Pour une meilleure intégration de l'utilisateur dans le processus de conception et d'évaluation des outils TELOS

France Henri, Marcelo Maina
Centre de recherché LICEF, TÉLUQ/UQAM
henri.france@telluq.uqam.ca
marcelo.maina@licef.teluq.uqam.ca

Résumé

Le système TELOS[1] intègre un ensemble d'architectures, de méthodes et d'outils appelés à transformer en profondeur le fonctionnement institutionnel et les pratiques professionnelles en matière de conception, de production et de diffusion de cours et d'apprentissage en ligne. TELOS suppose non seulement l'appropriation de nouveaux outils technologiques, mais aussi un nouveau modèle de travail qui prend appui sur une ingénierie pédagogique rigoureuse et sur l'accès à des banques d'objets d'apprentissage. Ce système induit une importante réorganisation des tâches et change la façon dont les utilisateurs font leur métier. Dans cette perspective, il paraît indispensable d'impliquer les utilisateurs de TELOS dans le processus de conception des outils. À cette fin, nous avons élaboré une proposition méthodologique qui suggère d'envisager la conception sur un continuum allant de la conception *pour l'usage*, approche privilégiée jusqu'à présent dans LORNET, jusqu'à la conception *dans l'usage*, approche qui fait de l'utilisateur un co-concepteur des outils.

1. Contexte et objectifs de la recherche

Le système TELOS intègre dans un environnement multi usagers un ensemble d'architectures, de méthodes et d'outils appelés à transformer en profondeur le fonctionnement institutionnel et les pratiques professionnelles en matière de conception, de production et de diffusion de cours et d'apprentissage en ligne, et de gestion des connaissances. L'utilisation de TELOS suppose un nouveau modèle de travail qui prend appui sur une ingénierie pédagogique rigoureuse et sur l'accès à des banques d'objets d'apprentissage conformes aux normes et standards internationaux. TELOS exige donc des futurs utilisateurs non seulement l'appropriation d'outils technologiques, mais aussi la transformation de la façon de faire leur métier.

Soucieux de répondre adéquatement aux besoins des utilisateurs des technologies d'apprentissage, et désireux de leur fournir une instrumentation efficace et adaptée, les chercheurs et les développeurs de LORNET ont associé à leurs travaux des groupes d'utilisateurs auprès desquels ils ont pu, depuis le début, confronter et évaluer les nouveaux outils qu'ils développent. Par des tests en laboratoire d'abord, les chercheurs ont pu mettre à l'épreuve l'approche conceptuelle et les modes opératoires de ces outils. Ensuite, des expérimentations en milieu naturel avec des utilisateurs réels – notamment avec l'École de la fonction publique du gouvernement du Canada – ont permis de recueillir des données se rapportant principalement à l'utilisabilité de l'outil : fonctionnement, manipulation, ergonomie de l'interface, etc. Les résultats obtenus ont certes contribué à l'amélioration des outils, mais ils n'ont fourni que peu d'informations sur l'utilisateur lui-même dans son rapport à l'outil. Les évaluations n'ayant pas été construites pour documenter de manière systématique les modifications que l'outil apporte dans la conduite de l'activité, les compétences préalables de l'utilisateur, l'effort d'appropriation et le degré d'acceptabilité des outils ou encore l'amélioration perçue par l'usager. Nous ne savons effectivement que peu de chose sur la distance instrumentale créée par la transposition informatique [1], c'est-à-dire l'écart entre l'activité sans instrument et l'activité avec instrument qui fournirait des pistes pour rendre les outils plus acceptables, pour en faciliter l'adoption et pour soutenir le développement des usages et des nouvelles pratiques. Pour évaluer la distance instrumentale, il s'avère aussi nécessaire considérer les normes et valeurs de la culture de

[1] Telelearning operation system

référence car les nouvelles pratiques réalisées à l'aide de nouveaux instruments doivent être considérés comme légitimes pour être adoptés au sein de l'organisation.

À ce moment-ci du projet LORNET où nous disposons de prototypes très avancés, il importe de disposer de connaissances sur l'outil *dans l'usage*. Elles sont essentielles pour orienter la suite des travaux de conception qui permettront de mettre au point de nouvelles versions des outils qui soient mieux adaptées à l'activité des futurs utilisateurs et concevoir des outils de soutien à l'appropriation. Dans cette perspective, la proposition méthodologique que nous présentons vise à intégrer de manière encore plus étroite les futurs utilisateurs des outils TELOS dans la démarche de conception.

