



HAL
open science

Vers une ontologie formelle des artefacts

Gilles Kassel

► **To cite this version:**

Gilles Kassel. Vers une ontologie formelle des artefacts. 20es Journées Francophones en Ingénierie des Connaissances, May 2009, Hammamet, Tunisie. 12 p. hal-00380978

HAL Id: hal-00380978

<https://hal.science/hal-00380978>

Submitted on 4 May 2009

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.

Vers une ontologie formelle des artefacts[†]

Gilles Kassel

Laboratoire MIS, Université de Picardie Jules Verne
gilles.kassel@u-picardie.fr

Résumé : Dans cet article, nous jetons les bases d'une ontologie formelle permettant de rendre compte de la nature générale des artefacts. L'objectif visé par une telle ontologie est d'aider à structurer des ontologies d'application dans des domaines où des artefacts spécifiques sont présents, autrement dit pratiquement tout domaine d'activité ! La conceptualisation s'appuie sur une littérature philosophique récente consacrée aux artefacts, que nous exploitons pour éclairer les choix de modélisation. L'ontologie étend par ailleurs l'ontologie formelle DOLCE, en venant compléter son axiomatisation. Les primitives conceptuelles introduites sont celles d'*entité artificielle*, de *production intentionnelle d'objets*, de *capacité à exercer un rôle* dans des actions d'un type donné, de *fonction* et d'*entité fonctionnelle*. Ces primitives permettent de caractériser les artefacts comme des entités intentionnellement produites, auxquelles une fonction est attribuée.

Type de la communication : Recherche

Thèmes : Ontologie d'artefacts, Ontologies formelles, Construction d'ontologies d'application.

1 Motivations

Dans le cadre du projet NeuroLOG¹, une ontologie est développée comme composant d'une plate forme logicielle destinée à permettre à une communauté de chercheurs en neuroimagerie de mutualiser des ressources, à savoir des images et des logiciels de traitement d'images (Temal *et al.*, 2006). L'approche suivie pour la construction de cette ontologie consiste à la structurer en sous-ontologies situées à différents niveaux d'abstraction. Schématiquement, trois niveaux sont distingués : au niveau le plus abstrait, l'ontologie formelle¹ DOLCE² (Masolo *et al.*, 2003) apporte

[†] Ce travail est en partie financé dans le cadre du projet NeuroLOG (ANR-06-TLOG-024) du programme Technologies Logicielles de l'Agence Nationale de la Recherche : <http://neurolo.polytech.unice.fr>.

¹ Le terme « formel » est à entendre ici dans le sens opposé à « régional ». Il indique que la conceptualisation est abstraite et qu'elle permet de rendre compte de la nature d'objets particuliers existant dans les différents domaines d'activité. Dans un sens complémentaire, il indique que l'ontologie est spécifiée dans un langage logique muni d'une sémantique de type théorie des modèles, ce qui est le cas de DOLCE et de notre ontologie des artefacts.

² <http://www.loa-cnr.it/DOLCE.html>

un ensemble de concepts et de relations abstraits censés permettre de structurer, par spécialisation, la conceptualisation de n'importe quel domaine ; à un niveau médian, des ontologies « noyaux » de domaines définissent des concepts génériques et centraux dans différents domaines, notamment le domaine des images médicales (Temal *et al.*, 2008) et le domaine des programmes et des logiciels (Lando *et al.*, 2007) ; enfin, au niveau le plus spécifique, les ontologies précédentes sont à leur tour spécialisées pour définir des concepts plus concrets, respectivement dans le domaine de la neuroimagerie et celui des outils de traitement d'images.

L'expérience acquise par la construction de cette ontologie montre que les concepts très abstraits apportés par une ontologie comme DOLCE ne sont pas directement utilisables pour définir des concepts génériques de domaines comme ceux d'*image médicale* ou de *programme informatique*. En l'occurrence, les images médicales, tout comme les programmes informatiques, sont des artefacts ayant un auteur et une fonction, or les notions d'*artefact*, d'*auteur* et de *fonction* sont absentes de DOLCE. Élaborer une telle ontologie d'application nécessite donc d'introduire ces concepts d'un niveau intermédiaire.

