L'observation dans les EIAH

Nous allons nous intéresser dans cette section à la définition de l'observation dans les environnements informatiques pour l'apprentissage humain. Nous allons mettre en évidence les objectifs de l'observation et nous allons présenter la terminologie que nous adoptons afin de mieux comprendre les notions abordées dans la suite de ce document.

1.1.1 Définition de l'observation

L'observation est définie dans [De Ketele, 1987] comme étant un processus visant à recueillir des faits dans le but de les analyser. L'observation des situations d'apprentissage dans un environnement informatique pour l'apprentissage humain est basée sur le traitement des données collectées durant le déroulement de la situation d'apprentissage [Loghin, 2006]. Le processus de production d'un EIAH doit intégrer une phase d'observation et d'analyse des usages, destinée à informer les concepteurs sur la qualité de la situation pédagogique mise en œuvre [Choquet et Iksal, 2007]. En interprétant les résultats de l'observation, un enseignant, dans son rôle de tuteur, peut guider l'activité d'apprentissage en essayant de comprendre les dysfonctionnements éventuels en rapport avec le scénario pédagogique conçu [Settouti et al., 2007]. Il peut alors adapter la session, introduire des aides personnalisées et fournir des supports pédagogiques adaptés en fonction des comportements et des styles d'apprentissage des différents apprenants. Un enseignant concepteur peut exploiter les traces dans un travail de réingénierie du scénario pédagogique pour un meilleur déroulement de la session d'apprentissage [Djouad et al., 2010].

Certains aspects de l'apprentissage ne peuvent être mesurés qu'en cours de session ou à la fin de celle-ci, comme, par exemple, le temps de réponse à une question, la part de travail individuel réalisé par chaque apprenant et la part du travail collaboratif entre différents apprenants échangeant des informations via les supports de communication offerts par la plateforme d'apprentissage. Ceci pourrait amener l'enseignant à des interventions en cours de session pour adapter son scénario, d'où la nécessité de lui donner des moyens permettant à la fois de comprendre les résultats de l'observation et d'exprimer l'évolution de ses besoins d'observation en fonction de la nouvelle situation adaptée lors du travail de réingénierie. Le traitement de ces données collectées en session d'apprentissage peut aussi intervenir après celle-ci [Mazza et Milani, 2004].

De nombreux travaux existent dans ce contexte mais la plupart nécessitent l'intervention d'un spécialiste du domaine (informaticien) pour assister l'enseignant dans l'expression de ses besoins d'observation et dans la compréhension des résultats d'observation pour l'amélioration du scénario d'apprentissage conçu initialement [Pernin et Lejeune, 2004]. L'apprenant, aussi, pourrait avoir besoin d'un outil lui permettant de visualiser sa trace pour avoir une idée de l'évolution de son activité et une visibilité sur son parcours d'acquisition des connaissances.

1.1.2 Terminologie relative à l'observation

Durant le déroulement de la situation d'apprentissage, l'observation a pour but de collecter des informations sur l'activité réalisée par les sujets observés. La figure 1.1 reprend le processus d'observation dans un environnement d'apprentissage. Notre travail sur l'observation de l'utilisation d'un EIAH nous conduit à considérer la terminologie relative à ce champ d'activité [Choquet, 2007] :

- *La trace* : ensemble de données collectées par un dispositif d'apprentissage. Ces traces sont enregistrées, par exemple, dans des fichiers de « logs ».
- *La donnée brute* : donnée extraite de la trace. Le format de la donnée brute est indépendant du dispositif d'apprentissage.
- *L'observable et l'observé* : l'observable est toute variable définie comme devant être valuée par l'observation de l'utilisation d'un EIAH. L'observé est toute valeur d'observable.
- *Le moyen d'observation* : ensemble de techniques, automatiques ou non, appliquées aux traces pour obtenir des observés

— *L'indicateur* : un indicateur est un observable signifiant sur le plan pédagogique, calculé ou établi à l'aide d'observés, et témoignant de la qualité de l'interaction, de l'activité et de l'apprentissage dans un EIAH.

