



HAL
open science

Une ontologie pour la conception d'une plateforme collaborative exploitant une table multi- tactile et multi-modale

Céline Joiron, Frederic Furst, Gilles Kassel, Alistair Jones, Jean-Paul Barthès, Claude Moulin, Dominique Lenne

► To cite this version:

Céline Joiron, Frederic Furst, Gilles Kassel, Alistair Jones, Jean-Paul Barthès, et al.. Une ontologie pour la conception d'une plateforme collaborative exploitant une table multi- tactile et multi-modale. IC - 24èmes Journées francophones d'Ingénierie des Connaissances, Jul 2013, Lille, France. hal-01103994

HAL Id: hal-01103994

<https://inria.hal.science/hal-01103994v1>

Submitted on 19 Jan 2015

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Une ontologie pour la conception d'une plateforme collaborative exploitant une table multi-tactile et multi-modale

Céline Joiron¹, Frédéric Fürst¹, Gilles Kassel¹, Alistair Jones², Jean-Paul Barthès², Claude Moulin² et Dominique Lenne²

¹ Laboratoire MIS, Université de Picardie Jules Verne,
{celine.joiron, frederic.furst, gilles.kassel}@u-
picardie.fr

² UMR CNRS 7253 Heudiasyc, Université de Technologie de Compiègne,
{alistair.jones, barthes, claude.moulin,
dominique.lenne}@utc.fr

Résumé : L'objectif du projet TATIN-PIC (**T**able **T**actile **I**nteractive et **P**lateforme **I**ntelligente de **C**onception), est de développer une plateforme exploitant une table interactive multi-tactile et multi-modale dédiée à la conception préliminaire. À cette fin, une ontologie – OntoTATIN-PIC – est construite pour représenter les connaissances liées aux dispositifs et à l'activité de conception. Dans cet article, nous présentons, d'une part, l'originalité de cette ontologie : OntoTATIN-PIC étend l'ontologie fondatrice DOLCE-CORE pour rendre compte précisément de la nature des objets manipulés par les utilisateurs sur la table interactive et définir rigoureusement les actions réalisées. D'autre part, nous présentons les différents rôles complémentaires joués par l'ontologie dans le développement de la plateforme.

Mots-clés : Conception d'ontologie, Ontologie fondatrice, Ontologie des objets virtuels, Systèmes pour la collaboration

1 Introduction

Le projet TATIN-PIC¹ (Jones *et al.* 2011) (Moulin *et al.* 2011) vise à instrumenter le processus de conception préliminaire en mécanique à l'aide de nouveaux outils de collaboration. Selon des études concordantes (ex : (MacLeamy, 2004)), dans des projets d'ingénierie, la phase de

¹ Le projet TATIN-PIC bénéficie du soutien de la Région Picardie dans le cadre de ses projets structurants.

conception collaborative préliminaire est celle dont l'impact est le plus important sur les coûts et les décisions stratégiques. L'objectif de la conception préliminaire est de réunir des experts et les parties prenantes pour effectuer une exploration maximale des solutions potentielles en examinant les besoins, les contraintes, les risques, les solutions existantes, etc. Traditionnellement, le travail collaboratif se déroule autour d'une table ou d'un tableau. De fait, instrumenter ces réunions avec des dispositifs informatiques paraît être une voie prometteuse pour en augmenter l'efficacité et apporter une valeur ajoutée à l'ensemble du projet. L'utilisation d'ordinateurs personnels en mode collaboratif reste toutefois pour cela très limitée. Il est certes possible de mettre ces acteurs en réseau, chacun face à un écran, mais cela nuit beaucoup aux interactions Homme-Homme et à la créativité nécessaire lors de ces phases. Dans le projet TATIN-PIC, notre hypothèse est qu'un système technique prenant la forme d'une table de travail interactive multi-utilisateurs (Geyer, 2011), multi-tactile (Hilliges, 2007) et multimodale (Tse, 2008), associée à un tableau interactif et pilotée par une suite logicielle (nous parlons de « plateforme » pour désigner ce système technique, représenté graphiquement en figure 1), est à même de faciliter la mise en œuvre des méthodes de conception préliminaire tout en améliorant les possibilités d'interaction entre participants.



FIGURE 1 - La plateforme TATIN-PIC.

Pour aider à concevoir la plateforme, une ontologie – nous la nommerons OntoTATIN-PIC dans l'article – a été définie. La motivation première est d'aider l'équipe en charge de la conception de la plateforme (une équipe pluridisciplinaire de chercheurs à laquelle viennent se greffer régulièrement des élèves ingénieurs) à maîtriser la complexité conceptuelle inhérente au projet TATIN-PIC. Il s'agit en effet de rendre compte à la fois des projets de conception préliminaire réalisés de façon collaborative par une équipe (les phases d'un projet, les actions collectives et individuelles réalisées, l'objet conçu, les ressources utilisées, les rôles joués par les équipiers) et du dispositif table/tableau utilisé, notamment des objets créés et exploités par les participants, que le dispositif permet de manipuler. Une seconde motivation est de fournir

aux agents logiciels, intervenant dans le travail collaboratif, des ressources conceptuelles pour leur permettre de se construire un modèle des projets réalisés et ainsi d'étendre leur capacité d'assistance.