Une analyse de l'existant concernant le traitement des artefacts dans les ontologies montre que des concepts généraux de ce domaine sont présents dans des ontologies de haut niveau comme OpenCyc³ ou SUMO⁴, cependant les principes sous-tendant leur structuration ne sont pas explicités et les concepts sont définis sans référence à la littérature sur ce domaine. Une telle situation nous a motivé à définir une ontologie formelle d'artefacts qui spécialise l'ontologie DOLCE et qui soit fondée sur la littérature récente sur le domaine⁵.

L'article suit le plan suivant : nous partons de la notion philosophique courante d'artefact et la confrontons à la littérature récente dans le domaine, ce qui nous conduit à définir les artefacts comme étant à la fois des entités artificielles intentionnellement produites et des entités auxquelles une fonction est attribuée ; nous présentons ensuite une vue d'ensemble de notre cadre ontologique de référence (DOLCE) et montrons comment nous l'avons étendu pour définir une ontologie formelle d'artefacts ; nous comparons alors notre proposition à un travail en cours similaire, celui de Borgo & Vieu (2006, 2008) ; enfin, nous concluons en dégagant des pistes de travail pour évaluer et étoffer notre ontologie.

2 Vers une notion d'artefact

Les dictionnaires courants recensent deux notions principales pour le terme « artefact » :

- Un objet fait par l'homme (ex : une arme, un ornement),

³ <http://www.opencyc.org>

⁴ <http://www.ontologyportal.org/>

⁵ Les premières pierres à cet édifice ont été posées dans l'article (Kassel *et al.*, 2007), montrant l'apport des notions introduites pour définir le concept de *programme informatique*. L'objet du présent article est de présenter une version plus élaborée de cette ontologie.

- Un résultat expérimental étranger au phénomène naturel étudié et qui est dû au cadre expérimental même (ex : une ombre sur une image de poumons se révélant être due à la technique d'imagerie médicale utilisée).

En philosophie, un artefact est communément défini comme une « entité intentionnellement faite ou produite pour une certaine raison » (Hilpinen, 2004). La notion philosophique se veut plus précise que la notion ordinaire des dictionnaires, en mettant en avant deux propriétés nécessairement vérifiées par tout artefact : ils sont « intentionnellement produits » et « pour une certaine raison ». Dans la section suivante, nous commençons par analyser la première propriété.

2.1 Entités artificielles et intentions

Les notions liées d'*action* et d'*intention* ont fait l'objet de nombreux travaux en philosophie depuis le début des années 70. À la suite de John Searle, les philosophes contemporains distinguent schématiquement deux types d'intention, que (Pacherie, 2000), reprenant la terminologie de Searle, nomme « intention préalable » et « intention en action ». L'*intention préalable* suppose une planification de l'action et une représentation de son but, tandis que l'*intention en action* relève du guidage et du contrôle de l'action tout au long de son exécution (Pacherie, 2000). Dans notre contexte, le terme « intentionnel » est à prendre au sens d'une intention préalable. Il implique que l'artefact corresponde à un résultat visé par son créateur. En conséquence, tout artefact possède un auteur. La notion philosophique épouse ainsi, en l'étendant, la première notion ordinaire d'*artefact visé*.

La seconde notion recensée par les dictionnaires, celle d'*artefact expérimental*, fait référence, a contrario, à une entité créée non intentionnellement, autrement dit qui n'est pas visée. L'existence de telles entités amène à considérer une classe des entités *artificielles*, autrement dit des entités produites comme conséquence d'une activité humaine (par opposition aux entités *naturelles*), qui est plus large que la classe des artefacts. Parmi celles-ci figurent des entités correspondant à des « effets de bord » non désirés d'actions intentionnelles (ex : les artefacts expérimentaux, de la sciure de bois, des cheveux coupés, de l'herbe tondue) ou aux effets d'une série d'actes intentionnels non coordonnés et ne pouvant compter pour une intention collective (ex : suivant l'analyse de (Hilpinen, 1992), reprise par (Thomasson, 2003), un chemin qui résulterait d'une série d'actes intentionnels consistant à emprunter le plus court chemin à travers champ entre deux emplacements ne peut être considéré comme un artefact).