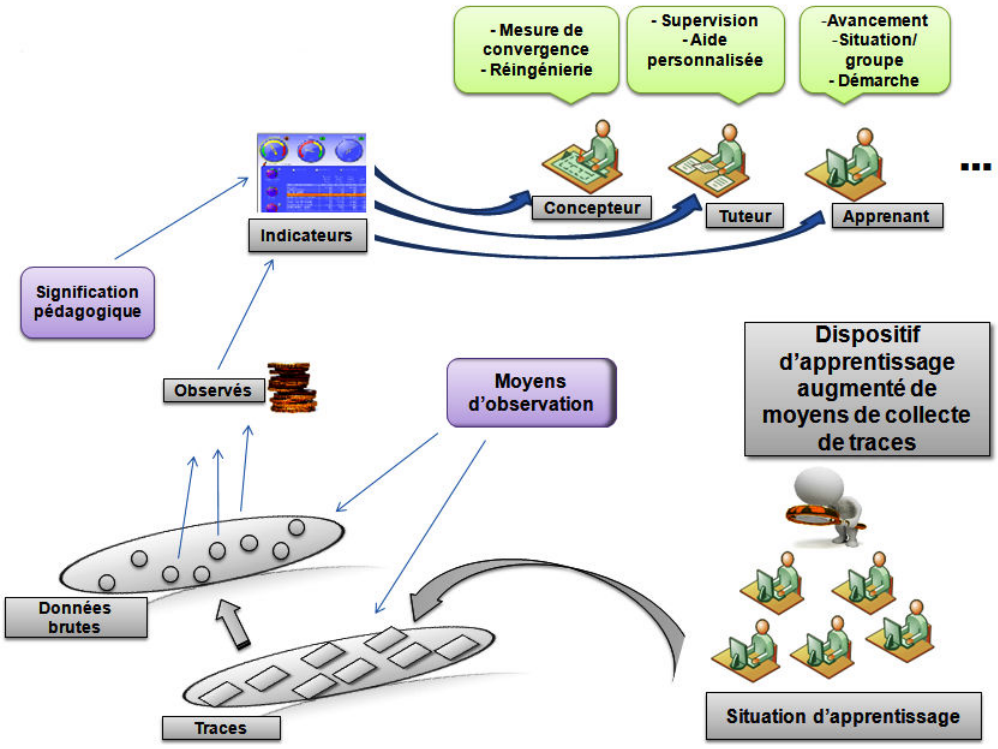


FIGURE 1.1 – Processus d'observation dans un EIAH

Dans le processus d'observation illustré par la figure 1.1, les apprenants participent à une situation d'apprentissage portée par un dispositif d'apprentissage auquel des sondes ont été intégrées afin de récupérer les traces générées par leurs activités. Les traces récupérées subissent des transformations à l'aide de moyens d'observation afin d'en identifier des données brutes et des observables. L'évaluation des observables permet de mettre en évidence des informations pouvant être significatives au sens pédagogique et ces observables vont constituer des indicateurs auxquels des moyens de perception doivent être associés afin de les diffuser aux destinataires concernés. Les différents destinataires peuvent être : le concepteur du scénario pédagogique, les tuteurs des sessions d'apprentissage et les apprenants eux mêmes. Les objectifs d'observation de chacun de ces acteurs étant propres à chacun des rôles.

1.1.3 Objectifs de l'observation dans un EIAH

Les objectifs de l'observation des sessions d'apprentissage peuvent être multiples pour un même acteur et varient d'un acteur à un autre. Par exemple, l'un des objectifs pour le concepteur est d'avoir un feedback, une information précise et exploitable pour ce qui est de la convergence entre le scénario pédagogique conçu et le déroulement effectif de la session d'apprentissage. Pour le tuteur, l'un des objectifs serait d'avoir une visibilité sur la prise en compte par les apprenants des ressources mises à leur disposition et sur leurs productions pour les accompagner dans leur processus d'acquisition des connaissances. L'apprenant pourrait avoir aussi besoin de vérifier son état d'avancement et sa situation dans le groupe, comme il peut utiliser sa propre trace a posteriori pour comprendre sa démarche, etc. Ces différents objectifs d'observation nécessitent la mise au point d'une stratégie pour le suivi ainsi que l'analyse du déroulement et des échanges au cours d'une session

d'apprentissage. La diversité des environnements de développement, des plateformes d'apprentissage et des techniques de collecte des traces a fait que la spécification de l'observation et l'interprétation des résultats de l'observation sont difficiles.

1.2 Contexte local de recherche

Nous nous intéressons dans cette section à la présentation du contexte de recherche, interne au LIUM et plus précisément l'équipe IEIAH (Ingénierie des EIAH), autour de l'observation et de l'analyse des traces d'apprentissage. Le but est de montrer les travaux qui sont réalisés dans le laboratoire afin de situer notre travail par rapport aux autres et justifier de son intérêt et des contributions que ça pourrait apporter.

1.2.1 Chaine éditoriale de l'observation

Notre travail s'inscrit dans le cadre de la chaine éditoriale de l'observation dans un Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain (EIAH) proposée par S. Iksal [Iksal, 2011] (Figure 1.2). Dans cette chaine d'observation, l'enseignant-concepteur est considéré comme étant l'acteur d'un EIAH le plus pertinent pour indiquer ce qu'il est nécessaire d'observer lors du déroulement de la situation d'apprentissage. Ceci nous amène donc à la prise en compte de la scénarisation de l'observation dans le processus de scénarisation pédagogique. Pour cela, l'enseignant-concepteur a pour mission d'exprimer ses besoins d'observation. L'analyse des situations d'apprentissage est alors réalisée au travers des besoins d'observation exprimés par l'enseignant-concepteur. L'approche d'observation liée à cette chaine éditoriale est alors dite : « Approche d'observation par prescription ».

