



**HAL**  
open science

## Utilisation des traces d'interaction comme outils d'aide à l'observation sur simulateur

Olivier Champalle

► **To cite this version:**

Olivier Champalle. Utilisation des traces d'interaction comme outils d'aide à l'observation sur simulateur. troisièmes Rencontres Jeunes Chercheurs en EIAH, May 2010, Lyon, France. pp.101-106. hal-00482181

**HAL Id: hal-00482181**

**<https://hal.science/hal-00482181>**

Submitted on 9 May 2010

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Utilisation des traces d'interaction comme outils d'aide à l'observation sur simulateur

Olivier Champalle

Université de Lyon, CNRS Université Lyon 1, LIRIS, UMR5205 F-69622, France, Olivier.Champalle@liris.cnrs.fr

## Résumé

Le travail présenté porte sur la représentation et l'exploitation des traces dans le contexte des EIAH de type simulateur pleine échelle, dédiés à la formation et au perfectionnement des agents de conduite de systèmes industriels complexes. Dans cet article nous proposons une première réflexion sur des outils et des modèles permettant d'apporter aux formateurs une aide à l'observation des stagiaires lors des séances de simulation, d'optimiser la capitalisation pour bâtir les futurs stages et de tendre vers des possibilités d'auto-formation. Nos premiers résultats sont orientés sur la conception des modèles de trace du déroulement des simulations conçus sur la base de plusieurs de nos propositions telle la possibilité de « Rejouer » ou de « Plonger » dans les traces d'interactions. Nos perspectives de recherche sont axées sur la poursuite du développement des modèles de traces et leur intégration à un Système à Base de Trace dans le cadre du développement d'une application démontrant l'intérêt de nos propositions dans l'aide à l'observation à base de trace.

## 1 Introduction

Le travail que nous présentons porte sur la représentation et l'exploitation des traces d'utilisation dans le contexte des EIAH et en particulier sur les simulateurs pleine échelle d'EDF utilisés pour la formation et le perfectionnement des agents de conduite (Pastré 2005). Dans le cadre de ce projet de recherche mené en partenariat, il s'agit de proposer des outils et des modèles permettant d'apporter aux formateurs une aide à l'observation et à l'analyse des actions et écarts des stagiaires lors des séances de simulation. Dans la continuité, de tels outils seraient exploités dans un but de capitalisation afin d'optimiser la conception de futurs cursus de formation et de tendre vers des possibilités d'auto-formation par un accompagnement au plus près de la progression des stagiaires.

Dans la suite de cet article nous décrivons tout d'abord le cadre et l'organisation des formations sur les simulateurs, puis dans une seconde partie nous définissons les contraintes de l'application ainsi que nos propositions associées. Dans la dernière partie de l'article, nous présentons notre démarche de recherche avant de faire le point sur nos premiers résultats puis de conclure par nos futures perspectives de recherche.

## 2 Description du contexte des simulations

Aspect essentiel de nos travaux, nous décrivons dans cette section le cadre et l'organisation globale des séances de formation et de perfectionnement sur les simulateurs pleine échelle.

### 2.1 Cadre global

Les sessions de formation et de perfectionnement des stagiaires prennent forme systématiquement sur un seul transitoire (action de faire passer le simulateur d'un état physique  $E(0)$  à un instant  $T_0$  à un état attendu et connu  $E(n)$  à  $T_n$ ). Un transitoire étant propre à un simulateur en particulier. Les stagiaires ne tiennent qu'un seul rôle pendant toute la durée de la simulation. Le nombre de stagiaires présents en même temps peut varier de 1 à 4 et le nombre de formateurs de 1 à 2.

Une session de formation et/ou de perfectionnement comporte en règle générale plusieurs phases (pouvant varier en fonction des types et des niveaux des stages).

**Phase 1 Accueil, briefing des stagiaires, présentation de la simulation, choix au hasard d'un sujet et d'un rôle (30 mn)**

**Phase 2 Préparation d'un transitoire (1 heure)**

Les stagiaires préparent leurs interventions sur le simulateur en fonction des consignes des formateurs.

**Phase 3 Réalisation du transitoire (2 heures)**

Réalisation de la conduite du transitoire sur le simulateur d'ensemble. Les stagiaires conduisent l'installation selon les objectifs pédagogiques généraux suivants : « Connaître et surveiller l'installation », « Conduire l'installation », « Assurer la continuité de service », « Travailler en équipe ».