Suivant une définition stricte de l'*intention*, les artefacts sont donc à considérer comme des entités artificielles (préalablement) intentionnellement produites et possédant un auteur. Nous en venons à la raison pour laquelle l'artefact est produit.

2.2 Compétences et fonctions

Un artefact est produit pour permettre à son auteur, ou une autre entité, d'effectuer quelque chose, autrement dit de réaliser une *action* : c'est là sa *fonction*. Plusieurs théories de fonctions ont été proposées dans la littérature, notamment en

philosophie et en ingénierie, cependant aucune n'est largement admise et la plupart (en philosophie) concernent la fonction naturelle d'entités biologiques et de leurs parties. Nous préférons donc proposer une notion de fonction qui soit adaptée à la définition des artefacts. Comme nous venons de convoquer la notion d'*action*, nous continuons à nous placer dans une théorie de l'action. Pour souligner la nature de *capacité* que nous conférons à la fonction, nous définissons celle-ci en dressant un parallèle avec la notion de *compétence* et celle d'*agent*, couramment définies en Intelligence Artificielle comme suit :

- Une *compétence* est la capacité à réaliser une action,
- Un *agent* est une entité ayant la capacité à réaliser une action.

Le terme « capacité » indique un potentiel qui est exploité lors de la réalisation d'une action et rend cette dernière possible. En tant que potentiel, la compétence est à distinguer de l'action à laquelle elle se rapporte et du fait que cette action réussisse ou échoue, donc du fait que le résultat visé existe ou pas. À noter que l'action à laquelle il est fait référence correspond à un type d'action plutôt qu'à une action individuelle, la capacité à réaliser une action supposant la capacité à répéter cette action. La compétence est attribuée à une entité, l'*agent*. Ce potentiel pouvant être acquis puis perdu, il doit être distingué d'une *qualité* qui, à l'instar de la masse ou de la couleur d'un objet physique, est inhérente à l'entité.

Concernant la notion d'*agent* : le terme « agent » est couramment utilisé selon deux sens principaux, celui d'un rôle temporel joué par une entité lors d'une action individuelle – ce rôle est appelé dans la littérature « rôle de participation » ou « rôle thématique » (Sowa, 2000) -, et celui, que nous venons d'introduire, d'une entité à laquelle est attribuée une compétence. Pour distinguer ces deux notions, nous emploierons dorénavant les termes « agent » (pour le rôle) et « agentive » (pour le statut). Ces deux notions sont liées : un *agentive* est une entité à laquelle quelqu'un attribue un statut, la capacité à pouvoir jouer le rôle d'*agent* dans des actions.

Par analogie, nous proposons pour les notions de *fonction* et d'*entité fonctionnelle*, d'adopter les définitions suivantes :

- Une *fonction* est la capacité à permettre de réaliser une action,
- Une *entité fonctionnelle* est une entité ayant la capacité à permettre de réaliser une action.

Cette notion de fonction rejoint celle proposée par les théories de fonctions que Kroes et Meijers (2006) qualifient d'intentionnelles :

“Intentional theories take as their starting point that agents ascribe functions to artefacts by embedding them in means-ends relations. Objects and their parts ‘have’ functions only insofar as they contribute to the realization of a goal”.⁶

Nous noterons également la proximité de notre notion de fonction avec celle de *function as effect* proposée en ingénierie par (Chandrasekaran & Josephson, 2000) :

⁶ On peut toutefois noter que notre définition est plus stricte, dans la mesure où nous subordonnons la fonction à la réalisation d'une action : nous assimilons en effet le « but » à celui des actions que l'artefact permet à son utilisateur de réaliser.

“All the meanings for the term “function” arise from the idea of a machine, system or a person *doing* something or having a property that is *intended* or *desired* by someone, or deemed as appropriate from someone’s point of view. Thus the ontology of function starts with the ontology of behavior, but it is distinguished by the fact that some agent regards it as desirable or intends the behaviour. All the other terms – structure, behaviour, causal models – are neutral with respect to intent [...] Thus a central meaning of function is *function as (desired) effect*.”