L'ontologie devant couvrir un large domaine, une approche multi-niveaux d'abstraction et multi-composants est mise en œuvre pour sa définition. OntoTATIN-PIC est ainsi structurée au moyen de l'ontologie fondatrice DOLCE-CORE (une évolution récente de DOLCE (Borgo & Masolo, 2009)(Masolo, 2010)), celle-ci étant complétée de modules couvrant des sous-domaines comme ceux des *actions* et des *documents*. Pour permettre à OntoTATIN-PIC de remplir ses missions, deux manifestations de l'ontologie sont distinguées (suivant en cela la méthode OntoSpec (Kassel, 2005)) : une spécification informelle dans le langage de la méthode OntoSpec (pour son rôle de sémantique de référence vis-à-vis de l'équipe du projet TATIN-PIC) et une implantation dans le langage MOSS² (pour son rôle de sémantique vis-à-vis des agents logiciels constituant la plateforme).

L'objet de l'article est de présenter le contenu de l'ontologie, la façon avec laquelle OntoTATIN-PIC remplit ses missions et son originalité. Dans la suite de l'article, nous rappelons tout d'abord en Section 2 notre cadre ontologique de référence, c'est-à-dire les principales ressources ontologiques réutilisées pour la définition d'OntoTATIN-PIC. En Section 3, nous présentons les ressources spécifiques définies, en nous focalisant sur l'ontologie des objets manipulables sur la table et l'ontologie des actions consistant à manipuler ces objets. En section 4, nous montrons différentes exploitations d'OntoTATIN-PIC. En conclusion, nous évoquons des travaux en cours visant à compléter l'implantation de l'ontologie pour conférer à la table davantage de moyens d'assistance.

2 Cadre ontologique de référence

Comme nous l'indiquions en introduction, nous avons fait le choix de l'ontologie fondatrice DOLCE-CORE pour structurer l'ontologie OntoTATIN-PIC. Dans cette section, nous rappelons de façon synthétique les principes de structuration de cette ontologie et présentons deux extensions (aux domaines des *actions* et des *entités porteuses d'information*) particulièrement utiles à la définition de OntoTATIN-PIC.

2.1 Principales catégories

DOLCE-CORE distingue quatre principales catégories d'entités *concrètes*, possédant une extension spatio-temporelle (cf. Figure 2).

² <http://www.utc.fr/~barthes/PDM-MOSS/>

Les « Objects » et « Events » se distinguent suivant la façon dont ces entités sont localisées dans l'espace-temps : les Objects, notamment les objets physiques (ex : une personne, un smartphone), sont *principalement* reliés à l'espace tandis que les Events sont *principalement* reliés au temps. Les Objects n'acquièrent de localisation temporelle que secondairement, par l'intermédiaire des Events auxquels ils participent (notamment, tous les Objects participent à leur vie, un Event possédant une extension temporelle). Réciproquement, les Events n'acquièrent de localisation spatiale que secondairement, par l'intermédiaire des Objects qui les engendrent (par exemple, votre lecture de cet article a comme extension spatiale la région que vous occupez).

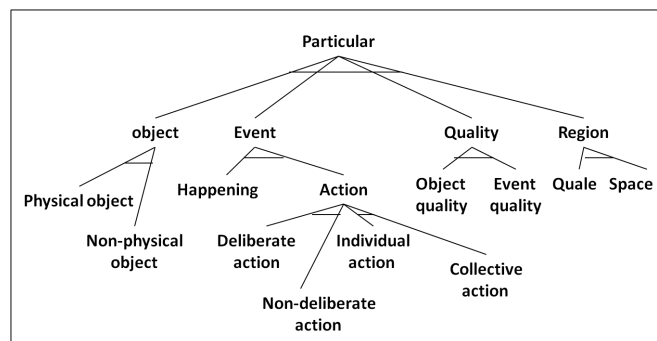


FIGURE 2 - Principales catégories génériques d'entités considérées. Un trait descendant représente un lien de subsumption (le concept placé plus haut subsume le concept placé plus bas) ; un trait horizontal indique que les concepts fils subsumés sont incompatibles (les classes d'entités réalisant ces concepts sont disjointes).

Les « Qualities » sont les dimensions ou aspects selon lesquels les agents perçoivent, classent et comparent les Objects et Events. Les Objects et Events individuels possèdent des Qualities individuelles qui leur sont propres. Ces Qualities individuelles relèvent de types de Qualities représentant des dimensions communes à des classes d'entités. Il convient de noter (cf Figure 2) que les Qualities d'Objects sont distinctes des Qualities d'Events : les Objects physiques ont une masse, une forme, une texture, etc., tandis que les Events ont une durée, sont rapides ou lents, se chevauchent temporellement ou bien au contraire surviennent avant ou après d'autres Events. Finalement, les Qualities individuelles occupent temporairement une position (une « Quale ») dans un espace propre au type de Quality (ex : « être d'une longueur de 2 mètres », « être d'une durée de 36 secondes »).

Les entités que nous venons de mentionner sont liées entre elles au moyen de relations. Nous mentionnons ici deux relations principales : les Objects (resp. Events) ont pour parties (hasForPart) d'autres

Objects (resp. Events); les Objects participent temporairement (*participatesIn*) à des Events.