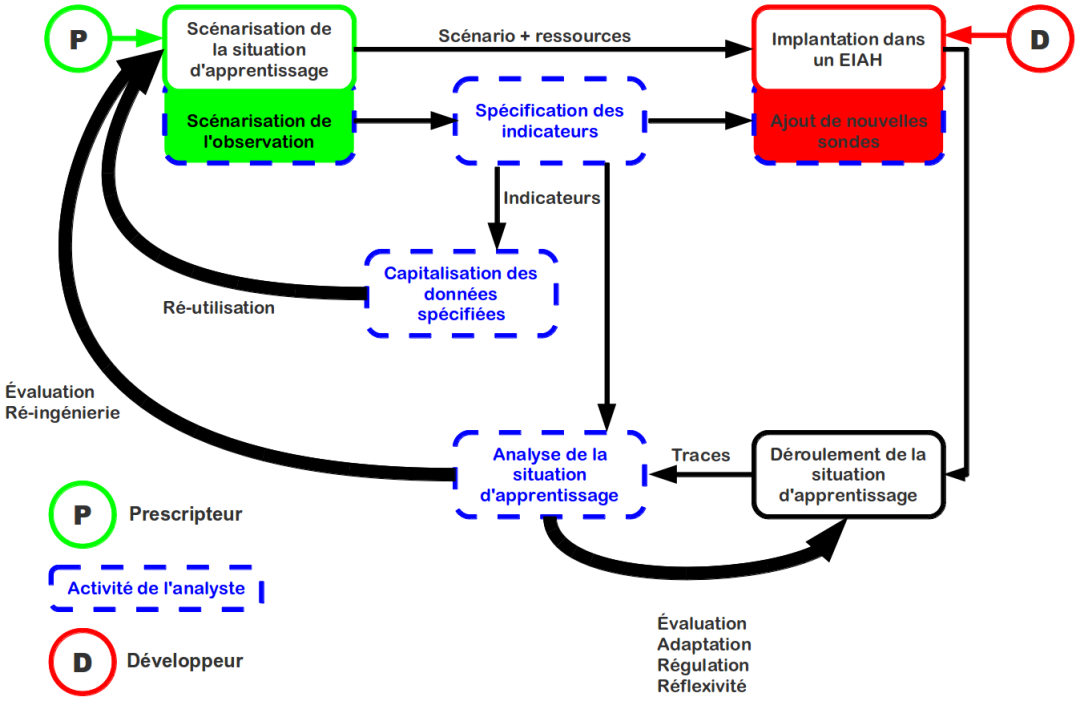


FIGURE 1.2 – Chaine éditoriale de l'observation dans un EIAH (source : [Iksal, 2011])

Les autres rôles que nous pouvons trouver dans cette chaine éditoriale sont l'analyste et le développeur. L'analyste est la personne disposant de suffisamment de connaissances en traitement de l'information pour pouvoir organiser les données et spécifier le moyen d'observation (par exemple la formule de calcul des

indicateurs). Son activité consiste à assister le prescripteur en transformant les besoins d'observation en indicateurs. Le développeur, quant à lui, est nécessaire lorsque la mise en place de l'observation implique d'intervenir sur l'environnement ou de concevoir des outils informatiques supplémentaires.

1.2.2 Aperçu des travaux sur l'observation

1.2.2.1 Décrire les données d'observation : le langage UTL

Dans le cadre des travaux sur la réingénierie des EIAH, Choquet et Iksal [Choquet et Iksal, 2007] ont proposé un langage formel de description des indicateurs pédagogiques. Le langage UTL (*Using Tracking Language*), permet, en partant de l'expression du besoin d'observation, de bâtir un indicateur à partir des données brutes de manière indépendante du langage utilisé pour la définition du scénario pédagogique et du format dans lequel les traces sont représentées. Ce langage permet aussi la capitalisation du savoir-faire d'observation d'une situation pédagogique grâce à une approche par patrons.

UTL est composé de trois parties : UTL/P qui décrit les données sous la forme de patrons réutilisables d'un EIAH à un autre, UTL/S qui prend en charge le lien entre la description des données et le langage de scénarisation pédagogique et UTL/T qui relie la description des données avec le format de stockage des traces. La figure 1.3 représente le modèle conceptuel d'UTL.

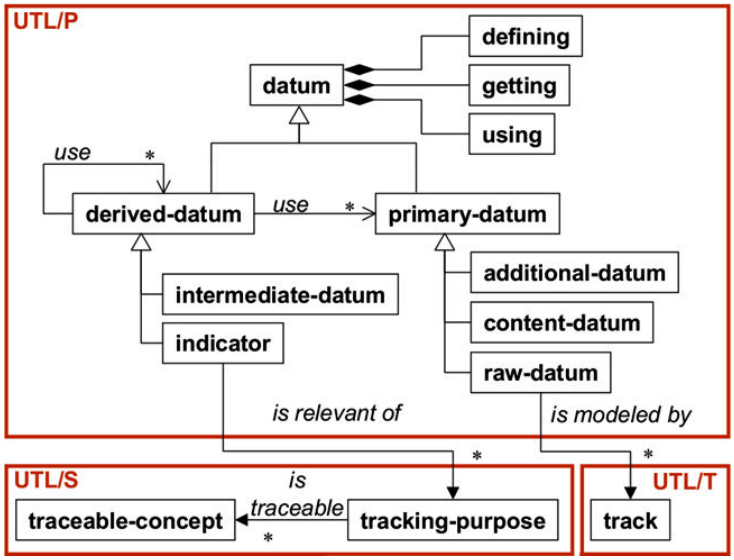


FIGURE 1.3 – Le modèle conceptuel d'UTL (source : [Choquet et Iksal, 2007])