Ces auteurs considèrent la notion de *comportement* comme première. Bien que notre ontologie ne fasse pas de place à cette notion, nous retrouvons toutefois une notion proche avec les couples (rôle, action) représentant des *manières de participer à des actions*. En assimilant un comportement à un tel couple, nous pouvons voir que la distinction entre nos notions de *fonction* et de *compétence* repose sur une distinction entre deux comportements : capacité à participer en tant qu'*agent* pour la *compétence* ; capacité à participer en tant qu'*instrument* pour la *fonction*. Le rôle d'*instrument*, que traduit la présence du verbe « permettre » dans la définition, est à prendre au sens large d'*apporter une aide à un agent pour la réalisation d'une action*.

Concernant finalement la notion d'*entité fonctionnelle* : de même que nous avons distingué supra le rôle temporel de participation d'*agent* et le statut d'*agentive* attribué à une entité, nous retrouvons le rôle d'*instrument* et le statut d'*entité fonctionnelle*. Munis des notions de *fonction* et d'*entité fonctionnelle*, nous pouvons à présent compléter notre notion d'*artefact*.

2.3 Entités fonctionnelles et artefacts

Nous en étions restés à caractériser un artefact comme une entité intentionnellement produite. Considérant qu'un artefact est produit pour une certaine raison, nous ajoutons qu'un artefact est nécessairement une entité fonctionnelle.

Cet ajout revient à considérer que la production intentionnelle d'un artefact s'accompagne d'un acte mental d'attribution d'une fonction à cet artefact. Suivant la théorie « intentionnelle-historique » des concepts d'artefacts, proposée par le psychologue Paul Bloom (1996), un artefact est toujours conçu par rapport à un type existant⁷. En conséquence, il « hérite » de la fonction communément attribuée à ce type d'artefact, qu'il conserve aussi longtemps qu'il existe en tant que membre du type d'artefact. En ce sens, il est possible d'affirmer, à l'instar de Lynne Rudder Baker (2004), que les artefacts sont *essentiellement* fonctionnels. En ce sens également, on peut considérer que les artefacts ont une nature duale étant à la fois des objets physiques et des objets fonctionnels (Kroes & Meijers, 2006).

À noter, pour distinguer nos notions d'*entité fonctionnelle* et d'*artefact*, qu'à l'inverse, une entité fonctionnelle n'est pas nécessairement un artefact, ni même une entité artificielle. Comme l'indiquent Borgo & Vieu (2006), un objet naturel comme un galet peut très bien être considéré comme un presse-papier. De même, un artefact

⁷ (Bloom, 1996, p. 10) : “We construe the extension of artifact kind *X* to be those entities that have been successfully created with the intention that they belong to the same kind as current and previous *Xs*. ”

déjà conçu, par exemple une agrafeuse, peut se voir attribuer une fonction différente de celle de son type, à savoir celle de presse-papier (faute de mieux !).

En résumé, nous assimilons un artefact à une entité produite intentionnellement comme faisant partie d'un certain type d'artefact et se voyant par là même attribuer la (ou les) fonction(s) communément attachée(s) à ce type d'artefact. Par ailleurs, comme tout type d'entité (naturelle ou artificielle), d'autres fonctions peuvent lui être attribuées. Nous allons par la suite proposer une formalisation logique pour cette conceptualisation. Auparavant, nous présentons notre cadre conceptuel de référence en introduisant les primitives de l'ontologie DOLCE.

3 Cadre ontologique de référence

Suivant des principes philosophiquement fondés, le domaine de DOLCE (Masolo *et al.*, 2003) – les *Particulars* (PT)⁸ – est partitionné en quatre sous-domaines :

- Les *Endurants* (ED) sont des entités « durantes dans le temps » (ex. : le présent article). Parmi les *Endurants* sont distingués les *Physical Objects* (POB) et les *Non-Physical Objects* (NPOB), les premiers étant les seuls à posséder des qualités spatiales directes. Le domaine des *Non-Physical Objects* recouvre le domaine des entités sociales (ex. : la communauté francophone des chercheurs en Ingénierie Ontologique) et des entités cognitives parmi lesquelles figurent les *Concepts* (CPT) (ex. : votre notion d'ontologie) réifiant des types d'instances.
- Les *Perdurants* (PD) sont des entités se « déroulant dans le temps » (ex. : votre lecture de l'article). Parmi les *Perdurants* sont distingués, suivant un principe de cumulativité, les *Statives* et les *Events*⁹. Parmi ces derniers, suivant qu'ils sont atomiques ou non, les *Achievements* sont distingués des *Accomplishments*. Finalement, au sein des *Accomplishments*, les *Actions* (ACT) « exemplify the intentionality of an agent » : il s'agit ainsi d'*Accomplishments* qui sont contrôlés par un agent¹⁰.
- *Endurants* et *Perdurants* ont des *Qualities*, que nous percevons et/ou mesurons (ex. : le poids de la copie papier de l'article entre vos mains, la durée de votre lecture de l'article).
- Ces *Qualities* prennent une valeur (*Quale*) dans des régions de valeurs qui sont des *Abstracts* (ex. : 25 grammes, 20 minutes).