**Phase 4 Analyse du transitoire (45 mn)**

Les stagiaires présentent l'historique du transitoire, les écarts par rapport à l'attendu et l'état final de l'installation. Les formateurs vérifient que les stagiaires ont "compris" les actions qu'ils ont réalisées.

**Phase 5 Dépouillement, calcul des résultats (30 mn)**

Les formateurs mettent en commun leurs observations pour préparer la phase de débriefing.

**Phase 6 Débriefing de la séance de simulation, restitution des résultats (30 mn)**

Les formateurs rendent compte de leurs observations aux stagiaires.

### 2.2 Principes d'observation

Introduit précédemment, l'observation de l'activité des stagiaires est le point central de toute séance de

formation et/ou de perfectionnement sur simulateur. Il s'agit pour les formateurs de recueillir le plus d'informations au travers de différents modes et sources d'observations spécifiques (Figure 1).

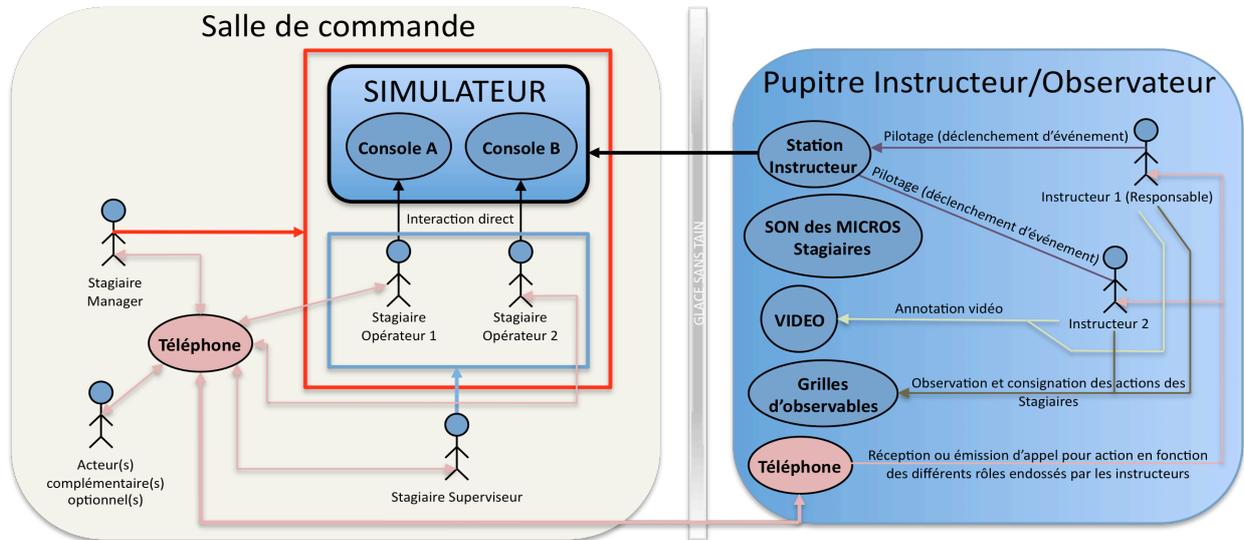


Figure 1 : Description d'un simulateur pleine échelle de conduite de systèmes industriels complexes

### 2.2.1 Les grilles d'observables

Véritable fil conducteur des simulations, **les grilles d'observables** sont remplies par les formateurs au « Pupitre Instructeur » et contiennent un ensemble d'observables auxquels les actions des stagiaires doivent pouvoir satisfaire. Les grilles d'observables sont des listes d'observables attendus et classés suivant des familles d'objectifs pédagogiques fixées intervenant dans un ordre précis et sont spécifiques à la formation ainsi qu'au rôle du stagiaire. A titre d'exemple, un opérateur n'aura pas les mêmes observables attendus qu'un chef d'exploitation, les familles pédagogiques restant les mêmes dans les deux cas.