UTL propose deux familles de données [Choquet et Iksal, 2007] [Iksal et al., 2008] : les données primaires (primary-datum) et les données dérivées (derived-datum). Une donnée primaire n'a subi aucun prétraitement pour l'analyse, elle constitue donc la base de calcul des données dérivées. Il existe trois catégories de données primaires : la donnée brute (raw-datum), la donnée additionnelle (additional-datum), et la donnée produite (content-datum). Une donnée brute concerne les données enregistrées ou générées avant, après ou pendant la session d'apprentissage par l'environnement d'apprentissage (fichiers de logs, séquences vidéo, questionnaires, messages de forum ou chat, etc.). Une donnée produite concerne les résultats fournis par les acteurs (apprenant, tuteur, enseignant, etc.) de la session d'apprentissage. Une donnée additionnelle qualifie les informations qui sont liées à la situation d'apprentissage et pourraient être impliquées dans l'analyse d'usage. Une donnée dérivée est calculée ou composée des données primaires ou d'autres données dérivées. Il existe deux catégories : la donnée intermédiaire (intermediate-datum) et l'indicateur (indicator). Un indicateur qualifie une donnée dérivée qui a une signification pédagogique. Il est toujours associé à un contexte pédagogique, et défini pour au moins un objectif d'observation précis (tracking-purpose). Un indicateur est

lié également à au moins un concept du scénario pédagogique. Ce concept est alors qualifié de traçable (traceable-concept) car il est un élément du scénario pédagogique pour lequel il est possible d'obtenir des observés. Une donnée intermédiaire est une donnée calculée mais qui n'a pas une signification pédagogique particulière pour le concepteur pédagogique.

1.2.2.2 Calculer les données d'observation : le langage DCL4UTL

DCL4UTL (*Data Combination Language for UTL*) est une extension du langage UTL pour la description formelle des méthodes de calcul automatisable des indicateurs. Il permet de décrire ces méthodes dans un format indépendant du format de représentation des traces, du langage de scénarisation, mais aussi de l'architecture de la base de données [Ngoc, 2011]. Ce langage permet donc la capitalisation des indicateurs dans un but de partage et de réutilisation. C'est une nouvelle version du langage UTL permettant de spécifier le lien entre l'indicateur, le scénario pédagogique et l'objectif d'observation, ainsi que la méthode de calcul des indicateurs d'une manière compréhensible par l'homme. Les objectifs du langage DCL4UTL sont de combiner les données UTL pour produire des indicateurs (au sens d'UTL) et de capitaliser l'expertise de calcul des indicateurs pour la réutiliser.

1.2.2.3 Exprimer les besoins d'observation : l'éditeur ProtON

Boubekeur Zendagui, dans sa thèse [Zendagui, 2010], s'est interrogé sur la manière d'aider l'enseignant-concepteur à exprimer ses besoins d'observation. Il a proposé un outil graphique (ProtON : *Prototype for the specification of Observation Needs*) permettant de définir ces besoins d'observation en s'appuyant sur les informations spécifiées dans un contexte particulier en lien avec le scénario pédagogique. ProtON offre une interface graphique à travers laquelle les enseignants-concepteurs peuvent définir leurs besoins d'observation avant la mise en place de la situation d'apprentissage.

1.2.2.4 Supporter l'apprentissage médiatisé : l'environnement Hop3x

Hop3x [Lekira, 2010] est un environnement permettant l'enseignement de langages de programmation. C'est un système multiplateformes, il peut être installé sur différents systèmes d'exploitation. Il est composé des applications suivantes :

- Interface-Apprenant : permet aux apprenants d'écrire, éditer, compiler et exécuter le code de leurs programmes. Un outil de communication audio est mis à disposition pour permettre de demander une aide auprès du tuteur (le menu Assistance).

- Interface-Tuteur : permet de gérer un groupe d'apprenants à distance de façon synchrone. Il offre au tuteur des moyens de supervision (monitoring) des apprenants, comme les indicateurs et le code des programmes saisi par chaque apprenant en temps réel. Des outils de communication permettent au tuteur d'envoyer un message à un apprenant, ou lancer une conversation audio, pour lui donner des conseils et des recommandations.

- Serveur : contient un ensemble de fichiers XML qui définissent le contenu des sessions d'apprentissage déployées sur Hop3x. Le serveur gère la connexion et la synchronisation des communications entre les différentes parties du système. Il collecte les traces d'interaction des utilisateurs et les envoie à un module complémentaire pour le calcul des indicateurs en temps réel.