⁸ Les ontologies présentées dans l'article n'existant qu'en langue anglaise, nous conservons les étiquettes anglaises pour nommer les entités conceptuelles. Ces étiquettes sont écrites en *Italique* (avec une première majuscule), pour les concepts, et dans une *notation ALA/JAVA*, pour les relations. Nous associons également à l'entité un nom abrégé, qui est utilisé pour la formalisation logique.

⁹ La somme méréologique de deux *Statives* (ex. : être assis) est un *Stative* du même type, cette propriété n'étant pas valable pour des *Events* (ex. : un match de football).

¹⁰ La notion d'*Action* figure en réalité dans DOLCE-Lite+, une extension « brouillon » de DOLCE, sans être formellement définie. Nous introduirons la relation *contrôle* et le rôle *Agent* dans la section suivante.

On notera également la principale relation entre *Endurants* et *Perdurants*, la relation ternaire de participation temporelle (PC) signifiant que : *un Endurant participe à un Perdurant durant un Time Interval*.

4 Formalisation de notre notion d'artefact

Dans cette section, nous proposons une formalisation de notre notion d'artefact. Suivant le mode originel de spécification de DOLCE, nous élaborons une théorie logique du 1^{er} ordre comportant différents types de formules : des Axiomes (A), des Définitions (D), des Théorèmes (T) et des Faits (F). Les variables apparaissant libres dans les formules doivent être considérées comme universellement quantifiées.

4.1 Rôles de participation

Comme nous l'avons vu dans l'analyse informelle menée en introduction, notre notion d'*artefact* repose sur des notions comme celles d'*agent* et d'*instrument* qui s'apparentent à des rôles de participation, autrement dit à des manières, pour des *Endurants*, de participer temporellement à des *Perdurants*. Pour modéliser de tels rôles, nous introduisons des relations primitives spécialisant la relation *PC* de participation temporelle. Nous définissons ainsi les relations *isAgentOfAt* (A1), *isInstrumentOfAt* (A2) et *isResultOfAt* (A3) signifiant respectivement que : i) *une entité contrôle l'action à laquelle elle participe* ; ii) *une entité est utilisée (par l'entité contrôlant l'action) pour aider à réaliser cette action* ; et iii) *une entité actualise (pour l'entité contrôlant l'action) le but visé par cette action*. On peut noter que ces rôles ne sont définis que vis-à-vis d'Actions. L'entité participante est pour sa part nécessairement un *Endurant* (T1)(T2)(T3).

- (A1) $isAgentOfAt(x,y,t) \rightarrow PC(x,y,t) \wedge ACT(y)$
(T1) $isAgentOfAt(x,y,t) \rightarrow ED(x)$
(A2) $isInstrumentOfAt(x,y,t) \rightarrow PC(x,y,t) \wedge ACT(y)$
(T2) $isInstrumentOfAt(x,y,t) \rightarrow ED(x)$
(A3) $isResultOfAt(x,y,t) \rightarrow PC(x,y,t) \wedge ACT(y)$
(T3) $isResultOfAt(x,y,t) \rightarrow ED(x)$

Ces relations permettent de définir des classes d'*Endurants* suivant leur manière de participer à une *Action* (D1)(D2)(D3) et de spécialiser à leur tour ces classes suivant le type d'*Action* à laquelle l'*Endurant* participe (D4)(D5)(D6).