Durant la simulation, les formateurs renseignent les grilles d'observables en utilisant 3 types d'annotations possibles :

- R : Réalisé => l'observable a été réalisé par le stagiaire.
- NR : Non réalisé => l'observable n'a pas été réalisé par le stagiaire.
- NO : Non Observé => le formateur n'a pu constater la réalisation de l'observable par le stagiaire pour des raisons liées soit à la qualité et la faisabilité de l'observation, soit d'une perturbation générée par un autre stagiaire ou intervenant.

Certains observables, basés plus sur le comportemental que sur des faits ou des points opératoires (par exemple : prise en compte visuelle d'une alarme...), peuvent être plus difficiles que d'autres à détecter et risquent d'engendrer un nombre de NO importants.

### 2.2.2 Les sources d'observation

Le simulateur étant piloté en temps réel par les formateurs, une première source d'observations réside

dans **le journal de bord** de la Station Instructeur. L'ensemble de ces informations permet de suivre les changements d'état du simulateur ainsi que les interactions des stagiaires sur ce dernier afin

d'intervenir le cas échéant pour geler l'état du système, déclencher des pannes, ou toute autres actions adaptées au scénario de formation du moment.

Au terme de la simulation, le journal de bord peut être conservé sous forme de log permettant de retracer l'ensemble de l'activité de la session à posteriori.

Les logs sont cependant difficilement exploitables pour des non experts et, dans le cadre d'une action collective, ne permettent pas de retracer l'action de chaque stagiaire nominativement.

Autre source d'observations parmi les plus importantes, il s'agit de **la vidéo**. Le « Pupitre Instructeur » est en effet dotée d'un matériel d'accès à des caméras orientables permettant de zoomer sur un stagiaire en particulier et/ou une partie de la « Salle de commande ». Les formateurs bénéficient aussi de la possibilité **d'annoter** les vidéos par du texte saisi au clavier afin de repérer des points importants pour la phase de débriefing, de dépouillement des résultats entre formateurs et / ou pour enrichir le REX (Retour d'Expérience).

Durant la simulation, **les stagiaires portent des micros individuels** autorisant les formateurs à entendre et suivre les différents points de communication entre les stagiaires présents dans la « Salle de commande ».

Source d'observation potentielle régulièrement utilisée durant les simulations, il s'agit de **la téléphonie**. Au cours d'une session de formation, les stagiaires peuvent en effet être amenés à répondre ou à directement solliciter certains types de personnels (Agents de terrain, Chef d'Exploitation, Ingénieur Sureté, etc.) dont les rôles sont endossés par les formateurs au travers de la téléphonie.

Les stagiaires peuvent être amenés à utiliser, compléter et saisir un panel très varié de **documentation papier**

prenant une place prépondérante dans l'observation de leur activité : procédures, QCM, fiches d'analyse,...

### 3 L'aide à l'observation du comportement des stagiaires sur simulateur

Dans cette section, nous dressons en premier lieu un récapitulatif des besoins de notre partenaire industriel avant de mettre en avant nos propositions et concepts de recherche.

#### 3.1 Définition des besoins

Dans les années à venir, EDF doit répondre à des nouveaux enjeux d'adaptation et de renouvellement de ses compétences du fait de l'accroissement du nombre de départs en inactivité dans la plupart des ses métiers et des futurs défis de l'entreprise. Dans ce cadre, plusieurs besoins ont été définis :

- Améliorer les moyens des formateurs pour l'observation de l'activité des stagiaires sur simulateur par la mise à disposition d'outils novateurs notamment pour aider aux débriefing (section 2.1 - Phase 5)
- Instrumenter et optimiser la boucle du retour d'expérience (REX) afin d'en tirer des enseignements pour bâtir les programmes de formations des années à venir.
- Etendre les outils d'aide à l'observation vers des outils d'auto-diagnostic sur des simulateurs en libre service afin de permettre aux stagiaires de « s'auto-former », « s'auto-diagnostiquer », de repérer leurs axes de progrès et d'organiser leur montée en puissance.

Afin de répondre à ces problématiques nous discutons dans la partie suivante de quelques unes de nos propositions validées par plusieurs formateurs et reposant sur la théorie des traces modélisées (Laflaquière 2009), (Settouti 2006).

#### 3.2 Propositions et concepts à base de trace

Dans un but d'amélioration des moyens des formateurs dans le cadre des formations, nous pensons intéressant d'ajouter des systèmes de trace aux simulateurs de formation des agents de conduite.