Mentionnons enfin une distinction importante (notamment pour OntoTATIN-PIC) au sein des Objects. DOLCE distingue ainsi les *Physical objects* ayant une réalité physique des *Non-physical objects* relevant d'une réalité cognitive ou sociale (Masolo *et al.*, 2004). Ces derniers, à l'instar des *Collections* d'entités, tiennent leur existence du fait que des agents les conçoivent et communiquent à leur propos. Parmi les *Non-physical objects*, les *Mental objects* dépendent d'un agent (ex : un procédé mnémotechnique propre à une personne) tandis que les *Social objects* dépendent d'une pluralité d'agents (ex : une société commerciale, les règles d'un jeu de société). Les *Non-physical objects* ont bien une localisation spatiale principale, mais celle-ci n'est qu'indirecte contrairement à celle des *Physical objects*. Comme nous le verrons en Section 3, cette distinction s'avère primordiale pour rendre compte de la nature des objets manipulés sur la table tactile. Auparavant, nous étendons DOLCE-CORE au moyen d'un ensemble minimal de concepts pour nous permettre de conceptualiser les *actions*.

2.2 Actions

Le concept central est ainsi celui d'Action. Conformément aux conceptions courantes en philosophie de l'action (ex : (Searle, 1983)), nous définissons une Action comme un processus intentionnel contrôlé par une entité capable d'intentions (il s'agit là de processus visant le monde dans lequel se réalise l'action). Ces Actions (cf. Figure 2) s'opposent aux *Happenings* n'ayant pas de cause intentionnelle. En philosophie de l'action, plusieurs catégories d'intentions sont habituellement distinguées, conduisant à distinguer plusieurs catégories d'actions en fonction de la nature du contrôle exercé (Pacherie, 2008). C'est ainsi que sont distinguées les actions préméditées (initiées et contrôlées par une *intention préalable*) des automatismes, ou routines (contrôlées par une *intention en action*). Cette dimension des intentions correspond à un premier axe que nous retenons pour classer les Actions, en distinguant les *Deliberate actions* des *Non-Deliberate actions*. Un second axe sémantique que nous retenons correspond à la nature individuelle ou collective de l'agent réalisant l'Action. Ainsi, nous distinguons les *Individual actions* des *Collective actions*, ces dernières ayant pour agent un *collectif*, au sens d'une agrégation d'agents possédant des propriétés émergentes comme celle d'agir (Lawson, 2012)³. Dans le contexte du projet TATIN-

³ Pour des raisons de place, nous ne pouvons pas présenter dans cet article nos concepts *Collective* et *Collective action*. Le lecteur intéressé pourra consulter (Kassel *et al.*, 2012).

PIC, une équipe de conception est un *Collective* réalisant un projet de conception, qui est un exemple de *Collective action*.

Des relations spécifiques permettent de décrire les *Actions*. Notamment, une *Action* peut être réalisée par le fait de réaliser une autre *Action* (*isGeneratedBy*)⁴; par ailleurs, pour rendre compte des différentes manières dont des entités participent aux *Actions* (ex : une entité joue le rôle d'*agent*, une autre le rôle d'*instrument*) nous introduisons autant de relations spécialisant la relation de participation (*participatesIn*) entre *Objects* et *Events*: *hasForAgent*, *hasForInstrument*, *hasForResult*.

2.3 Entités « porteuses » d'information

Une dernière extension que nous introduisons concerne la conceptualisation d'inscriptions textuelles ou graphiques porteuses de sens. Ces inscriptions correspondent aux objets manipulés au moyen de la table tactile. Pour définir *OntoTATIN-PIC*, nous réutilisons ainsi le module ontologique *I&DA* (Fortier & Kassel, 2004) offrant un ensemble de concepts génériques relevant du domaine de la sémiotique. Nous présentons ici brièvement et informellement les principaux concepts de *I&DA* (cf. Figure 3).

Une *Conceptualization* est un contenu conceptuel. Au sein des *Conceptualizations*, *I&DA* distingue les *Concepts* et les *Descriptions*. Cette dernière catégorie est à prendre dans le sens large d'un contenu utilisant des *Concepts* pour se référer (*refersTo*) à des objets d'un monde. Parmi les *Descriptions*, sont distinguées les *Propositions* – correspondant à des descriptions factuelles auxquelles une valeur de vérité peut être affectée, et les *Instructional descriptions* – correspondant à des descriptions impératives (« faire ceci, plus faire cela »).

Une *Expression* est une expression ou codage d'une *Conceptualization* dans un langage de communication, comme pour l'expression linguistique « la température de la pièce est de 20°C » exprimant une *Proposition*. Le langage peut être textuel ou graphique.

Une *Inscription* est la matérialisation physique, au moyen de matière, de la forme d'une entité. La création d'une *Inscription* peut se faire directement à partir de l'entité, comme dans le cas d'une trace de pas ou d'une empreinte digitale, ou bien indirectement en matérialisant une *Expression* se référant à une entité, comme pour une impression encrée d'une image ou d'un texte.

⁴ Cette génération peut être de nature causale (ex : j'allume une lampe par le fait d'appuyer sur l'interrupteur) ou reposer sur une convention sociale (ex : j'indique que je tourne à droite par le fait de lever mon bras droit).

Un `Physical support` est un objet physique servant de support à des `Inscriptions`, leur conférant ainsi une stabilité (même courte) dans le temps. Certains `Physical supports` jouent incidemment ce rôle (ex : une table sur laquelle est inscrite un graffiti, une pellicule de buée dans laquelle un mot est dessiné). D'autres, au contraire, les `Information medium`, sont intentionnellement produits pour réaliser cette fonction de support (ex : une feuille de papier, un espace en mémoire d'un ordinateur).