- (D1) $Agent(x) =_{def} ED(x) \wedge \exists y,t(isAgentOfAt(x,y,t))$
(D2) $Instrument(x) =_{def} ED(x) \wedge \exists y,t(isInstrumentOfAt(x,y,t))$
(D3) $Result(x) =_{def} ED(x) \wedge \exists y,t(isResultOfAt(x,y,t))$
(D4) $AgentOfWritting(x) =_{def} ED(x) \wedge \exists y,t(Writting(y) \wedge isAgentOfAt(x,y,t))$
(T4) $AgentOfWritting(x) \rightarrow Agent(x)$
(D5) $InstrumentOfPaperKeeping(x) =_{def} ED(x) \wedge \exists y,t(PaperKeeping(y) \wedge isInstrumentOfAt(x,y,t))$
(T5) $InstrumentOfPaperKeeping(x) \rightarrow Instrument(x)$

- (D6) $\text{ResultOfDiagnosing}(x) =_{\text{def}} \text{ED}(x) \wedge \exists y,t(\text{Diagnosing}(y) \wedge \text{isResultOfAt}(x,y,t))$
 (T6) $\text{ResultOfDiagnosing}(x) \rightarrow \text{Result}(x)$

Une telle modélisation conduit à considérer une taxinomie de rôles de participation sous le concept *Endurant* (cf. Fig. 1). Cette figure illustre surtout, avec le rôle *Instrument*, le choix de modélisation retenu pour les instances de ces rôles. Ainsi, pour prendre l'exemple d'un objet physique comme un galet jouant temporairement le rôle d'aider à maintenir des papiers, nous ne considérons dans notre modèle qu'une seule entité sur laquelle portent deux points de vue différents (F1)(F2). Il convient de noter que cette conceptualisation est conforme au paradigme courant de modélisation des rôles (Steimann, 2000).

- (F1) $\text{Pebble}(\text{Pebble}\#i)$
 (F2) $\text{InstrumentOfPaperKeeping}(\text{Pebble}\#i)$

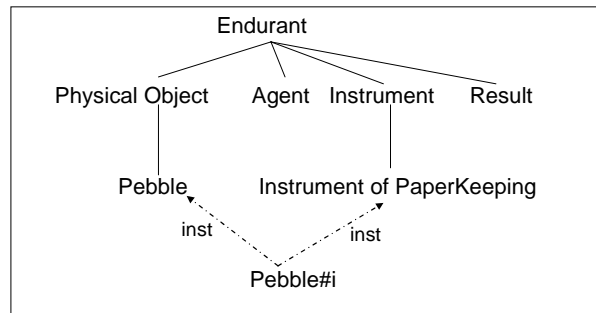


Fig. 1 – Pebble#i a pour type Pebble et joue le rôle de InstrumentOfPaperKeeping

4.2 Compétences et fonctions

La modélisation des rôles de participation *Agent* et *Instrument* nous permet d'aborder la modélisation des notions de *compétence* et de *fonction*.

Ces dernières notions reposent, comme on l'a vu, sur l'attribution de capacités à des entités. Pour rendre compte de cette attribution, nous introduisons la relation primitive *hasCapacity* (A4) signifiant qu'une entité (nécessairement un *Endurant*) a la capacité d'exercer un rôle donné dans une classe d'Actions donnée. La capacité attribuée correspondant à différentes façons d'exercer ce rôle dans des actions, certes d'un même type, mais diverses, nous l'assimilons à l'idée générale (un *Concept*) de jouer ce rôle dans ce type d'action. Un *Concept* classe temporairement des entités : la relation *classifiesAt* (A5) signifie qu'un *Concept* classe une entité durant un intervalle de temps ou, formulé en d'autres termes, qu'une entité vérifie durant un intervalle de temps l'ensemble des propriétés constituant le *Concept*. Une *Capacity* est dès lors définie comme un *Concept* de rôles de participation à des Actions – un *Role* - (A6) attribué à un *Endurant* (D7). À noter la notation utilisée pour nommer les constantes désignant des *Concepts* : le nom du prédicat est placé entre crochets (ex : [Physical Object]).