Notre proposition méthodologique a été développée en s'appuyant sur la littérature du domaine de la conception participative, multidisciplinaire, située et distribuée. Elle adopte l'approche instrumentale de Rabardel [2] [3] et utilise la théorie de l'activité médiée [4] comme cadre d'interprétation. Elle repose sur la distinction entre *artefact* et *instrument* ; l'artefact (l'outil) devient un instrument lorsqu'il est incorporé à l'activité de l'utilisateur. Un véritable instrument est donc un artefact associé à des schèmes d'utilisation que l'utilisateur construit dans l'usage. Dans cette perspective, l'appropriation de l'artefact par l'utilisateur constitue la préoccupation principale du concepteur. Ainsi, notre méthodologie propose d'étendre le processus traditionnel de conception en se donnant comme but de participer à l'élaboration de véritables instruments soit des artefacts associés à des schèmes d'utilisation que l'utilisateur construit dans l'usage. Dans ce contexte, l'appropriation de l'artefact par l'utilisateur constitue la préoccupation principale du concepteur.

Notre méthode inclut des techniques de cueillette de données qui visent autant les dimensions opérationnelles, intentionnelles et contextuelles du déroulement de l'activité instrumentée en vue de capter et de rendre intelligible le processus de genèse instrumentale, c'est-à-dire le processus de création de l'instrument pas l'utilisateur. Pour cela, la méthodologie intègre des techniques traditionnelles telles que l'observation directe, la verbalisation (*Think Aloud Protocol*), l'entrevue et l'analyse des productions. En outre, elle veut faire une percée en intégrant une technique innovante de capture de la trace informatique qui représente une partie de l'expérience d'utilisation de l'utilisateur. Cette trace peut être utilisée pour améliorer l'outil, mais aussi par l'usager qui, dans une démarche réflexive, pourra co-construire en interaction avec le système des connaissances sur sa propre activité et agir sur elle.

Notre travail poursuit quatre objectifs en rapport avec la méthode elle-même.

1. Élaborer une proposition méthodologique de conception d'outils informatiques qui intègre l'utilisateur à titre de co-concepteur.
2. Fonder cette proposition méthodologique sur de solides appuis théoriques et conceptuels, en particulier les notions d'instrument, de genèse instrumentale et de design participatif.
3. Intégrer dans la méthode une technique de capture de la trace informatique pour mieux documenter l'expérience d'utilisation des outils.
4. Fournir une description détaillée des étapes de la méthode et les instruments méthodologiques qui rendent la méthode opératoire.

Un cinquième objectif se rapporte à la démarche que nous voulons adopter pour élaborer la méthode.

5. Appliquer les principes du design participatif à la conception de la présente méthode en impliquant les chercheurs et développeurs de LORNET qui en sont les éventuels utilisateurs.

2. La place de l'utilisateur dans les approches de conception d'outils informatiques

Différentes approches de conception d'outils informatiques attribuent aux utilisateurs une importance et une place distincte dans le processus de conception. Nous passons très brièvement en revue les approches les plus importantes.

Issue du domaine de l'ingénierie logicielle traditionnelle, la première approche utilise de manière interchangeable les termes *exigences des utilisateurs* (user requirements) et *exigences du système* (system requirements). Le système compris comme une combinaison d'éléments en interaction pour réaliser un objectif défini : du matériel, des logiciels, des micrologiciels, des personnes, des informations, des techniques, des installations, des services, et d'autres éléments de soutien, tels que définis par l'International Council on Systems Engineering [5] [6]. Le poids des exigences des utilisateurs est relativement faible même s'ils sont rigoureusement décrits dans le processus conception. Dans les méthodes de la catégorie orientée objet (OO) plus spécifiquement, les exigences des utilisateurs sont formalisés et concrétisés, à l'étape de la solution par la description des fonctions et des cas d'usages. À l'étape de l'analyse, les exigences semblent être considérées comme une sorte de source d'inspiration, mais le passage de la compréhension

informelle des exigences aux propositions formelles pour les satisfaire apparaît flou.

La deuxième approche relève du domaine de l'interaction personne-machine[2] (IPM) et se distingue par sa préoccupation centrée sur l'humain, qu'elle conçoit comme faisant intégralement partie du système. Elle regroupe plusieurs méthodes qui, de manière obligatoire, impliquent des utilisateurs réels dans les processus d'explicitation et d'analyse de leurs besoins et même jusque dans la conception du système. Cette approche connue sous le nom de *design centré sur les utilisateurs* regroupe différentes méthodes telles que de design contextuel, l'analyse des tâches, la méthode participative et l'approche narrative. D'autres méthodes moins formelles se situant dans le cadre général du design centré usager ont la spécificité de cerner les besoins des utilisateurs.

La troisième approche appartient au domaine de l'ingénierie logicielle, mais s'en distingue à cause du rejet du processus de documentation, de son affinité avec l'approche IPM et de sa démarche « juste à temps » par laquelle les besoins sont explicités et analysés tout au long du processus de développement. Il s'agit des méthodes dites *agiles*.

Une quatrième approche, hybride, proposée par Constantine [7], combine les méthodes agiles et centrées sur les utilisateurs pour permettre la rencontre des parcours de conception ascendante de l'IPM et descendante de l'orienté objet, mettant en valeur autant les connaissances de l'utilisateur réel que celles que le concepteur informatique développe au sujet de l'utilisateur ciblé. Cet arrimage est nécessaire, car les méthodes agiles et de l'orientée objet ne distinguent par les concepts de *partie prenante* et d'*utilisateur*. Les démarches du design centré sur les utilisateurs complètent ces méthodes en s'assurant que l'interface répond aux besoins des utilisateurs en termes de convivialité et de fonctionnalités.