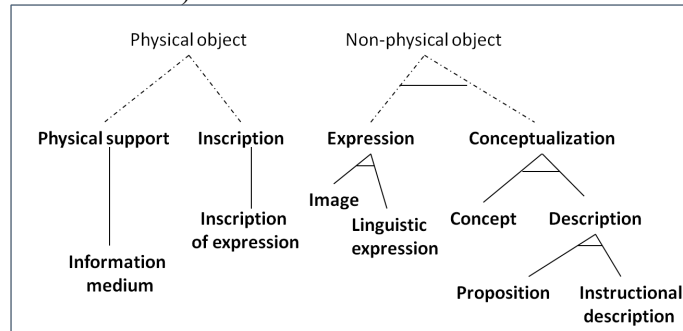


FIGURE 3 - Principaux concepts de I&DA (Fortier & Kassel, 2004).

3 OntoTATIN-PIC

La construction de OntoTATIN-PIC a consisté, dans un premier temps, en la caractérisation des phases du processus de conception préliminaire collaborative, telles que le `Brainstorming`, l'Analyse Causale ou encore l'Analyse fonctionnelle. Pour pouvoir les décrire conceptuellement, nous nous sommes intéressés aux objets manipulés et produits au cours de leur réalisation à travers la plateforme. Dans cette section, le focus est porté sur la définition et la caractérisation des objets de la plateforme, ainsi que des actions réalisables sur ces objets.

3.1 Les entités « manipulées »

Le dispositif TATIN-PIC, composé de plusieurs supports de type `Information Medium` (une table et un tableau tactiles auxquels viennent s'ajouter des tablettes tactiles et des smartphones), permet aux participants de manipuler, par des interactions tactiles et/ou vocales, des projections lumineuses et d'agir sur les entités que ces formes lumineuses représentent. Chaque participant dispose ainsi d'un menu et d'un clavier tactiles. Des post-its sont créés et regroupés. Des chronogrammes ou des logigrammes peuvent être construits et agencés.

Les projections lumineuses sont des `Inscriptions`, au sens de I&DA, plus exactement des `Inscriptions of expression` :

elles matérialisent ainsi des Expressions. Du point de vue des actions que les participants peuvent réaliser, deux catégories principales d'Inscriptions sont à distinguer : d'une part, des Inscriptions représentant de façon imagée des objets physiques (ex : un post-it) et permettant de réaliser sur ces Inscriptions des actions analogues à celles réalisées sur l'objet physique ; d'autre part, des Inscriptions représentant des objets non physiques comme des textes, des regroupements de post-its, des tâches, des risques, etc. Dans cette section, nous présentons ces deux catégories d'Inscriptions.

3.1.1 Les objets virtuels

Parmi les inscriptions identifiées dans OntoTATIN-PIC, nous définissons la notion d'*objet virtuel* (Virtual Object). Cette Inscription a, d'une part, la particularité de représenter graphiquement, par une Image (une Expression), un objet physique existant du « monde réel ». D'autre part, cette inscription autorise la réalisation de certaines des actions réalisables sur un tel objet physique. Prenons l'exemple d'une pomme. Sa projection sur la table TATIN serait l'inscription lumineuse d'une image de pomme (donc d'une expression). S'il était possible d'effectuer sur cette inscription des actions de type éplucher la pomme ou couper la pomme, comme on peut le faire avec l'objet physique pomme (le fruit), cette inscription deviendrait alors une « pomme virtuelle » de la catégorie Virtual Object.

Sur la table TATIN, une première inscription, répondant à cette particularité, est le clavier tactile mis à la disposition de chaque participant. Ce dernier est bien la représentation graphique fidèle d'un clavier d'ordinateur physique, avec ses différentes touches, et ce sans aucune ambiguïté d'usage pour le participant. Par son intermédiaire, il est possible d'effectuer les mêmes actions que celles pour lesquelles un clavier d'ordinateur physique est conçu : inscrire des lettres, effacer du texte, valider des commandes, etc. Nous introduisons donc l'expression *Keyboard Picture* pour représenter l'image d'un clavier, ainsi que l'inscription correspondante *Virtual Keyboard* dans la catégorie des Virtual Object.

Un autre Virtual object que nous nous sommes attachés à caractériser est le « post-it virtuel ». En effet, l'utilisation de post-its est incontournable lors des phases Brainstorming. Les participants sont amenés à en utiliser un grand nombre pour représenter leurs idées, puis les regroupent pour évoluer vers d'autres phases du processus de conception. Les post-its de la table TATIN sont donc matérialisés par des images ayant la forme de rectangles jaunes, comme le plus standard des post-it papier, et offrent une partie de leurs possibilités d'action (seules celles qui sont pertinentes pour l'application – par exemple il n'est pas possible de déchirer un post-it virtuel dans TATIN-PIC), de façon à permettre un usage similaire et spontané. Chaque participant peut ainsi

ajouter un nouveau post-it, y inscrire un texte, le déplacer, ou le supprimer. Ainsi, de la même manière que pour le clavier virtuel, nous distinguons l'expression représentant l'image d'un post-it (*Post-it Picture*) et l'inscription de cette expression sur la table manipulable par le participant, c'est à dire le *Virtual post-it*.