- (A4) $\text{hasCapacity}(x,y) \rightarrow \text{ED}(x) \wedge \text{Role}(x)$
 (A5) $\text{classifiesAt}(x,y,t) \rightarrow \text{ED}(y) \wedge \text{PT}(x) \wedge \text{T}(t)$
 (F3) $\text{classifiesAt}([\text{Pebble}], \text{Pebble}\#i, t\#j)$
 (A6) $\text{Role}(x) \rightarrow \text{CPT}(x) \wedge \forall y,t(\text{classifiesAt}(x,y,t) \rightarrow \text{ED}(y) \wedge \exists z,t'(\text{ACT}(z) \wedge \text{PC}(y,z,t')))$
 (D7) $\text{Capacity}(x) =_{\text{def}} \text{Role}(x) \wedge \exists y(\text{hasCapacity}(y,x))$

Suivant le rôle (*Agent* ou *Instrument*) exercé, la *Capacity* devient une *Competence* (D8) ou une *Function* (D10). La *Competence* et la *Function* les plus abstraites correspondent respectivement aux concepts d'*Agent* et d'*Instrument* (F4)(F6), autrement dit aux idées respectives de contrôler et d'aider à réaliser une *Action*. Une *Competence* plus spécifique est le concept d'*AgentOfDiagnosing* (F5) ; une *Function* plus spécifique est celle d'*InstrumentOfPaperKeeping* (F7).

- (D8) $\text{Competence}(c) =_{\text{def}} \text{Capacity}(c) \wedge \forall y,t(\text{classifiesAt}(c,y,t) \rightarrow \text{Agent}(y))$
 (D9) $\text{hasCompetence}(x,c) =_{\text{def}} \text{hasCapacity}(x,c) \wedge \text{Competence}(c)$
 (F4) $\text{Competence}([\text{Agent}])$
 (F5) $\text{Competence}([\text{AgentOfDiagnosing}])$
 (D10) $\text{Function}(f) =_{\text{def}} \text{Capacity}(f) \wedge \forall y,t(\text{classifiesAt}(f,y,t) \rightarrow \text{Instrument}(y))$
 (D11) $\text{hasFunction}(x,f) =_{\text{def}} \text{hasCapacity}(x,f) \wedge \text{Function}(f)$
 (F6) $\text{Function}([\text{Instrument}])$
 (F7) $\text{Function}([\text{InstrumentOfPaperKeeping}])$

Les primitives que nous venons d'introduire permettent finalement de définir deux catégories d'*Endurants* : des *Agentives*, auxquels une *Competence* est attribuée (D12), et des *FunctionalObjects*, auxquels une *Function* est attribuée (D13).

- (D12) $\text{Agentive}(x) =_{\text{def}} \text{ED}(x) \wedge \exists y(\text{hasCompetence}(x,y))$
 (D13) $\text{FunctionalObject}(x) =_{\text{def}} \text{ED}(x) \wedge \exists y(\text{hasFunction}(x,y))$

4.3 Artefacts

Pour définir finalement le concept d'*artefact*, il nous reste une étape à franchir : définir la notion d'*artificialité*. Le terme « artificiel » s'oppose couramment au terme « naturel » pour désigner toute entité « découlant » ou « résultant » d'une action humaine. Dans cette phrase, nous avons volontairement accolé les termes « découler » et « résulter » pour souligner leur large synonymie. Sur le plan sémantique, pour notre modélisation, nous avons besoin d'une primitive conceptuelle traduisant une notion de *conséquence* mais n'entretenant aucun lien avec le but visé par l'action (contrairement au concept *Result*). Nous introduisons ainsi la relation *isConsequenceOf* (A7) pour pouvoir désigner une entité dont, soit l'existence, soit des propriétés, découlent ou « sont la conséquence » d'une Action, autrement dit une entité produite ou transformée au cours d'une Action. Plutôt qu'une relation temporelle de participation à une Action, à l'instar de la relation *isResultOfAt*, la relation *isConsequenceOf* introduit une propriété « historique » (le fait d'avoir été créé ou transformé par une Action) qui demeure satisfaite par l'entité tant que celle-ci existe, ou tant que les modifications apportées subsistent.