3. L'expérience utilisateur au-delà de l'interface

La psychologie a occupé une place importante dans les tout premiers travaux du domaine de l'IPM en démontrant comment les paradigmes empiriques permettaient de fournir un support au design des interfaces [8]. Card, Moran et Newell [9] qui comptent parmi les fondateurs du domaine de l'IPM, ont établi des critères quantitatifs mesurables d'une bonne interaction personne-machine, par exemple: facilité d'apprentissage, opérabilité, concision, cohérence, simplicité, etc. On reconnaît depuis qu'un certain nombre d'aspects d'utilisabilité ne peuvent pas être pris en compte par de telles mesures objectives.

Des approches cognitivistes innovantes ont tenté d'aller au-delà de l'interface, pour développer une vision plus globale de l'expérience utilisateur [10]. Ces approches s'appuyaient sur le concept de *computability* et proposaient de considérer l'humain et l'ordinateur comme des unités de traitement de l'information [11]. Les études du fonctionnement cognitif du cerveau humain défendaient l'idée que la fonction du cerveau consiste en traitement de l'information descriptible en termes d'architecture, de procédures, de flux d'information, de traitement distribué de l'information [11], [12], [13].

Bourguin, Derycke et Tarby [14], [15] dévoilent les assises épistémologues des approches traditionnelles de conception en proposent de les revoir.

> … les approches traditionnelles des processus de conception des systèmes interactifs [sont] fondées essentiellement sur une approche rationaliste et positiviste, qui induit des ruptures dans les processus : rupture entre processus de conception et processus d'appropriation collective (séparation concepteurs/usagers) et rupture, ou difficulté de jeter des ponts, entre les disciplines scientifiques mobilisées, notamment entre l'informatique et les sciences sociales (Bowker, Star, Turner, 1997). (p. 4)

Pour Martins et Daltrini [16], citant Goguen et Linde [17], la solution à ce problème n'est pas à chercher du côté technologique. Comme le souligne Linard [18], un changement de paradigme s'impose pour s'intéresser davantage au contexte de l'activité.

Bannon et Bødker [19] ont critiqué l'approche de la psychologie du traitement de l'information parce qu'elle se concentre uniquement sur les aspects de la personne lorsqu'elle travaille dans une métaphore informatique. Ces aspects ne peuvent pas être signifiants par eux-mêmes, détachés de leur situation réelle d'activité humaine et d'expérience. Bannon et Bødker ont exploré la pertinence de la théorie de l'activité pour son application à la conception dans le domaine des interactions personne-machine. Cette théorie postule que les êtres humains et les ordinateurs sont indissociables. Ils doivent tous deux être pris en compte pour décrire l'utilisation des outils qui servent en réalité pour l'accomplissement d'activités en contexte. Les besoins des utilisateurs, l'interaction avec le système et d'autres dimensions encore doivent être considérées en fonction de l'activité humaine qui doit être accomplie. Cette approche a permis d'élargir le champ de la conception des outils informatiques

[2] En anglais, *Human-Computer Interaction* ou HCI.

pour chercher à circonscrire la globalité de l'espace/temps de déroulement de l'activité. Dans le champ du génie logiciel, les travaux de Martins et Daltrini [16], de Souza [20] et de Barthelmess et Anderson [21], illustrent la pertinence de la théorie de l'activité pour l'explicitation et la prise en compte des besoins dans le processus de conception logicielle.

On peut interpréter le cheminement des auteurs qui se tournent vers la théorie de l'activité comme une démarche depuis le *front end* vers le *back end*, de l'utilisateur évaluateur vers un utilisateur engagé dans la conception des applications. L'utilisateur passe ainsi des instances finales du processus de conception vers les instances initiales. On constate que l'évolution du domaine de l'IPM rejoint celle de l'ingénierie logicielle, et que l'intérêt et l'importance de plus en plus grande accordée à la théorie de l'activité ne signifie pas l'exclusion d'autres approches ou le rejet de l'utilité d'autres concepts.

4. L'ingénierie concourante et le design participatif

L'ingénierie concourante, ancêtre de la conception participative [22], est née dans les années '60 aux Etats-Unis. Elle est définie comme une méthode à trois volets : développement intégrant tout le cycle de vie du produit; conception intégrant tous les participants au sein de l'équipe de conception; conduite d'équipe multidisciplinaire passant par la formation croisée.
Elle vise à accroître le rôle de la conception dans le processus de développement et réciproquement; à améliorer la prise de décision conjointe; à former des équipes multifonctionnelles; à inclure les utilisateurs dans le processus de conception; et à considérer le gain de temps comme un avantage concurrentiel. La conception participative fait une percée dans les pays scandinaves dans les années '70 et '80 dans un contexte sociopolitique d'inclusion des employés dans les décisions concernant leur milieu de travail.