Nous affinons OntoTATIN-PIC en distinguant plusieurs types de *Virtual post-it*. Un *Blank post-it* représente un post-it virtuel vide, c'est à dire sur lequel aucune inscription n'est visible. *Filled post-it* identifie donc un post-it virtuel sur lequel un texte a été inscrit. Un *Filled post-it* est une inscription qui a pour partie (*hasForPart*) une autre inscription de type textuelle (*Text inscription*). Cette distinction nous permet en particulier de différencier l'action de création d'un post-it (aboutissant à l'existence d'un *Blank post-it*) de celle d'y ajouter un contenu (textuel par exemple), transformant le *Blank post-it* en *Filled post-it*.

Enfin, pour réaliser certaines actions un participant doit au préalable avoir identifié sur la table (en le sélectionnant) le post-it cible de cette action. C'est le cas par exemple de l'action de suppression d'un post-it. Cette précision nous conduit à définir le *Selected post-It* en tant qu'un *Virtual post-it* se trouvant dans l'état « sélectionné ». Dans ce cas, la couleur du post-it sur la table est modifiée (son image change). Par opposition, un *Unselected post-it* représente tout *Virtual post-it* qui n'est pas sélectionné.

Comme nous l'avons évoqué précédemment, les participants ont la possibilité d'effectuer des regroupements de leurs post-its. Ces regroupements sont l'occasion d'évoquer, dans la section suivante, des inscriptions d'objets non physiques : les collections.

3.1.2 Les Collections

Pour représenter conceptuellement les regroupements d'objets (de post-its ou d'autres regroupements), nous nous référons au concept de *Collection* présenté en section 2. Une *Collection* est un objet non physique. Sur la table, les gestes tactiles ne se font donc pas directement sur une *Collection*, mais sur sa représentation sous la forme d'une inscription. Ainsi, OntoTATIN-PIC distingue, selon les principes préconisés par I&DA : l'image de la collection – une *Expression* appelée *Collection picture*, qui est la représentation graphique d'une *Collection*; l'inscription lumineuse de cette *Expression* projetée sur la table appelée *Collection inscription*. Une *Collection inscription* a pour parties (*hasForPart*) d'autres inscriptions : des *Virtual post-it* ou des *Collection inscription*. Deux types d'expression représentent des « vues » différentes d'une même collection. *Expanded collection picture* est une image permettant une visualisation à plat de l'ensemble du contenu d'une collection, c'est à dire tous les éléments qui

la composent et leurs liens. Contracted collection picture est une visualisation compactée de cette même collection, ne permettant pas de distinguer sa structure interne mais permettant tout de même l'exécution de certaines actions.

En tant qu'objet non physique, une Collection n'existe qu'à partir du moment où on parle d'elle. Autrement dit, une collection de post-its (ou d'autres collections) n'existe qu'à partir du moment où les participants à la séance de brainstorming l'évoquent et reconnaissent son existence. Cela peut très bien être le cas sans pour autant que la Collection n'ait été représentée (par une Collection inscription). De même que supprimer de la table une inscription de collection n'engendre pas forcément la suppression de la collection (en tant qu'objet non physique) à laquelle cette inscription se réfère. Enfin, toute action sur une inscription, n'a pas de-facto un effet sur la collection elle-même. Ces aspects seront développés dans la section 3.2 à propos des actions possibles sur les collections. La section suivante conclut notre présentation des objets en évoquant les apports du triptyque Inscription-Expression-entité référencée dans le projet.

3.1.3 A propos du triptyque Inscription-Expression-entité référencée

Comme nous l'avons vu, OntoTATIN-PIC s'appuie sur un triptyque Inscription, Expression et entité référencée. Ce cadre ontologique permet de rendre compte de différentes situations :

- 1 Une même Inscription matérialise des Expressions différentes. Ce cas survient lorsque, par exemple, un Virtual post-it change de couleur, ce qui revient à matérialiser une Image différente. Ce cas correspond à un changement d'état du Virtual post-it, lequel conserve son identité. Un cas analogue surviendrait si les participants avaient la possibilité de personnaliser l'apparence de leur clavier (changement de Keyboard picture).
- 2 Une même entité est dupliquée sur un (ou plusieurs) Information medium. Ce cas survient, par exemple, lorsqu'un Virtual post-it ou une Collection est recopié sur un autre Information medium. La duplication revient à créer une nouvelle Inscription ayant les mêmes propriétés, à la localisation près. Par la suite, la conceptualisation permet d'accompagner différentes stratégies : veut-on, ou non, que des modifications apportées sur une Inscription (ex : changement de l'entité référencée, modification seule de l'Expression) soit répercutée sur l'Inscription d'origine ?
- 3 Un même couple (Inscription, Expression) change de référent. Ce cas survient, notamment, lorsqu'un Virtual post-

it en vient à représenter une tâche du projet, un risque ou toute autre entité. Il s'agit d'une commodité dont les concepteurs de la plateforme font usage, par exemple pour représenter un chronogramme. Conceptuellement, cette modification est prise en compte dans le lien de référence (relation `refersTo`).

- 4 Une même entité est visualisée au moyen de différentes Images. Ceci est notamment le cas d'une `Collection` admettant une visualisation étendue (laissant voir les images de ses éléments) et une visualisation contractée (présentant son label).