- Module complémentaire de calcul d'indicateurs : convertit les données brutes des traces en format UTL [Choquet et Iksal, 2007] pour calculer les indicateurs grâce à l'outil DCL4UTL [Ngoc, 2010].

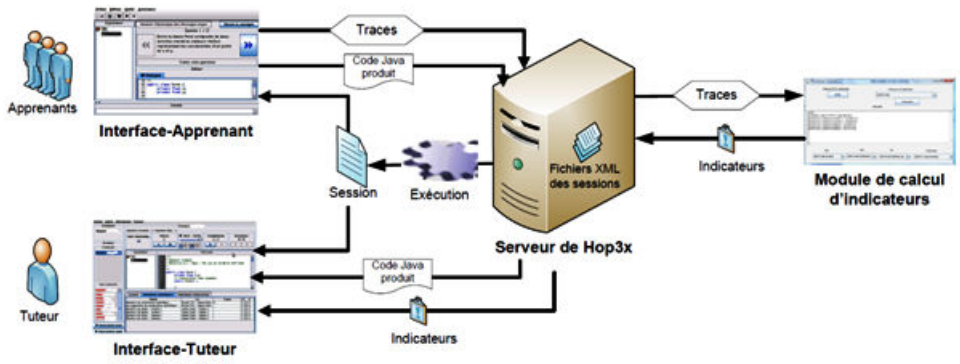
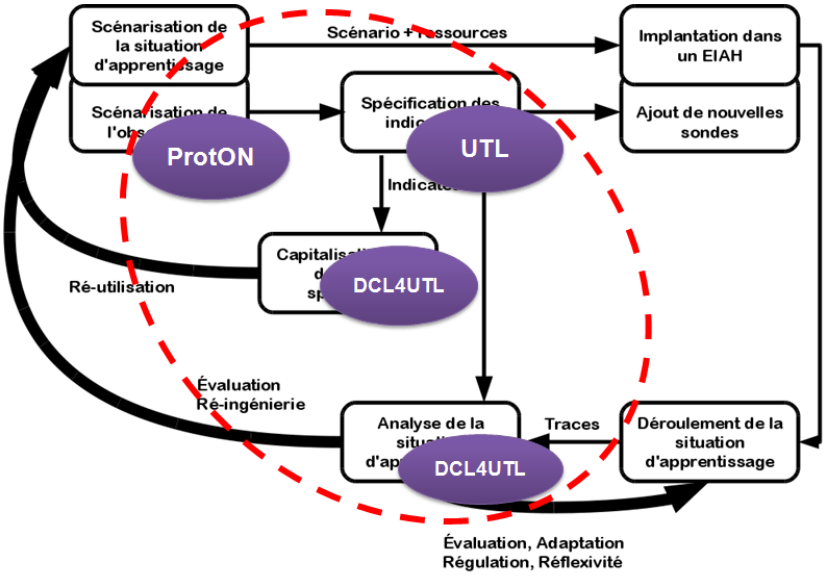


FIGURE 1.4 – Architecture du système Hop3x (source : [Lekira, 2010])

1.2.3 Positionnement des travaux présentés par rapport à la chaine éditoriale

UTL permet de décrire les indicateurs de manière textuelle et déclarative à partir des besoins d'observation exprimés par l'enseignant-concepteur puis un analyste se charge de la définition des données nécessaires au calcul de l'indicateur. Avec DCL4UTL, le calcul des indicateurs est formalisé et automatisable mais les résultats retournés à l'enseignant sont sous une forme textuelle (voire du texte structuré comme XML) réduisant ainsi les possibilités d'exploitation directe de l'information par le concepteur. ProtON, qui se situe en amont de la session d'apprentissage, offre une interface graphique permettant de définir les besoins et les objectifs d'observation mais ne permet pas de spécifier d'autres observables, en cours de session, que ceux prédéfinis. La figure 1.5 permet de mieux situer les travaux réalisés au sein de l'équipe par rapport à la chaine éditoriale.



Source : Iksal S. (2011) Tracks Analysis in Learning Systems : A Prescriptive Approach. (IJeLS)

FIGURE 1.5 – Situation des travaux dans le cadre de la chaine éditoriale

1.2.4 Bilan de l'étude du contexte local de recherche

L'étude du contexte local dans lequel se situe la thèse a permis de mieux comprendre les travaux ayant été conduit au niveau du laboratoire. Ces travaux intervenant à différents niveaux de la chaine éditoriale [Iksal, 2011] permettent d'accompagner l'enseignant-concepteur tout au long de l'activité d'observation.

Notre thèse se positionne dans la continuité de ces travaux et s'inscrit dans la perspective d'apporter aux acteurs du système d'apprentissage, et notamment à l'enseignant-concepteur, une méthode instrumentée permettant de définir des organisations stratégiques de l'observation de manière autonome à partir d'une interface graphique et ce avant, pendant ou après la session d'apprentissage. L'idée est de rendre autonome l'enseignant-concepteur dans son activité d'observation par la manipulation d'un langage proche de son langage métier habituel de manière à ce qu'il manipule des indicateurs, des outils de visualisation, des groupes d'apprenants, etc., loin de tout langage propre au dispositif d'observation (comme la trace, l'observé, le moyen d'observation, etc.) qui lui est étranger. La récupération des résultats du calcul des indicateurs se fera à partir d'une interface de visualisation matérialisée sous la forme d'un tableau de bord offrant la possibilité de visualiser différents indicateurs à l'aide de différents moyens de perception et à des moments différents.