Granath [23], au début des années '90, ajoute la dimension collective au processus de développement logiciel.

> … une activité de conception participative où tous les acteurs sont considérés comme experts et leur participation est basée sur leurs connaissances propres plutôt que sur les rôles qu'ils jouent ou les intérêts qu'ils représentent. Il s'agit d'un acte créatif dans un processus collectif auquel contribuent activement, avec leurs différents savoirs, toutes les personnes concernées par le résultat du processus (p. 4) [23]

La dimension collective est étroitement liée à l'aspect réparti ou distribué de la conception. Gumm [24] propose une taxonomie pour rendre compte des dimensions de la distribution qui peut être physique ou géographique, organisationnelle, temporelle et entre les parties prenantes. Henri [25] développe une taxonomie semblable en ajoutant la distribution entre les disciplines, informatique et sciences humaines, soulignant ainsi la nature interdisciplinaire du processus de conception d'outils informatiques

Par ailleurs, Caelen [22] souligne les limites de la conception participative qui n'intègre pas la prise en compte de l'usage (sens et signification de l'usage). Elle reste souvent une méthode de coconception qui se ramène soit à une forme d'ingénierie concourante (approche fonctionnaliste) qui valorise l'activité de conception et dépolitise la conception comme activité indépendante, autonome et abstraite; soit à une conception par projet (approche constructiviste) qui envisage la conception comme un construit social émergeant de l'analyse des conflits et de la logique de la domination. L'activité de conception perd de sa neutralité et devient "un processus socialement contingent". Dans ces deux logiques le pouvoir de l'utilisateur reste mitigé. Dans l'une, l'utilisateur n'intervient pas aux moments cruciaux, et dans l'autre, l'utilisateur ne peut imposer son point de vue par rapport aux forces institutionnelles ou techniciennes. Calen avance l'idée que le dépassement des formes traditionnelles de co-conception passerait plutôt par un partage des intérêts et des préoccupations des acteurs de la conception, un fonds culturel et social commun, et un langage partagé.

5. Le virage instrumental pour la création de systèmes complexes

Au fil du temps, l'approche de l'ingénierie logicielle a fait place à la participation de l'utilisateur dès l'étape initiale de conception, au développement par petits unités et à l'évaluation constante tout au long du processus. L'approche de l'IPM a évoluée vers des démarches fondées sur la psychologie matérialiste et la théorie de l'activité, déplaçant l'intérêt vers les stades initiaux de la conception des applications informatiques. L'approche participative a affirmé l'importance de l'utilisateur et a mis en lumière les enjeux sociaux liés à la nature collective du processus de conception. Le cheminement du processus de conception partant du *front end* vers le *back end*

témoigne d'une transformation où l'évaluation des outils n'est plus une procédure de validation finale, mais plutôt une démarche intégrée tout au long du processus de conception.

L'approche instrumentale [2] [26] a concrétisé cette évolution par ses fondements sur la théorie de l'activité et sur l'idée de médiation développée par Vygotski [4]. La conception est abordée à travers l'activité instrumentée et en contexte de l'utilisateur et dans le rapport de ce dernier au monde qui l'entoure. Pour agir, l'utilisateur dispose d'un instrument défini comme une

> … entité mixte formée par un artefact, matériel ou symbolique, produit par le sujet ou par d'autres, plus des schèmes d'utilisation associés résultant d'une construction propre du sujet autonome ou d'une appropriation de schèmes d'utilisation déjà formés et extérieurs à celui-ci. (p. 79) [2]

L'instrument peut donc être compris comme le résultat d'un processus que l'auteur nomme *genèse instrumentale*. L'instrument doit son statut au sujet qui applique des schèmes d'utilisation (composante psychologique) à l'artefact (composante matérielle) pour la réalisation d'une tâche. On ne peut donc observer l'instrument qu'au moment de l'appropriation de l'artefact par le sujet au cours de son intégration dans l'accomplissement d'une activité.

Guin et Trouche [27] expliquent que

> … comprendre les genèses instrumentales suppose de comprendre l'articulation de deux processus duaux et simultanés :
>
> - le processus d'instrumentalisation, dirigé vers l'artefact, relatif à la partie de l'artefact mobilisée et sa personnalisation ;
> - le processus d'instrumentation, centré sur le sujet, relatif à l'émergence et à l'évolution des schèmes, élaborés pour réaliser un type de tâches.
>
> Les schèmes ont une fonction pragmatique (relative à l'action), heuristique (relative à l'anticipation et la planification) et épistémique (relative à la compréhension). (p.204)

Bien que le processus de genèse instrumentale soit une entreprise qui, du point de vue théorique, n'est jamais achevée puisque le contexte se modifie, les besoins changent et les situations varient, il est possible d'arriver à des moments de stabilisation. Rabardel [2] parle d'invariants autant schématiques qu'artefactuels (la notion de *version* d'un logiciel est un exemple d'aboutissement à un invariant artefactuel).