Pour maintenir un tel modèle et agir sélectivement sur ses différents composants, par exemple pour modifier la représentation visuelle d'une `Collection` sans modifier son contenu, les participants peuvent réaliser différentes actions. Dans la section suivante, nous présentons la conceptualisation de ces actions.

3.2 Les actions

Suivant la modélisation des actions que nous avons introduite en Section 2, les actions collectives doivent être distinguées des actions individuelles. Les actions collectives sont essentiellement les différentes phases du processus de conception préliminaire, réalisées de façon collaborative. Nous nous focalisons ici sur les actions individuelles réalisées par les participants sur les objets décrits dans la section précédente et mettons l'accent sur deux aspects de notre modélisation des actions : i) la précision dans l'identification des objets sur lesquels portent les actions et ii) l'utilisation de différentes relations conceptuelles permettant de décrire finement les actions.

Concernant le premier point, on notera que les actions peuvent porter aussi bien sur des `Inscriptions` (ex: `Moving a post-it`, `Moving a collection`) que sur des `Expressions` (ex: `Resizing a post-it`, `Expanding a collection`) ou d'autres objets non-physiques (ex: `Adding a member to a collection`). Ainsi, par exemple, lorsqu'une `Collection` est concernée, trois types d'actions sont distinguées : celles portant sur la `Collection` elle-même (visant à faire varier ses éléments), celles portant sur sa représentation graphique (une vue étendue intégrant la présentation de ses éléments et une vue contractée sont disponibles) et celles portant sur sa matérialisation sur la table (l'inscription peut être changée de place). Bien évidemment, des actions portant sur des objets ont des répercussions sur d'autres objets. Par exemple, l'ajout d'une `Collection` crée de facto une nouvelle `Inscription`. Ces effets de bords doivent être décrits car ils participent de la sémantique des actions.

Concernant le second point, à savoir le niveau de détail de la modélisation des actions, nous l'illustrons sur les actions identifiées portant sur les `Virtual post-its` (cf. Figure 4).

Chaque classe d'actions est tout d'abord décrite au moyen de relations casuelles. Ainsi, *Selecting a post-it* est une action qui : *hasForAgent* un *Participant* ; *hasForData* un *Unselected virtual post-it* et *hasForResult* un *Selected virtual post-it* (qui est en fait la même instance de *Virtual post-it*, dont la couleur de fond a été modifiée comme effet de bord de l'action, dans le sens où il ne s'agit pas du résultat intentionnellement visé par l'agent). L'instrument utilisé pour réaliser l'action peut également être précisé. Ainsi, *Creating a filled post-it by voice* est un type d'action réalisée par une oreillette dans laquelle le participant donne l'ordre correspondant.

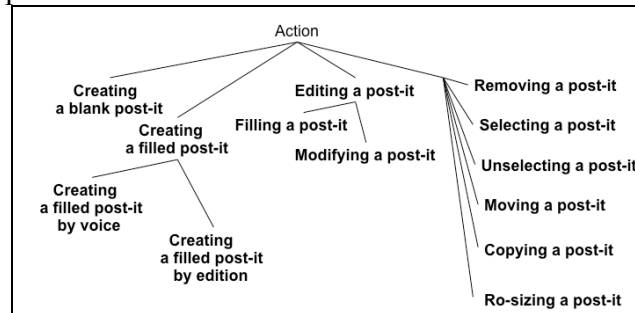


FIGURE 4 - Actions individuelles relatives à la manipulation des *Virtual post-it* dans le projet TATIN-PIC

Par ailleurs, plusieurs relations entre actions sont exploitées :

- 1 La relation de spécialisation. Par exemple, l'action *Filling a post-it* est un cas particulier (une spécialisation) de l'action *Editing a post-it* : la donnée est un *Blank post-it*, lequel est rempli au moyen d'un éditeur. En revanche, l'action *Modifying a post-it* consiste à modifier le contenu d'un *Filled post-it*.
- 2 La relation de composition. Par exemple, une action de type *Creating a filled post-it* est composée de deux actions réalisées en séquence : *Creating a blank post-it* et *Filling a post-it*.
- 3 La relation *isGeneratedBy*, permettant d'exprimer qu'une action est conséquence d'une autre, en particulier que des gestes ou des actes de discours génèrent les actions décrites précédemment. Ainsi, *Adding a member to a collection* est un type d'action qui *isGeneratedBy* une action de type *Bringing together two inscriptions*. En effet, pour ajouter un élément dans une *Collection*, il faut rapprocher sur la table l'élément et l'*Inscription* de la *Collection*.

Pour le moment, *OntoTATIN-PIC* ne contient pas la description des gestes des participants. Par exemple, *Moving a post-it* est réalisé

par un geste de la main consistant à pointer du doigt le *Virtual post-it* et à le déplacer vers sa position finale. Nous prévoyons à l'avenir de compléter *OntoTATIN-PIC* avec une conceptualisation de ces gestes afin d'être plus complet dans notre sémantique de référence.

4 Manifestations et rôles joués par *OntoTATIN-PIC*

Comme nous l'avons annoncé en introduction, *OntoTATIN-PIC* joue différents rôles dans le projet, à travers ses différentes manifestations (spécifications). Nous les présentons brièvement dans cette section.