L'exploitation des traces, ainsi instrumentée, offrirait aux formateurs une aide à l'observation afin de leur permettre de limiter le nombre des Non Observés au cours des simulations (section 2.2.1).

Pour ce faire, nous proposons le concept de **« Trace parfaite »**, sorte de processus complet dit de référence comportant l'ensemble des actions et observables attendus devant être accomplies par les stagiaires. Ainsi, les traces des actions des stagiaires pourraient être affichées et comparées en temps réel au déroulement de la « trace parfaite » mettant automatiquement en évidence leurs bonnes ou mauvaises actions et permettant aux formateurs d'intervenir directement en déviant un paramètre pour confirmer les observations ou en gelant le simulateur pour faire le point avec les stagiaires.

Afin de faciliter la phase débriefing et analyse des séances de formations, les traces des stagiaires pourraient être stockées et **« Rejouées »** à posteriori par les formateurs. Il pourrait aussi être envisageable de **« Plonger »** en temps réel dans la trace dynamique d'un stagiaire ou d'un groupe dans un but d'enquête et/ou de pédagogie afin de cibler les manques et difficultés de chacun.

Ce même procédé de « Plonger » prendrait aussi une place importante dans la capitalisation et l'alimentation du REX pour bâtir les programmes des futures formations. Dans ce même but, il deviendrait ainsi possible de compléter/modifier/enrichir les traces de référence des formations à partir de traces précédentes jugées pertinentes par les formateurs. Une exploitation de type reporting à l'échelle nationale de toutes les traces des stagiaires pourrait être envisagée permettant d'identifier des parties de trace « comme bonne pratique » ou « mauvaise pratique », d'enquêter et de dégager des indicateurs d'évolutions sur plusieurs années enrichissant et facilitant par la même le REX.

Le potentiel des traces ainsi exploité pourrait être étendu à la conception de **« Profils d'apprenants à base de trace »**, d'**« Extraction de connaissances à partir des traces »** (Sehaba *et al.* 2008) et de **« réflexivité »** (Cram *et al.* 2007) afin d'aider ces derniers à situer leur niveau de connaissance et monter en compétences au travers de scénarii de formation ou de perfectionnement ajustés à leurs profils respectifs. Dans la continuité et sur la base du concept de « trace parfaite », nous pourrions imaginer des scénarii s'adaptant automatiquement en temps réel au niveau et au profil des stagiaires dans un cadre d'auto-formation.

### 4 Conception du modèle de trace

Point central de nos recherches actuelles, nous commentons dans cette partie la méthodologie adoptée pour bâtir les modèles de trace du déroulement des simulations.

#### 4.1 Résumé de la démarche de recherche

Dans un premier temps, il est avant tout nécessaire de définir le vocabulaire de l'activité sur simulateur pleine échelle. Il s'agit de pouvoir formaliser les actions de haut et bas niveau des stagiaires sur la base d'un vocabulaire exploitable et compréhensible par les formateurs.

Dans un second temps, nous posons les définitions sur lesquelles nous nous basons pour définir les concepts de ce qu'est une trace, son modèle ainsi que les observés associés.

Par la suite, fort de ces hypothèses de départ, notre stratégie est de constituer le modèle de la trace de simulation en partant des familles d'objectifs pédagogiques pour redescendre jusqu'aux sources de collecte. Cette méthode nous permet de déterminer les observés intermédiaires, leurs relations, les modèles de trace ainsi que les transformations entre traces et nous permet de nous interroger sur les informations manquantes et les points bloquants (Figure 2). Notre

démarche se verra pilotée de manière égale par l'ensemble des contraintes de l'application définies en section 3.1. A savoir : l'aide à l'observation de l'activité des stagiaires, les besoins du REX et d'enquêtes sur les actions des utilisateurs en plongeant dans leurs traces et/ou exploitant des indicateurs. Le schéma de la Figure 2 présente globalement notre démarche en faisant apparaître les différents observés structurés suivant l'organisation des sessions de formations présentées en section 2.1. Nous en faisons une brève description :