Dans l'approche instrumentale, la démarche de création des nouveaux outils peut être initiée pour des motifs différents. Elle peut prendre son origine dans le désir d'offrir un meilleur soutien à une activité courante à partir justement de l'analyse en contexte de cette activité et des artefacts utilisés. Elle peut aussi être le fruit de l'initiative d'architectes et de développeurs informatiques qui envisagent le développement d'artefacts fortement innovateurs qui induiront une profonde modification de l'activité des utilisateurs. Ce sont souvent des outils ambitieux qui sont visées par de tels développements, comme le sont les outils que l'on retrouve dans TELOS.

6. Proposition méthodologique pour une meilleure intégration de l'utilisateur

Notre proposition méthodologique repose sur les prémisses suivantes. TELOS et les outils qui le composent sont innovateurs. Ces outils ont fait l'objet d'une première conception *pour l'usage* et les prototypes dont nous disposons sont suffisamment avancés pour que le processus de conception se poursuive *dans l'usage*. La conception étant une démarche qui n'est pas finie mais évolutive, l'outil subira des transformations qui s'imposeront par l'usage dans un processus de va-et-vient entre utilisateurs, usages et développeurs.

La démarche de conception que nous proposons procède en deux grandes phases liées au statut de l'outil informatique : celui d'artefact ou d'instrument. La première phase débute vers la fin de la conception pour l'usage, alors que l'outil a encore un statut d'artefact et qu'il a atteint un stade avancé de développement auquel auront participé des concepteurs/développeurs de l'outil et des utilisateurs. La seconde phase débute lors de l'utilisation par des utilisateurs dans le cadre de l'accomplissement de leur activité réelle. L'artefact prend alors le statut d'instrument. Ces deux statuts servent à distinguer les phases de la démarche : l'*analyse à froid* qui considère l'artefact isolément comme objet, en lui-même et pour lui-même ; et l'*analyse à chaud* qui s'intéresse à la genèse instrumentale par un sujet/utilisateur. Notre méthode chemine selon un modèle similaire à celui que proposent Folcher et Sander [28] en parlant d'analyses *a priori* et *a posteriori*.

6.1. L'analyse à froid

L'analyse à froid permet de décrire l'artefact, d'en expliciter les caractéristiques et de mettre à plat la logique de fonctionnement préalablement inscrite dans

l'artefact et structurant la tâche. Cette analyse est conduite en s'appuyant sur les notions suivantes[3] :

- *La zone fonctionnelle potentielle* dont l'analyse permet d'identifier les caractéristiques fonctionnelles intrinsèques originelles de la conception.
- *Les fonctions constituantes* qui « représentent en quelque sorte la logique d'utilisation de l'artefact, imaginée par le concepteur […] et constituent un ensemble de contraintes en direction [de l'utilisateur], un cadre de structuration de l'activité. Elles provoquent donc des processus d'assimilation et d'accommodation de la part [de l'utilisateur] ». [29] Les fonctions constituantes s'opposent aux fonctions constituées en cours d'usage par l'utilisateur.
- *Les modes opératoires prescrits* par le concepteur regroupent un ensemble de fonctions constituantes structurées, nécessaires pour mener à bien les opérations permettant d'atteindre un objectif donné.
- *Les connaissances préalables supposées*, c'est-à-dire celles que l'usager doit mettre en œuvre pour utiliser l'artefact.
- *Le système* d'artefacts ou l'ensemble des artefacts utilisés dans l'accomplissement d'une tâche. [30]
- *Le contexte d'insertion de l'artefact* recouvre trois plans dans l'organisation de l'activité [30] : *les classes de situation*, unités minimales d'analyse, *les familles d'activité* qui forment un niveau intermédiaire et *le domaine de* l'*activité professionnelle* qui se situe au niveau supérieur.

La démarche d'analyse à froid, ou analyse de l'artefact, suit trois étapes principales : 1) l'analyse de la zone fonctionnelle potentielle de l'artefact, 2) l'identification de connaissances supposées et 3) l'organisation des artefacts dans les familles et les domaines de l'activité.

1. L'analyse de la zone fonctionnelle potentielle de l'artefact

L'analyse de la zone fonctionnelle vise à identifier les fonctions constituantes et les modes opératoires prévus par le concepteur et inscrits dans l'artefact. Les informations requises pour faire cette analyse sont puisées dans la documentation qui accompagne l'outil informatique et une analyse de l'interface même. Cette étape procède en trois sous-étapes.

- La modélisation de la tâche prévue (modèle procédural) et la mise en évidence des schèmes d'usage prévus.
- L'analyse de l'interface selon la méthode ProCope [29].
- La constitution de la liste des fonctions et des modes opératoires qui seront comparés avec les fonctions et modes opératoires qui seront sollicités lors de l'usage.