4.1 Une sémantique de référence pour l'équipe projet

L'ontologie du projet a permis de définir une sémantique de référence utilisée au cours du projet par tous les membres de l'équipe. Le fait de développer *OntoTATIN-PIC* de façon collective a permis d'identifier et de définir les concepts clés qui autrement seraient restés implicites ou ambigus, comme les notions de projet, de phase de projet ou encore de session. Cette façon de procéder est particulièrement importante pour les équipes pluridisciplinaires et dynamiques pour lesquelles les mêmes termes n'ont pas toujours la même signification.

L'ontologie des actions possibles de l'utilisateur du système *TATIN-PIC* a été également utilisée pour la conception des interfaces. L'explicitation et la définition de chaque action permettent au concepteur de mieux percevoir le comportement que doit avoir le système. Par exemple, lorsque l'utilisateur copie un *Virtual post-it* d'une surface sur une autre, le concepteur de l'interface doit expliciter les conséquences de cette action et décider si les modifications ultérieures de ce *Virtual post-it* devront être propagées et apparaître instantanément dans toutes ses copies. Ou encore, lorsque l'inscription d'une collection est effacée, le concepteur de l'interface doit déterminer ce qu'il advient de la collection : doit-elle être archivée quelque part pour pouvoir revenir en arrière le cas échéant, ou doit-elle être définitivement détruite. Toutes ces questions provoquent des discussions déterminantes sur le comportement de l'utilisateur et sur ses intentions.

4.2 Une sémantique pour le dialogue homme-machine

Dans la plateforme *TATIN-PIC*, les utilisateurs ont des interfaces vocales leur permettant de déclencher des actions à la suite de commandes vocales transmises à leur agent assistant personnel en langage naturel. Les agents assistants personnels sont développés sur la plateforme multi-agents *OMAS* (Barthès, 2011). Dans cet environnement, chaque agent assistant personnel possède sa propre

ontologie pour une représentation du domaine et des tâches que l'on peut réaliser. Cette ontologie, dérivée de OntoTATIN-PIC, est rendue opérationnelle dans un formalisme de réseau sémantique utilisant le langage MOSS.

MOSS est un langage de représentation à base de frames centré sur le concept de propriété. Il adopte une approche descriptive (typicalité) plutôt que prescriptive et privilégie la notion de défaut. MOSS autorise le multilinguisme, et offre de nombreuses autres possibilités décrites dans la documentation⁵. Le raisonnement se fait grâce à son système de requêtes (exemple d'opérationnalisation dans (Bettahar *et al.* 2009)).

Quand un participant utilise les commandes vocales, celles-ci sont analysées par rapport au contenu de l'ontologie et de la description des tâches à accomplir, elles-mêmes exprimées par des concepts de l'ontologie. Lorsqu'une tâche est sélectionnée, un dialogue permet de compléter les informations éventuellement manquantes pour exécuter la tâche, ou si la tâche est dangereuse, de demander une confirmation. Par exemple un participant dit : « retrouver le post-it étude de cas ». MOSS utilise le concept correspondant à l'action `Select virtual post-it` et recherche s'il y a un `Virtual post-it` « étude de cas ». Si oui, le `Virtual post-it` sera mis en valeur par un effet graphique sur la table et le participant entendra dans son oreillette : « celui-là ? ». Si non, le participant entendra : « je ne trouve pas ce post-it là, voulez-vous préciser le titre ? » Etc. Dans cet exemple MOSS utilise le concept de sélection, le concept de `Filled virtual post-it` et de `Title` pour exécuter la commande et gérer le dialogue correspondant.

4.3 Une sémantique pour les protocoles d'échange entre agents

OntoTATIN-PIC est également utilisée pour définir les protocoles grâce auxquels les différents éléments de la plateforme échangent des informations. L'architecture ne peut être détaillée ici, mais les composants du dispositif, comme la table interactive, le tableau interactif, les interfaces vocales et les dispositifs annexes, ont tous des processus multiples leur permettant d'envoyer et de recevoir des messages lorsqu'un utilisateur effectue une action. La plateforme TATIN-PIC est composée de deux plateformes multi-agents ayant des langages de communication entre agents (ACL) différents. Des agents de transfert assurent les échanges entre les deux plateformes en utilisant la syntaxe JSON et des performatifs dérivés des performatifs FIPA⁶, par exemple *inform*, *request*, *answer*, *cancel*, ou *failure*. Le contenu des messages est également un objet JSON dont les propriétés correspondent à des éléments de OntoTATIN-PIC et sont des paramètres de l'action à réaliser

⁵ <http://www.utc.fr/~barthes/PDM-MOSS/>

⁶ <http://www.fipa.org/>

par l'agent qui reçoit le message. Le message suivant correspond à un message de requête pour la création d'une collection de Post-it.

```
{ "action" : "create",
  "args"   : { "category" : "collection", "content" :
"Structure", "ref" : ["p3-2-1", "p3-2-2"]}}
```

Les paramètres d'un message (create, collection) dépendent de l'action à réaliser, mais les termes utilisés sont les termes de l'ontologie.

5 Conclusion

Dans cet article nous avons présenté l'ontologie OntoTATIN-PIC servant de ressource pour la conception d'une plateforme collaborative exploitant une table multi-tactile et multi-modale. Cette ontologie joue un rôle crucial en tant que sémantique de référence au sein de l'équipe projet, mais également pour le dialogue homme-machine et les échanges entre des agents logiciels au sein de la plateforme.