1 Trace « Familles pédagogiques » composée d'observés de hauts niveaux validés si les

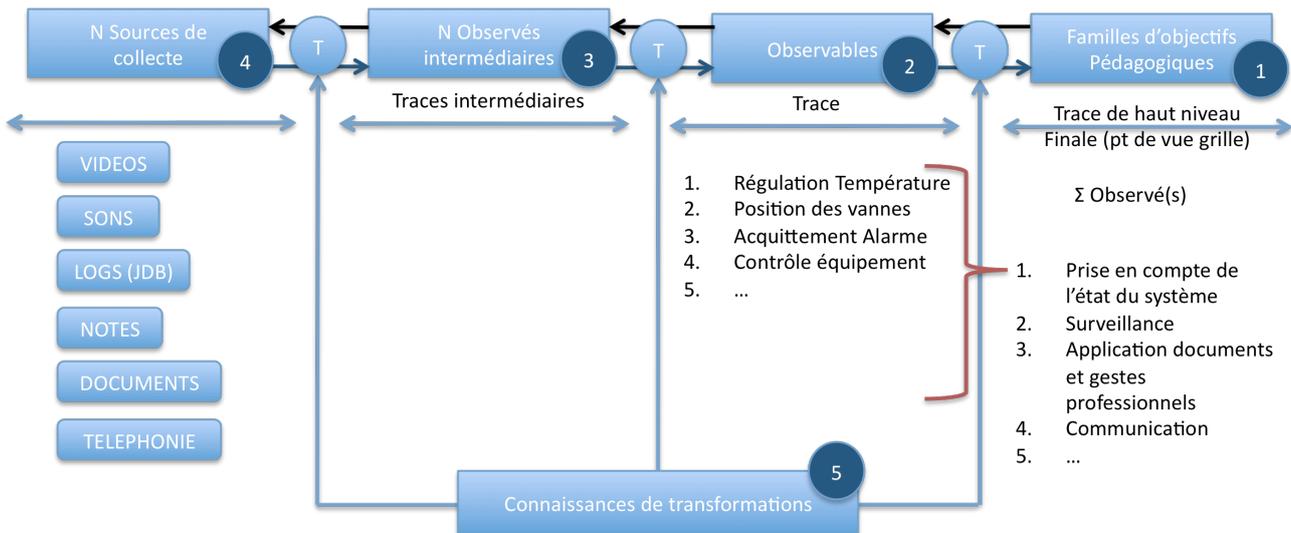


Figure 2 : Schéma récapitulatif de la démarche de recherche

« Observables » correspondant ont été exécutés convenablement par les stagiaires. Dans la Figure 2 nous faisons apparaître l'exemple « Prise en compte de l'état du système ».

2 Les « Observables » sont des observés de plus bas niveau entrant dans la validation des familles d'objectifs pédagogiques. La figure 2 fait apparaître une partie des « Observables » composant la famille pédagogique « Prise en compte de l'état du système ».

3 Les traces intermédiaires et leurs observés potentiels que nous ne connaissons pas encore et que notre démarche nous permet d'atteindre.

4 Les sources de collecte connues, extension des sources d'observation des formateurs (section 2.2.2), et prises en compte dans notre démarche de conception du modèle de trace.

5 Les connaissances de transformations, extérieures aux traces, forment les liens essentiels entre ces dernières. Les transformations successives sont gardées en mémoire pour « Plonger » dans les traces. Les flèches encadrant les transformations marquées « T » symbolisent les sens de plongée autorisés.

## 4.2 Déroulement de la démarche

Dans cette section nous mettons en pratique notre démarche de recherche présentée en section 4.1.

### 4.2.1 Trace modélisée et observé

Afin de décrire le concept de « Trace Modélisée » ou « M-Trace », nous retenons principalement la définition de (Laflaquière 2009) :

Une M-Trace est l'association d'une collection d'observés temporellement situés, structurée par leurs relations, et d'un modèle explicite de cette collection d'observés. Le modèle de trace définit les observés, leurs attributs, ainsi que les relations qu'ils peuvent entretenir entre eux.

Pour compléter notre hypothèse de départ, nous en

appelons aussi à la définition de (Settoui 2006) :

Formellement, un modèle de Trace est une structure  $\Theta = (\Theta_c, \Theta_r)$  où :

- $\Theta_c$  est un ensemble fini de classes d'objets ou types d'objets  $\theta_{ci}$  (classe au sens du paradigme orienté objet), décrivant les objets observés de la trace.