2. *Identification de connaissances supposées*

Il s'agit d'élaborer des hypothèses à propos des connaissances [29] d'ordre technique (connaissances informatiques) et de l'ordre de l'accomplissement de la tâche (connaissances disciplinaires, professionnelles). Les sources d'information pour réaliser cette étape sont les résultats de l'étape 1 et des cas d'utilisation conçus pour la conception de l'artefact.

3. *Organisation des artefacts dans les familles et les domaines de l'activité.*

Cette étape procède à l'analyse des plans d'organisation du domaine d'activité pour décrire l'organisation du travail en situation et identifier les artefacts utilisés. Le résultat se présente sous forme de graphe intégrateur des artefacts au sein des plans d'organisation du domaine d'activité. Ce graphe sera comparé avec celui qui sera produit lors de l'analyse à chaud.

Au terme de l'analyse à froid de l'artefact, nous disposons d'une description fine de l'artefact, de l'usage prévu, des conditions de son usage ainsi que du profil de l'usager envisagé. Ces informations servent par la suite de référence pour comprendre l'usage et interpréter les résultats de l'analyse à chaud.

6.2. L'analyse à chaud

L'outil prend le statut d'instrument au moment de l'accomplissement d'une activité. L'utilisateur met alors en jeu un processus double et parallèle : d'instrumentation par lequel il se transforme et d'instrumentalisation par lequel il transforme l'artefact. L'analyse à chaud vise à décrire cette genèse instrumentale et procède en quatre étapes : 1) l'analyse de l'utilisation de l'instrument, 2) l'analyse de la valeur fonctionnelle des instruments au sein du système, 3) l'identification des connaissances explicitées et 4) l'organisation des instruments dans les familles et les domaines de l'activité.

[3] Pour une présentation plus développées de ces notions, voir Henri, F. et Maina, M. (en préparation). *Proposition méthodologique pour une meilleure intégration de l'utilisateur dans le processus de conception et d'évaluation des outils TELOS*. Rapport technique préparé dans le cadre de LORNET, thème 6. Montréal, Centre de recherche LICEF, Téluq, UQAM.

1. Analyse de l'utilisation de l'instrument ou explicitation de sa genèse

À travers le processus d'instrumentation / instrumentalisation, cette étape vise à identifier les schèmes appliqués par l'utilisateur pour se servir de l'artefact, à identifier les fonctions utilisées et constituées ainsi que les modes opératoires de l'utilisateur en portant une attention spéciale aux détournements ou contournements d'usage. Pour rendre compte de ce processus diverses techniques de cueillette de données sont utilisées : l'observation et la prise de notes, l'enregistrement de l'écran et du contexte de travail, l'analyse des protocoles verbaux, les sessions de débriefing, l'entrevue, l'entrevue réflexive et l'enregistrement des traces d'utilisation des instruments. Pour l'enregistrement et l'analyse des traces, nous comptons utiliser ABSTRACT[4]. Ce système que nous comptons expérimenter permet de capter l'expérience d'usage d'un outil. Il associe la trace informatique à une ontologie de la tâche, à des modèles de transformation de la trace et des modèles de visualisation qui aident à l'interprétation [31].

Les données recueillies servent à modéliser l'activité médiée par l'instrument qui révèle les schèmes d'usage et les schèmes d'action instrumentée [32]. Ces schèmes servent à réaliser une analyse comparative des schèmes d'usage prévus par le concepteur de l'outil et les schèmes d'usage réel.

2. Analyse de la valeur fonctionnelle des instruments au sein du système MDRS

Rabardel et Bourmaud [30] proposent la Méthode des Défaillances et Substitution de Ressources pour rendre compte des défaillances de l'instrument et des conséquences sur l'activité. Les données recueillies par observation lors de l'accomplissement d'une activité permettent de repérer les moments des ruptures et les actions entreprises par l'utilisateur afin de remédier à la situation. Il s'agit de créer un tableau des fonctions substituées tout en identifiant les situations qui entourent les substitutions (condition de substitution) ainsi que la valeur de ces substitutions.

Il est ainsi possible de distinguer les fonctions constituantes des fonctions constituées, et de différencier les modes opératoires prévus des modes opératoires employés par l'utilisateur. Ces résultats indiqueront les modifications à apporter à l'artefact.

3. Identification de connaissances explicitées

À partir des données provenant de différentes sources (vidéo, traces, entrevue, etc.), il est possible d'amener l'utilisateur à expliciter les connaissances d'ordre technique et de l'ordre de l'accomplissement de la tâche qui sont requises lors de l'accomplissement de l'activité par l'utilisateur. Il s'agit d'ajouter au modèle des schèmes d'usage (étape 1 de l'analyse à chaud) les connaissances repérées et de les associer aux différents moments du déroulement de l'activité où elles sont explicitées. Cela permet de réévaluer le profil de l'usager pour qui l'artefact est conçu.