OntoTATIN-PIC propose une conceptualisation d'une part des actions réalisées par les participants au cours de leur activité collaborative (actions collectives et individuelles) et, d'autre part, des objets créés et produits au cours de ces activités (en particulier les post-its et les collections.) et que la plateforme leur permet de manipuler.

OntoTATIN-PIC est définie au moyen de l'ontologie fondatrice DOLCE-CORE et d'extensions comme le module I&DA. Cette approche nous permet d'être rigoureux sur l'identité des objets sur lesquels portent les actions, en distinguant les inscriptions, les expressions matérialisées par ces inscriptions et les entités auxquelles les expressions se réfèrent.

Aujourd'hui nous disposons d'une spécification informelle de notre ontologie dans le langage de la méthode OntoSpec et d'une opérationnalisation partielle dans le langage MOSS. Deux perspectives de recherche se dessinent : sur un plan conceptuel, il paraît intéressant d'identifier, entre DOLCE et les concepts applicatifs de OntoTATIN-PIC, un niveau intermédiaire (et réutilisable) correspondant à une ontologie de la réalité virtuelle ; sur un plan opérationnel, la question de créer un modèle détaillé des actions réalisées (par peuplement des classes identifiées, au moyen d'instances) se pose pour conférer aux agents logiciels une meilleure compréhension du travail réalisé.

Références

- BARTHÈS, J.-P.A. OMAS - A flexible multi-agent environment for CSCWD, *Future Generation Computer Systems*, Vol. 27, pp. 78-87 (2011)
- BETTAHAR F., MOULIN C., BARTHÈS, J.-P.A. Towards a Semantic Interoperability in an E-Government Application. *Electronic Journal of e-Government (EJEG)*, Vol. 7, No. 3, (2009), pp. 209-226.

- BORGIO S. & MASOLO C. (2009). Foundational choices in DOLCE. In S. STAAB & R. STUDER (Eds.), *Handbook on Ontologies (Second Edition)*, Springer Verlag, p. 361-382.
- FORTIER J.-Y. & KASSEL G. (2004). Managing knowledge at the information level: an ontological approach, Proc. of *ECAI'2004 workshop on knowledge management and organizational memories*, Valencia (Spain), p. 39-45.
- GEYER, F., PFEIL, U., HÖCHTL, A., BUDZINSKI, J., REITERER, H. (2011) Designing reality-based interfaces for creative group work. Proceedings of the 8th ACM conference on Creativity and cognition. pp. 165–174.
- HILLIGES, O., TERRENGHI, L., BORING, S., KIM, D., RICHTER, H., BUTZ, A. (2007) Designing for collaborative creative problem solving. Proceedings of the 6th ACM SIGCHI conference on Creativity cognition CC'07. p. 137.
- JONES, A., KENDIRA, A., LENNE, D., GIDEL, T., MOULIN, C. (2011). The TATIN-PIC project: A multi-modal collaborative work environment for preliminary design. In Proc. 15th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD), pp. 154 –161
- KASSEL G. (2005). Integration of the DOLCE top-level ontology into the OntoSpec methodology. Rapport de recherche LaRIA 2005-08. Disponible à : <http://hal.ccsd.cnrs.fr/ccsd-00012203>.
- KASSEL G., TURKI M., SAAD I., and GARGOURI F. (2012). From collective actions to “actions of organizations”: an ontological analysis. In Proc. of the symposium *Understanding and Modelling Collective Phenomena (UMoCoP 2012)*, Birmingham (England).
- LAWSON T. (2012). Ontology and the study of social reality: emergence, organization, community, power, social relations, corporations, artefacts and money. *Cambridge Journal of Economics*, 36:345-385.
- MACLEAMY P. (2004). Collaboration, integrated information and the project lifecycle in building design, construction and operation. WP-1202, The Construction Users Roundtable, August, 2004
- MASOLO C. (2010). Objects, Events, Qualities: An introduction to formal ontological distinctions in DOLCE. Advanced course at ESSLII, Copenhagen. <http://www.loa.istc.cnr.it/Teaching.html>.
- MASOLO C., VIEU L., BOTTAZZI E., CATENACCI C., FERRARIO R., GANGEMI A., and GUARINO N. (2004). Social roles and their descriptions. In D. DUBOIS, C. WELTY and M.-A. WILLIAMS (eds.), Proc. of the *Ninth International Conference on the Principles of Knowledge Representation and Reasoning*, p. 267-277.
- MOULIN, C., JONES, A., BARTHÈS, J.-P., LENNE, D. (2011) Preliminary Design on Multi-touch surfaces Managed by Multi-agent System. IJEIC 2011. Vol 2, No 4.
- NUNAMAKER J., BRIGGS R., MITTLEMAN D., VOGEL D., and BALTHAZARD P. (1991) Electronic meeting systems to support group work. *Communications of the ACM* 34, 7, p. 40–61.
- PACHERIE E. (2008). The phenomenology of action: A conceptual framework. *Cognition*, 107:179-217.
- SEARLE J.R. (1983). *Intentionality*. Cambridge: Cambridge University Press.
- TSE E., GREENBERG S., SHEN C., FORLINES C., and KODAMA R. (2008) Exploring true multi-user multimodal interaction over a digital table. Proc. of the 7th ACM conference on Designing interactive system. pp. 109-118.