Le travail réalisé dans cette thèse est couplé à UTL. Le couplage à UTL se fait dans le sens où les indicateurs à considérer sont des indicateurs construits et calculés à l'aide d'UTL. Nous n'écartons pas dans un futur proche, d'ouvrir nos travaux à d'autres plateformes de production d'indicateurs comme par exemple UnderTracks [Bouhineau et al., 2013] et Ktbs [Besnaci et al., 2015].

1.3 Aperçu de la problématique

Nous présentons dans cette section, une première formulation générale de notre problématique de recherche et nous donnons un aperçu de nos champs d'intervention au niveau de la chaine éditoriale de l'observation.

1.3.1 Problématique générale

La question générale à laquelle nous nous sommes intéressés dans cette thèse est la suivante :

Comment spécifier l'organisation de l'observation du déroulement d'une situation d'apprentissage en tenant compte du scénario pédagogique, afin que les indicateurs calculés et diffusés aux destinataires répondent à des objectifs spécifiques ciblés par les enseignants-concepteurs ? Comment assurer le respect de cette spécification lors de l'observation ?

1.3.2 Positionnement des travaux de la thèse par rapport à la chaine éditoriale

Notre objectif dans le cadre de cette thèse consiste à proposer un langage (ensemble de modèles conceptuels) permettant de spécifier des stratégies d'observation. Pour des raisons de complexité de manipulation de ce langage, notamment par des non informaticiens, il sera également nécessaire d'instrumenter l'enseignant-concepteur avec un éditeur graphique pour la définition des stratégies d'observation et de proposer un tableau de bord de l'observation mettant à disposition de l'enseignant-concepteur un ensemble de mécanismes de perception associés aux indicateurs afin de faciliter l'interprétation des résultats de l'observation. La figure 1.6 permet de situer les travaux à réaliser dans le cadre de la thèse par la rapport à la chaine éditoriale de l'observation proposée dans [Iksal, 2011].

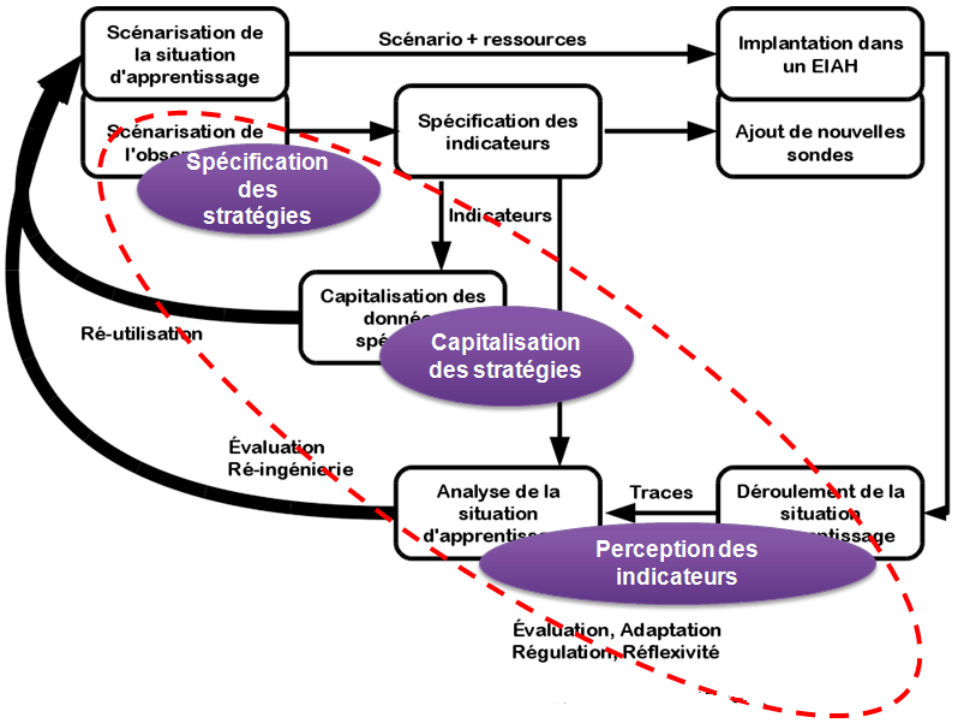


FIGURE 1.6 – Position des travaux à réaliser dans le cadre de la chaine éditoriale

1.4 Aperçu de nos contributions

Cette section résume de manière brève les différentes contributions apportées par les travaux réalisés dans cette thèse. Nous introduisons premièrement le concept de stratégie d'observation apporté en réponse à la problématique d'organisation de l'observation de manière stratégique. Afin de justifier la proposition de ce concept, nous donnons un aperçu de l'étude des besoins et des pratiques réalisée auprès d'enseignants-concepteurs. Nous terminons cette section par l'évocation des outils développés afin de supporter le concept de stratégie d'observation.