- $\Theta_r$  est un ensemble fini de types de relations entre classes  $\Theta_c$ .  $\Theta_r \subseteq \Theta_c \times \Theta_c$ .

Formellement, une Trace est un 4-uplet  $T_{race} = (D_p, O_{tr}, R_t, R_s)$  où :

- $D_p$  est un domaine temporel.  $D_p = (T, \leq)$  où  $T$  est l'ensemble fini d'intervalles et  $\leq$  est une relation d'ordre dans  $T$ . Les intervalles de temps sont décrits par  $T_d$  et  $T_f$  représentant l'instant de début et de fin de l'intervalles et sont notés  $[T_d, T_f]$ .

- $O_{tr}$  est un ensemble fini des éléments  $O$  de la Trace,  $O_{tr} = \{o_0, o_1, \dots, o_n\}$ .  $O_{tr}$  est l'ensemble des instances des  $\theta_{ci}$ .  $O_{tr}$  est l'ensemble des observés de la trace.

Dans le but d'enrichir nos connaissances sur les observés, nous retenons la définition suivante empruntée à (Clauzel *et al.* 2009) :

A trace is composed of observed elements (or

obsels) representing the interaction between the user and the system. Each obsel has a set of attributes / values that is related to the temporal extension of the trace (e.g. it can be related to an instant or a temporal interval).

A trace model is then a set of observed element types and relations types.

Les bases scientifiques de notre approche étant posées, nous nous concentrons sur le vocabulaire de la trace.

### 4.2.2 Vocabulaire de la trace sur simulateur

Notre domaine d'application étant l'aide à l'observation du comportement des stagiaires dans le cadre des formations sur simulateur pleine échelle, notre approche s'appuie sur l'exemple des grilles d'observables utilisées par les formateurs pour suivre les actions des stagiaires. Ainsi nous retenons comme vocabulaire de description de l'activité sur simulateur la structure « Famille d'objectif Pédagogique » et « Attendus EDF » empruntée aux principes des grilles d'observation (section 2.2.1). Nous considérons aussi cette hypothèse comme valable pour le REX.

### 4.3 Premiers résultats

Sur la base de notre démarche, nous sommes en mesure de proposer 4 proto M-Traces, leurs observés ainsi que les transformations envisagées. La

protos M-Traces « Familles pédagogiques », « Enrichie », « Observable » et « Première ». Dans la suite de nos développements nous détaillons l'ensemble des modèles de trace, leurs observés ainsi que les transformations associées.

#### 4.3.1 Propriétés génériques des Modèles de trace

Les M-Traces proposées possèdent toutes leurs propres particularités mais dans le cadre de nos recherches et sur la base des contraintes définies en section 3.2, il existe des propriétés communes :

- Durée : Date début – Date fin
- Catégorie de formation : Formation Individuelle ou collective, Travaux pratiques, Perfectionnement
- Nom de la simulation : « Phase de perfectionnement collectif sur un simulateur de conduite d'un système industriel complexe »
- Phase : Réalisation, Préparation, Analyse
- Type de Sujet (générateur de l'observé) : « Individu » ou « Groupe »
- Sujet (générateur de l'observé) : identifiant de la personne ou du groupe (nominatif) concerné
- Rôle du sujet (si individu) : OP (Opérateur), CE (Chef d'Exploitation), IS (Ingénieur Sureté), ...
- Identifiant simulateur : Simulateur 1, Simulateur 2, ...
- Origine : la ou les transformations à l'origine de l'observé.

