].

D'autre part, les éléments qui forment le contexte originel de la recherche. Par exemple :

- Un problème d'apprentissage ou d'enseignement bien identifié.
- Une technologie.
- Un système existant à vocation non-pédagogique.
- Un modèle ou une théorie, par exemple :
  - Une théorie de l'apprentissage.
  - Une théorie sociale.
  - Une théorie du domaine de connaissance.
  - Un modèle informatique[15].
- Une idée novatrice.
- Un appel d'offre, une opportunité.

[14] A titre d'exemples : l'existence de travaux didactiques sur un domaine ; une offre technologique innovante.
[15] A titre d'exemple : le modèle « raisonnement à partir de cas ».

[D.2] Historique de la recherche

Il s'agit ici de préciser le déroulement de la recherche et, notamment :

- Le cycle de vie du projet.
- L'historique de la recherche.
- Le parcours du chercheur.
- Les raisons pour lesquelles la recherche a été lancée.
- Les raisons pour lesquelles la recherche a duré ou n'a pas duré.
- L'impact du contexte et de son évolution sur la recherche.

4. Discussion

4.1. Nature de Platon-1

L'apport du travail proposé se décline en deux niveaux. D'une part, la mise en évidence de la nécessite et de l'intérêt d'une démarche analytique visant à expliciter la nature des travaux de recherche sur le domaine. D'autre part, un premier ensemble de dimensions analytiques et de situations prototypiques, qui sera amené à évoluer.

Platon-1 peut être considéré comme :

(1) Un objet pragmatique de transaction entre chercheurs, qui propose un cadre de réflexion non normatif sur leurs travaux (objectif, cadre théorique, résultat, cycle de vie) utile à la conceptualisation et l'analyse réflexive, qui aide à préciser les problématiques de recherche sous-jacentes des projets de recherche, à caractériser ces travaux et à clarifier les relations entre différentes orientations de recherche.

(2) Un outil méthodologique d'analyse et de compréhension du champ scientifique propre que constitue l'EIAH.

Platon-1 conduit le chercheur investi dans un projet de recherche en conception des EIAH à un certain engagement ontologique vis-à-vis de sa recherche.

En proposant un type d'analyse des projets de conception en EIAH, Platon-1 a également un effet de structuration du champ scientifique des EIAH. En particulier, en mettant l'accent sur l'analyse des liens théorie – modèle – conception, il constitue une contribution à la caractérisation du champ transdisciplinaire des EIAH. Il convient cependant d'insister sur le fait qu'il s'agit d'un point de vue particulier sur les EIAH (celui de la conception) et qu'il s'agit d'un effet induit (l'objet de l'étude n'est pas de proposer une théorisation ou une cartographie du domaine) et à un instant donné.

Par ailleurs, l'étude proposée a, potentiellement, une valeur heuristique pour la conception des EIAH.

4.2. Mise à l'essai

La démarche d'analyse d'un travail sur la conception des EIAH a été mise en œuvre sur différents projets de conception en EIAH, par les acteurs de ces projets[16].

[16] Analyses réalisées par Cyrille Desmoulins sur le projet IMAT, Monique Grandbastien sur le projet Calques 3 D, Vanda Luengo sur le projet Cabri Géomètre et Dominique Py sur le projet Mentoniezh.

Ces premières mises à l'essai ont montré l'utilisabilité de la démarche d'analyse proposée et son efficacité quant à l'explicitation des points clés de la recherche.

La mise en œuvre de cette démarche d'analyse se révèle, pour le chercheur, un exercice assez difficile. D'une part, car l'analyse demande un travail réflexif de conceptualisation. D'autre part, car la démarche proposée diffère de la façon dont un chercheur analyse et présente habituellement son travail. Le fait que cette analyse soit « décalée » (effet renforcé par la désarticulation, voulue, des dimensions d'analyse) est cependant également l'un des facteurs qui amènent le chercheur à se poser des questions de fond et à étayer ses propositions. Le fait que certaines dimensions soient non pertinentes pour certains projets de recherche peut se révéler perturbateur, et il convient donc d'insister sur le fait qu'il ne s'agit pas d'une « check-list » dont tous les éléments doivent être remplis. Pour certains projets, certains aspects de la recherche (mais aucun majeur) se sont révélés ne pas être décrits de façon adéquate selon les dimensions et/ou les situations prototypiques proposées par Platon-1. Ce type de situation semble cependant conduire assez naturellement le chercheur à poursuivre la démarche générale proposée et à compléter ou adapter la proposition actuelle à son contexte. Ceci semble encourageant pour l'évolution de cette construction.

L'une des difficultés qui se posent lors de l'analyse d'un projet donné est que certaines des notions proposées peuvent trouver, selon l'origine disciplinaire de l'analyste et/ou le projet étudié, des interprétations différentes, ou encore que, sur certains points, la structuration des dimensions et/ou des situations prototypiques pourrait être différente. Cette difficulté est inhérente à ce type de travail et renforcée par le fait que Platon-1 est le résultat d'un ensemble de réflexions et d'éléments de décision qui ne peuvent être décrits dans ce document. Cet aspect peut s'avérer gênant, mais n'est cependant pas réellement problématique : il oblige en effet à expliciter l'interprétation qui est faite des dimensions d'analyse proposées et/ou des situations prototypiques proposées et de leur structuration, ce qui va dans le sens de l'objectif général.