4. Organisation des instruments dans les familles et les domaines de l'activité

Cette étape vise à situer les instruments en fonction de l'organisation du travail soit des classes de situation, des familles d'activité et du domaine de l'activité professionnelle. Il s'agit d'élaborer un graphe intégrateur des instruments au sein des organisateurs du domaine et de le comparer à celui des artefacts. Cette opération permet de rendre compte de l'impact de l'instrument dans la transformation organisationnelle et professionnelle.

Au terme de ces deux phases, l'analyse, la comparaison et l'interprétation des résultats autant par les développeurs que par les utilisateurs permettent de dégager les transformations à apporter aux artefacts et les transformations de l'activité de l'utilisateur. Ceci peut être atteint par un dialogue ouvert et une négociation franche entre les partenaires de la conception. Il peut cependant y avoir divergence de points de vue entre les différents acteurs de la conception. Des discussions avec l'ensemble des partenaires permettent de débloquer la situation. À ce propos, Béguin [33] propose une démarche en trois temps : statuer sur la différenciation des positions, statuer sur le fait qu'il était impossible de rester sur un face-à-face, revoir ou réorienter le projet.

7. Conclusion

Les développements informatiques qui résulteront du projet LORNET impliqueront des changements majeurs dans la structure et l'organisation de l'activité de conception, de production et de diffusion de cours et d'apprentissage en ligne. Les outils LORNET transformeront les pratiques dans la chaîne des métiers qui utiliseront le système TELOS : concepteurs pédagogiques, enseignants, mais aussi producteurs multimédia, programmeurs informatiques, infographistes, gestionnaires, etc. Ces personnels devront se familiariser avec de nouveaux concepts et une autre façon de mener leur activité.

Notre proposition méthodologique veut faciliter ces changements en permettant aux utilisateurs de TELOS

[4] Acronyme pour *Analysis of behavior and situation for representation assessment and cognitive activity modelling*

de devenir co-concepteurs de ce système et de participer au défi auquel les concepteurs informatiques de LORNET les convient. Nous concevons TELOS comme un système sociotechnique qui organise le travail. C'est pourquoi l'objet d'analyse de notre méthode est l'activité dans son contexte, son histoire et sa culture. Notre approche n'est pas centrée utilisateur, mais envisage plutôt la conception avec et par l'utilisateur.

Le présent travail ne prétend pas apporter une solution définitive à un problème qui aurait été exhaustivement cerné et analysé. Il a simplement permis d'élaborer une proposition méthodologique qui a le statut d'artefact et qui, espérons-nous, pourra acquérir celui d'instrument pour les concepteurs d'outils informatiques de LORNET. Ceci veut dire que les étapes de la méthode devront être évaluées dans l'usage avec et par les concepteurs informatiques. Nous souhaitons que la récursivité qui s'inscrit comme principe dans notre méthodologie guide également la démarche pour arriver à faire de cet artefact un instrument.

Références

[1] M. Haspekian et M. Artigue, « L'intégration d'artefacts informatiques dans une perspective instrumentale : le cas des tableurs, » dans *Environnements informatisés et ressources numériques pour l'apprentissage*, Monique Baron, Dominique Guin et Luc Trouche Eds. Paris : Hermès Lavoisier, 2007, pp. 37-63.

[2] P. Rabardel, *Les Hommes et les Technologies, approche cognitive des instruments contemporains*, Paris: Armand Colin, 1995.

[3] P. Rabardel et P. Beguin, (2005). Instrument mediated activity: from subject development to anthropocentric design. Theoretical Issues in Ergonomic Science, 6(5), 429 – 461

[4] L.S.Vygotsky, *Pensée et langage*, Paris: Editions Sociales, 1985 (1934).

[5] INCOSE, *How To: Guide for all Engineers, Version 2*, International Council on Systems Engineering, 2000.

[6] Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Computer Society and Association for Computing Machinery, "Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK)", 2004. [En ligne]. Disponible: http://www.SWEBOK.org [Consulté le 15 janvier 2007].

[7] L. L. Constantine (2002, août/septembre). Process Agility and Software Usability: Toward lightweight Usage-Centered Design ». Constantine & Lockwood, Ltd. [Online]. Disponible : www.foruse.com/articles/agiledesign.pdf

[8] T. K. Landauer, « Relations between cognitive psychology and computer systems design, » dans *Interfacing thought: cognitive aspects of human-computer interaction*, J. M. Carroll Ed. Cambridge: MIT Press, 1987, pp. 1-25.

[9] S.K Card., T.P.Moran et A. Newell, *The Psychology of Human-Computer Interaction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1983.

[10] M. Maina, « Analyse de l'interface du Campus Virtuel par rapport aux activités du tuteur, » Mémoire de maîtrise en sciences de la communication, Université de Montréal, Canada, 1999.

[11] P. Johnson-Laird, *The Computer and the Mind: An Introduction to Cognitive Science*, Cambridge, MA: Harvard University Press, 1988.

[12] J. R. Anderson, *The Architecture of Cognition*, MA: Harvard University Press, 1983.

[13] H. Gardner, *The Minds's New Science: A History of the Cognitive Revolution*, New York: Basic Books, 1987.