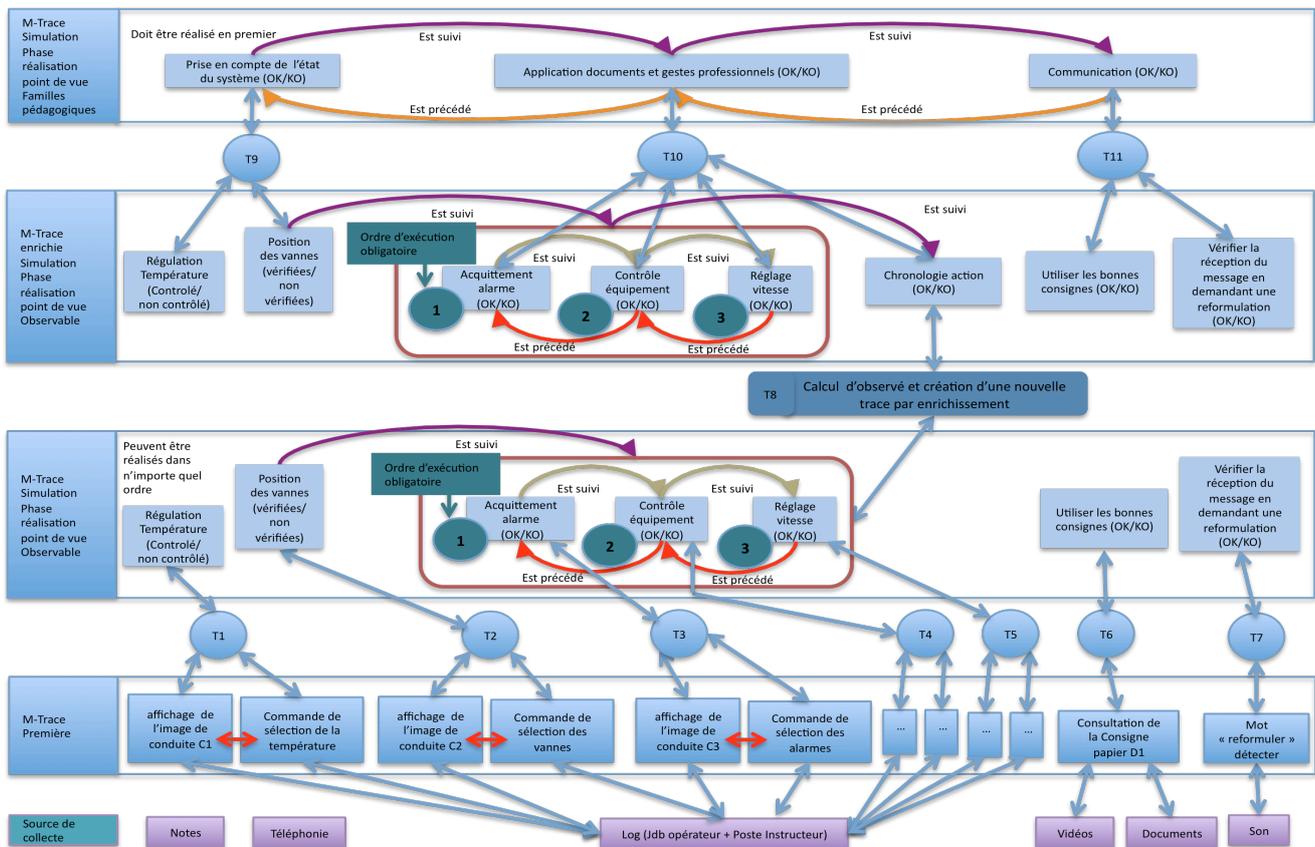


Figure 3 : Proposition de modèle de trace des simulations

Figure 3 suivante présente succinctement la structure du modèle de trace des formations et met en valeur les

#### 4.3.1 M-Trace première

La M-Trace première est construite directement à partir

des sources de collecte détaillées dans la section 4.1. A ce stade de nos travaux, les types et les observés de la M-Trace Première n'ont pas tous été détectés et leur modèle respectif reste encore à définir. La Figure 3 en propose donc une représentation non figée qui sera amenée à changer en fonction de l'avancée de nos recherches.

#### 4.3.2 M-Trace Point de vue observable

- Types d'observés : « Régulation Température » ; « Position des vannes », « Acquiescement alarme », « Contrôle équipement », « Réglage vitesse », « Utiliser les bonnes consignes », « Vérifier la réception du message en demandant une reformulation »
- Attributs des observés : OK ou KO
- Relations entre observés : chronologique

#### 4.3.3 M-Trace Enrichie

Il s'agit ici d'une M-Trace obtenue par transformation (détaillée en section 4.3.5).