5. Conclusions

La conception des EIAH est un champ scientifique écotone, au croisement de différentes disciplines, qui pose un ensemble de difficultés propres. Il est nécessaire d'aborder ce champ de façon spécifique et par une démarche transdisciplinaire. La conception des EIAH peut et doit être fondée sur un ensemble de savoirs (théoriques, méthodologiques, technologiques) pouvant être mobilisés pour construire les modèles utiles à la conception des artefacts informatiques, dans un processus encadré par des connaissances méthodologiques. Ceci se heurte cependant actuellement à l'absence d'un corps articulé de savoirs (théories ou éléments de théories) répondant à cette problématique, c'est-à-dire prenant en compte les spécificités propres aux EIAH et à leur processus de conception. L'avancée des travaux sur la conception des EIAH passe par une meilleure conceptualisation des travaux, en particulier en ce qui concerne les rapports aux cadres théoriques (lien théorie / modèle / conception). Le cadre d'analyse proposé dans ce document constitue un premier pas dans cette direction, en proposant aux chercheurs du domaine un cadre de réflexion non normatif utile à la conceptualisation et l'analyse réflexive des travaux et à la capitalisation des connaissances.

Platon-1 est une construction élaborée à un instant donné, qui est amenée à évoluer. D'une part, la proposition actuelle pourra être affinée à travers les mises à l'essai que constitue chaque occurrence d'utilisation par les chercheurs[17]. D'autre part, la proposition actuelle devra suivre l'évolution de la recherche sur le domaine. Il serait par ailleurs intéressant de réaliser un travail « archéologique » visant à étudier les générations passées de l'histoire des EIAH et leurs conceptualisations sous-jacentes.

Enfin, il apparaît intéressant d'étudier le domaine d'applicabilité et de validité de la démarche et de la construction proposées. La démarche d'ensemble et une part significative des dimensions proposées semblent, en effet, pouvoir s'appliquer de façon assez générale aux situations pluridisciplinaires. Ce point reste à creuser cependant.

6. Bibliographie sommaire

La bibliographie sommaire ci-dessous ne propose pas une liste détaillée des travaux pertinents pour la problématique abordée dans ce document mais simplement les références des quelques travaux indiqués explicitement dans le texte.

[Anderson & al. 90] Anderson J.R., Boyle C.F., Corbett A.T., Lewis M.W., 1990, « Cognitive Modelling and Intelligent Tutoring ». Artificial Intelligence Vol. 42, 7-49.

[Artigue 02] Artigue M., 2002, « L'intégration de calculatrices symboliques à l'enseignement secondaire : les leçons de quelques ingénieries didactiques ». In Guin & Trouche 2002, La Pensée sauvage éditions, 277-349.

[Baker 03] Baker M., 2003, « Les dialogues avec, autour et au travers des technologies éducatives ». L'orientation scolaire et professionnelle 2003, n° 32, 359-397.

[Baker 00] Baker M., 2000, « The roles of models in Artificial Intelligence and Education research: a prospective view ». International Journal of Artificial Intelligence in Education Vol. 11(2), 122-143.

[Béguin & Rabardel 00] Béguin P., Rabardel P., 2000, « Concevoir des activités instrumentées ». Revue d'Intelligence Artificielle Vol. 14, 35-54.

[Brousseau 98] Brousseau G., 1998, « Théorie des situations didactiques ». La Pensée Sauvage éditions.

[Bruillard 97] Bruillard E., 1997, « Les machines à enseigner ». Hermès.

[Clancey 97] Clancey W. J., 1997, « Situated Cognition: on Human Knowledge and Computer Representations ». Cambridge University Press.

[17] Les chercheurs utilisant cette construction et/ou élaborant une réflexion à son sujet sont engagés à contacter Pierre Tchounikine (Pierre.Tchounikine@lium.univ-lemans.fr) pour signaler l'usage qu'ils en ont réalisé, l'adéquation ou la non adéquation de la proposition actuelle à l'analyse de leurs travaux, leurs propositions d'évolution ou encore toute réflexion utile à ce travail qui se poursuit.

[Engeström 87] Engeström, Y., 1987, « Learning by Expanding. An activity-theoretical approach to development research ». Orienta-konsultit, Helsinki.

[Hollan & al. 00] Hollan J., Hutchins E., Kirsh D., 2000, « Distributed cognition: Toward a new foundation for human-computer interaction research ». ACM Transactions on Computer-Human Interaction, Vol 7, 174-196.

[PRC-IA 97] « Conception d'Environnements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur. Tendances et perspectives ». Contribution du groupe EIAO coordonnée par Balacheff N., Baron M., Desmoulins C., Grandbastien M., Vivet M., Actes des journées nationales du PRC IA, 1997, Grenoble, 315-338.

[Tchounikine 02-a] Tchounikine P., 2002, « Pour une ingénierie des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain ». Revue I3 "information interaction intelligence", Vol. 2, n°1, 59-95.

[Tchounikine 02-b] Tchounikine P., 2002, « Quelques éléments sur la conception et l'ingénierie des EIAH ». In: Actes du GDR I3, 233-245, Cepadues Editions.

[Wenger 87] Wenger E., 1987, « Artificial Intelligence and Tutoring Systems ». Los Altos, CA: Morgan Kaufmann.