[14] G. Bourguin, « Un support informatique à l'activité coopérative fondé sur la théorie de l'activité : le projet DARE », Ph.D. Thesis, Informatique, n° 2753, Université des Sciences et Technologies de Lille, France, 2000.

[15] G. Bourguin, A., Derycke et J.C. Tarby, « Beyond the Interface : Co-evolutioninside Interactive Systems - A proposal founded on Activity Theory », dans *Proc. of IHM-HCI 2001*, Lille, France, Springer Verlag, 2001, pp. 297-310.

[16] L. E. G. Martins et B. M. Daltrini, « An approach to software requirements elicitation using precepts from activity theory, » dans *Automated Software Engineering, 1999. 14th IEEE International Conference on.*, 1999, pp. 15-23.

[17] J. A. Goguen et C. Linde, « Techniques for requirements elicitation, » dans *Requirements Engineering, 1993., Proceedings of IEEE International Symposium on*, 1993, pp. 152-164.

[18] M. Linard, « New Debates on Learning Support, » *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 11, no.4 pp. 239-53, Dec. 1995.

[19] L. J. Bannon et S. Bødker, « Beyond the Interface: Encountering Artifacts » dans *Designing Interaction: Psychology at the Human Computer Interaction*. NY: Cambridge University Press, 1991, pp. 227-253.

[20] C. de Souza, « Interpreting Activity Theory as a Software Engineering Methodology, » présenté dans l'atelier: Applying Activity Theory to CSCW research and

practice du 8th European Conference of Computer-Supported Cooperative Work, Helsinki, Finland, 2003.

[21] P. Barthelmess et K. M. Anderson, « A View of Software Development Environments Based on Activity Theory, » *Comput. Supported Coop. Work*, vol. 11, pp. 13-37, 2002.

[22] J. Caelen, « La conception participative d'objets interactifs : principes, méthodes et instrumentalisation, » présenté à l'École Thématique du GDR « Cognition et TIC », Carry le Rouet, France, sept. 2004

[23] J.Å. Granath, « Architecture, Technology and Human Factors: Design in a Socio-Technical Context, » Thèse de doctorat, Chalmers University of Technology, Göteborg, Stockholm, 1991.

[24] D. C. Gumm, « Distribution Dimensions in Software Development Projects: A Taxonomy, » *Software, IEEE*, vol. 23, pp. 45-51, 2006.

[25] F. Henri, B. Charlier, A. Daele, L. Lessard et M. Maina, « Ongoing reflection on PALETTE's Methodology, » présenté au First annual meeting PALETTE project, Sophia Antipolis, 2006.

[26] Rabardel & P. Pastré (Eds.), Modèles du sujet pour la conception : Dialectiques activités développement. Toulouse : OCTARÈS Éditions, 2005.

[27] D. Guin et L. Trouche, « Une approche multidimensionnelle pour la conception collaborative de ressources pédagogiques, » dans M. Baron, D. Guin & L. Trouche (Eds.), *Environnements informatisés et ressources numériques pour l'apprentissage. Conception et usages, regards croisés*, Hermes-Lavoisier, 2007, pp. 197-228.

[28] V. Folcher et F. Sander, « Usages, appropriation: analyse sémantique a priori et analyse de l'activité instrumentée, » dans P. Rabardel & P. Pastré (Eds.), *Modèles du sujet pour la conception: Dialectiques activités développement*, Toulouse: OCTARÈS Éditions, 2005, pp. 129-155.

[29] J. Contamines, « Les Hommes et les technologies une approche cognitive des instruments contemporains. Ouvrage de Pierre Rabardel (1995), » travail réalisé dans le cadre du DEA en Communication Homme-Machine et Ingénierie Educative, Université du Maine au Le Mans, France, 1999.

[30] P. Rabardel et G. Baurmaud, « Instruments et systèmes d'instruments » dans P. Rabardel & P. Pastré (Eds.), *Modèles du sujet pour la conception: Dialectiques activités développement*, Toulouse: OCTARÈS Éditions, 2005, pp.211-229.

[31] O. Georgeon, A. Mille et T. Bellet, « Abstract: un outil et une méthodologie pour analyser une activité humaine médiée par un artefact technique complexe, » dans Actes d'*Ingéniérie des Connaissances. Semaine de la connaissance*. R. Lehn, M. Harzallah, N. Aussenac-Gilles et J. Charlet Éds, Nantes, France, 2006. Disponible : liris.cnrs.fr/publis/?id=2376 [Consulté le 10 novembre 2006]

[32] G. Bourmaud, « Les systèmes d'instruments : méthodes d'analyse et perspectives de conception, » thèse de Ph.D., Université Paris-VIII - Saint-Denis, France, 2006.

[33] P. Béguin, « Concevoir pour les genèses professionnelles, » dans P. Rabardel & P. Pastré (Eds.), *Modèles du sujet pour la conception: Dialectiques activités développement*, Toulouse: OCTARÈS Éditions, 2005, pp. 31-52.