- Types d'observés : Les types d'observés sont les mêmes que ceux de la M-Trace Point de vue observable enrichis du nouvel observé « Chronologie action » obtenu par transformation
- Attributs des observés : OK ou KO
- Relations entre observés : chronologique

#### 4.3.4 M-Trace Famille pédagogique

- Types d'observés : « Prise en compte de l'état du système » ; « Application documents et gestes professionnels » ; « Communication »
- Attributs des observés : OK ou KO
- Relations entre observés : chronologique

#### 4.3.5 Transformations

Lien direct entre les M-Traces, les transformations permettent de créer une trace et ses observés sur la base des observés d'une ou de plusieurs autres traces et suivant des critères établis par avance. Ces critères sont définis dans des connaissances de transformation (Figure 2). Dans cette section, nous détaillons à titre d'exemple les règles de la transformation T8 (Figure 3) conditionnant la création de l'observé « Chronologie action » d'attribut OK ou KO permettant de vérifier si le stagiaire à accompli un ensemble d'attendu dans un ordre précis :

–« Chronologie action OK » = « Acquiescement alarme OK » et « Contrôle équipement OK » et « Réglage de vitesse OK » et Date fin « Acquiescement alarme OK » < Date fin « Contrôle équipement OK » et Date fin « Contrôle équipement OK » < Date fin « Réglage de la vitesse OK »

–« Chronologie action KO » = « Acquiescement alarme KO » ou « Contrôle équipement KO » ou « Réglage vitesse KO » ou Date fin « Acquiescement alarme OK » > Date fin « Contrôle équipement OK » ou Date fin « Contrôle équipement OK » > Date fin « Réglage vitesse OK » ou Date fin « Acquiescement alarme OK » > Date fin « Réglage vitesse OK ».

## 5 Bilan et perspectives

Nous avons exposé dans cet article notre projet de recherche axé sur l'application de la théorie des traces modélisées au contexte des formations, du perfectionnement et de l'aide à l'observation des actions des stagiaires sur les simulateurs pleine échelle d'EDF.

Les contraintes de l'application ont été définies ainsi que nos propositions de solutions et notre démarche basées sur plusieurs concepts innovants tel la possibilité de « Rejouer » ou de « Plonger » dans les traces d'interactions.

Les premiers résultats présentés ont porté sur la conception des modèles de trace des sessions de formations, socle important de notre travail, et que nous avons détaillés dans leur première représentation. Nos perspectives à court terme sont orientées sur la poursuite du développement des différents modèles de trace et de transformations présentés.

L'objectif à plus long terme est d'intégrer nos modèles de trace à un Système à Base de Trace dans le cadre du développement d'une application démontrant l'intérêt de nos concepts pour répondre aux problématiques.

**Remerciements.** Les travaux décrits dans cet article sont menés dans le cadre d'une thèse CIFRE en collaboration avec le Service Projets Ingénierie (René CRENN, Marc DOBLER et Alain MAZET) de l'Unité de Formation Production et Ingénierie d'EDF et l'équipe SILEX du LIRIS (Alain MILLE, Karim SEHABA et Yannick PRIÉ).

## Références

- Clauzel, D. ; Sehaba, K. ; and Prié, Y. 2009. Modelling and visualising traces for reflexivity in synchronous collaborative systems. In Proceedings of INCoS 2009, 16-23. Barcelona, Spain.
- Cram, D. ; Jouvin, D. ; and Mille, A. 2007. Visualizing interaction traces to improve reflexivity in synchronous collaborative e-learning activities. In Proceedings of the 6th European Conference on e-Learning, 147-158. A. C. Limited, Ed.
- Laflaquière, J. 2009. Conception de traces numériques dans les environnements informatiques documentaires. Ph.D. Université de Technologie de Troyes.
- Pastré, P. Dir. 2005. *Analyse d'un apprentissage sur simulateur : des jeunes ingénieurs aux prises avec la conduite de centrales nucléaires*. Apprendre par la simulation : de l'analyse du travail aux apprentissages professionnels. Toulouse. : Octares. 241-265.
- Sehaba, K. Encelle, B. Mille. A. 2009. Adaptive TECHNOLOGY-ENHANCED LEARNING based on Interaction Traces. In Proceedings of AIED'09 workshop TUMAS-A. Brighton, UK.
- Settoui, L. 2006. Systèmes à base de trace pour l'apprentissage humain. In Proceedings of 1<sup>ère</sup> Rencontre Jeunes Chercheur sur les EIAH. INT Paris SUD.