1.4.1 La stratégie d'observation

Dans notre travail de thèse, nous nous intéressons à l'observation des situations d'apprentissage et à la perception des indicateurs. L'objectif principal de cette thèse est d'apporter une contribution scientifique à ce champ de l'observation en considérant cette activité en termes de scénario et de stratégie conduisant à son efficacité. Une efficacité qui s'appuie sur la pertinence des moyens d'observation mis en place et sur les moyens de diffusion des résultats dans une forme compréhensible par les destinataires.

L'idée d'une stratégie de l'observation (figure 1.7) est liée à l'organisation de l'observation de manière à ce que les objectifs ayants amené l'enseignant-concepteur à spécifier ses besoins d'observation soient atteints. Il est important de se demander comment organiser l'observation d'une situation d'apprentissage afin que les indicateurs calculés et diffusés aux destinataires puissent être compréhensifs. Il est également important de répondre aux interrogations : est ce que le bon destinataire a pu observer la bonne information ? au bon moment ? sous quelle forme ? Cela répond-t-il à ses attentes en termes d'objectifs ? de facilité de manipulation ? A-t-on éloigné l'enseignant-concepteur des difficultés techniques du dispositif ?

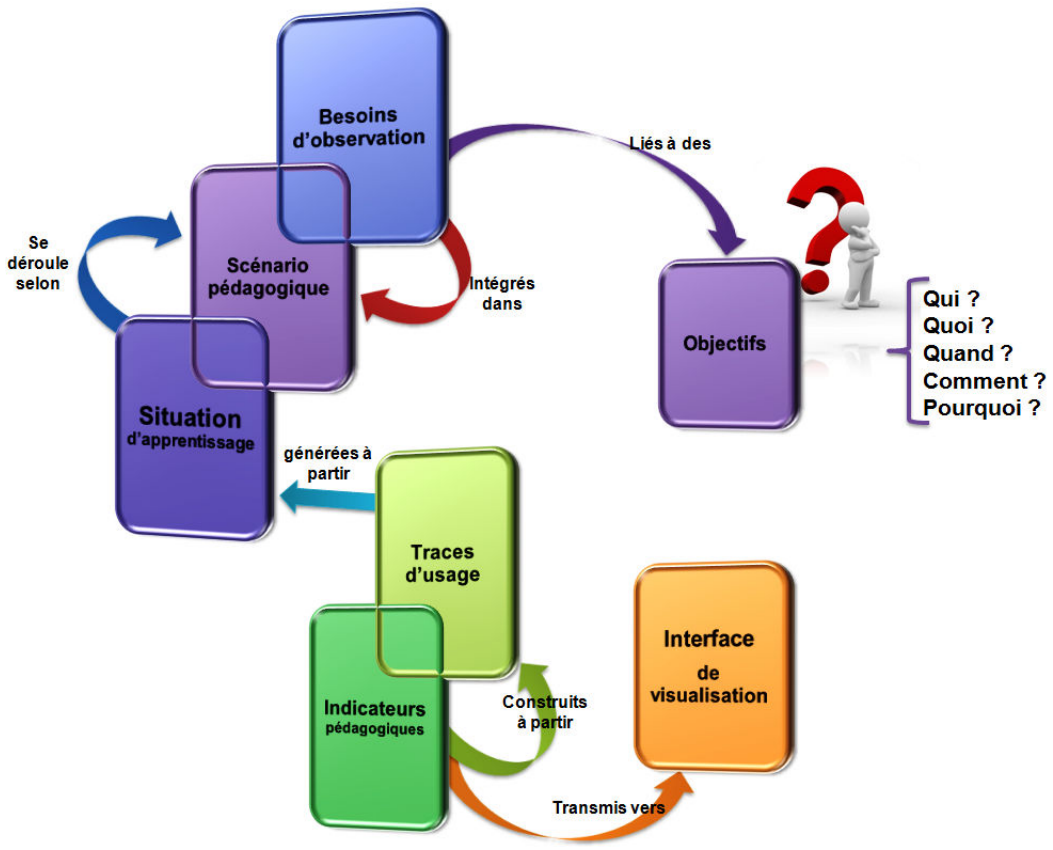


FIGURE 1.7 – Concept général de la stratégie d'observation

Dans le cadre de ce travail, un environnement de modélisation des stratégies d'observation sera proposé, et pour permettre son accessibilité et sa manipulabilité par des enseignants-concepteurs dont le niveau de connaissances en informatique peut être très variable, un éditeur graphique sera proposé. Afin d'améliorer la compréhension des indicateurs, un ensemble de mécanismes de perception sera mis en place.

1.4.2 Analyse des besoins et pratiques d'observation de situations d'apprentissage

Afin de comprendre les besoins des enseignants-concepteurs en termes de pratique et d'organisation de l'observation des situations d'apprentissage, nous nous sommes rapprochés d'eux à travers une étude combinant des entretiens et un questionnaire. Même si nous avions émis quelques hypothèses concernant les pratiques des enseignants-concepteurs, il était nécessaire de les confirmer auprès des acteurs dont c'est le métier. Cette analyse avait aussi pour objectif de faire émerger d'autres aspects de l'organisation de l'observation auxquels nous n'avons pas forcément pensés.

1.4.3 Conception et développement d'un environnement de modélisation de stratégies d'observation et de perception des indicateurs

Le concept de stratégie d'observation étant proposé, il était nécessaire de chercher à l'exploiter de manière informatique. Ce qui nous a conduits à la construction d'un méta-modèle pour ce concept. Le méta-modèle défini, reprend tous les éléments présents dans la définition de la stratégie et la manière de les associer afin de construire une stratégie d'observation. La vérification du méta-modèle nous a conduits au développement d'un premier prototype de travail. Il s'agit d'un éditeur expérimental dont l'exploitation par

des utilisateurs n'était pas envisageable. Par la suite, et afin de donner aux enseignants-concepteurs un outil qu'ils peuvent prendre en main, nous proposons un prototype combinant deux outils permettant la spécification des stratégies, pour le premier, et la perception des indicateurs calculés, pour le second.

1.5 Organisation du document

Nous avons présenté dans ce chapitre les principaux éléments nécessaires à la compréhension de cette thèse. Nous avons présenté le contexte de recherche : l'observation des situations d'apprentissage et la perception des indicateurs dans le cadre d'un environnement d'apprentissage. Ensuite, nous avons positionné nos travaux par rapport aux travaux menés dans l'équipe Ingénierie des EIAH du LIUM. Toujours dans ce chapitre introductif, une première problématisation a été présentée ainsi qu'une vue synthétique des contributions.

La suite de ce mémoire est structurée en 3 parties. La première partie est consacrée à la présentation du cadre scientifique de notre travail. Elle est composée de deux chapitres :

– Le chapitre 2 présente notre positionnement scientifique. Dans ce chapitre, nous situons notre approche dans le cadre général des travaux menés sur l'observation des situations d'apprentissage et la perception des indicateurs. Nous nous intéressons à l'étude de travaux de recherche sur l'observation.

– Le chapitre 3 détaille notre problématique scientifique, l'argumente et présente nos objectifs de recherche en s'appuyant sur le positionnement scientifique. Nous détaillons dans ce chapitre nos questions de recherche et la méthodologie de recherche adoptée.

La seconde partie de ce document présente un travail exploratoire que nous avons effectué, puis détaille nos propositions et finalement donne un exemple de mise en pratique de nos propositions. Elle est composée de cinq chapitres :

– Chapitre 4 : une étude sur les besoins et les pratiques des enseignants-concepteurs en termes d'observation de situations d'apprentissage et de visualisation d'indicateurs pédagogiques. L'étude est réalisée auprès d'enseignants-concepteurs de l'IUT de Laval utilisant la plateforme UMTICE (basée sur Moodle) de l'Université du Maine. L'étude réalisée avait pour objectif de vérifier les hypothèses que nous avons émises à propos de la manière dont les enseignants-concepteurs organisent leur activité d'observation.

– Chapitre 5 : dans cette section, nous présentons le concept de stratégie d'observation que nous proposons. Nous détaillerons ses composants et ses caractéristiques. Dans ce chapitre, nous allons présenter notre méta-modèle de stratégie d'observation. Ce méta-modèle est conçu dans l'optique d'exploiter informatiquement le concept de stratégie d'observation. Nous présentons aussi le processus de spécification des stratégies d'observation que nous proposons. Celui-ci consiste en un ensemble d'étapes destinées à aider l'enseignant-concepteur lors de la définition des éléments du contexte et des composants de stratégie. Nous présentons également dans ce chapitre, les spécifications et fonctionnalités des outils (éditeur graphique et tableau de bord) mis à disposition de l'enseignant-concepteur lors de la spécification de ses stratégies d'observation.

– Chapitre 6 : nous présentons dans ce chapitre les fonctionnalités et le processus de développement d'applications dans Flach Builder, qui est l'environnement logiciel utilisé pour l'instrumentation du processus de spécification des stratégies d'observation et de perception des indicateurs. Nous présentons également les interfaces et les fonctionnalités des outils développés dans le but de supporter l'édition de stratégies d'observation et la perception des indicateurs calculés.

– Chapitre 7 : Nous présentons, dans ce chapitre, une mise à l'essai des prototypes de l'éditeur graphique des stratégies d'observation (STRATEGY EDITOR) et du tableau de bord de l'observation (DASHBOARD). Nous nous intéressons à la présentation de ces deux outils et nous déroulerons des exemples de spécification d'une stratégie d'observation et de tableaux de bord permettant la perception des indicateurs pédagogiques.

Nous terminons ce document, avec le Chapitre 8, qui présente un bilan de notre travail, une analyse critique et les limites de nos propositions. Elle ouvre ainsi des voies de poursuite de nos travaux que nous présentons en perspectives.