- (A7) $\text{isConsequenceOf}(x,y) \rightarrow \text{ED}(x) \wedge \text{ACT}(y)$

La relation *isConsequenceOf* permet de définir le concept *ArtificialObject* (D14) et ce dernier permet finalement de définir notre concept *Artefact* (D15)(T7) : il s'agit d'un *ArtificialObject* résultat (au sens de la relation *isResultOfAt*) de l'Action l'ayant produit (ce résultat était donc visé) et auquel une *Function* est attribuée (c'est un *FunctionalObject*). Comme conséquence de cette modélisation, deux catégories de *FunctionalObjects* sont considérées (cf. Fig. 2) : des entités qui, à l'instar des presse-papiers (*Paper-Weight*) (D16)(T8), peuvent être indifféremment naturels ou artificiels, et des *Artefacts* qui, à l'instar des agrafeuses (*Stapler*) (D17), sont nécessairement des *ArtificialObjects*.

(D14) $ArtificialObject(x) =_{def} ED(x) \wedge \exists y(isConsequenceOf(x,y))$

(D15) $Artefact(x) =_{def} ED(x) \wedge \exists y,t(isConsequenceOf(x,y) \wedge isResultOfAt(x,y,t)) \wedge FunctionalObject(x)$

(T7) $Artefact(x) \rightarrow ArtificialObject(x)$

(D16) $Paper-Weight(x) = ED(x) \wedge hasFunction(x,[InstrumentOfPaperKeeping])$

(T8) $Paper-Weight(x) \rightarrow FunctionalObject(x)$

(D17) $Stapler(x) =_{def} Artefact(x) \wedge hasFunction(x,[InstrumentOfPaperStapling])$

Comme pour les rôles de participation, ce mode de définition des *Artefacts* revient à spécialiser le concept *Endurant* au moyen d'une nouvelle taxinomie et à considérer des entités ayant tout à la fois un type et remplissant une (ou plusieurs) fonctions(s).

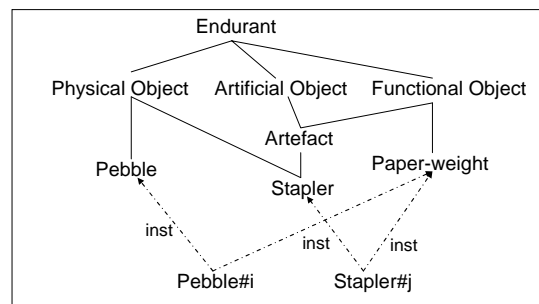


Fig. 2 – Pebble#i a pour type Pebble et remplit la fonction de Paper-Weight ; Stapler#j a pour type Stapler et remplit la fonction de Paper-Weight.

5 Travaux liés

Stefano Borgo et Laure Vieu (2006, 2008) ont récemment jeté les bases d'une ontologie formelle d'artefacts physiques spécialisant également l'ontologie DOLCE. Leur proposition consiste à attribuer aux artefacts un statut ontologique à part entière en leur conférant comme propriété essentielle le fait d'avoir été intentionnellement « créés ». L'acte de création en question correspond à la « sélection » d'un objet physique (ex : un galet) pour en faire un artefact (ex : un presse-papier). La sélection

correspond pour sa part à l'attribution de capacités (ex : maintenir des papiers sans les abimer, être aisément saisissable par la main). Ces capacités, sélectionnées parmi des capacités de l'objet physique *constituant* (au sens de DOLCE) l'artefact, sont assimilées à des *qualités* (toujours au sens de DOLCE) particulières prenant temporellement des valeurs dans un espace de capacités. Bien que l'ontologie de Stefano Borgo et Laure Vieu (B&V) prenne également DOLCE comme référence, nous pouvons noter plusieurs différences significatives entre les deux ontologies.

En premier lieu, B&V considèrent trois entités – l'artefact, l'objet physique constituant l'artefact et la quantité de matière constituant l'objet physique – là où nous ne considérons que les deux dernières. Nous adoptons ainsi une stratégie de modélisation plus réductionniste. Ceci revient à admettre qu'un concept d'artefact comme celui de chaise est un concept complexe comportant, d'une part, la description d'une catégorie d'objets physiques et, d'autre part, la propriété d'avoir été créé intentionnellement ainsi qu'une ou plusieurs propriétés fonctionnelles.

En second lieu, on notera que B&V utilisent le terme "artefact" en lieu et place de notre terme "entité fonctionnelle". Comme nous l'avons noté, B&V assimilent la création d'un artefact à l'attribution d'une fonction à un objet, ce qui pour nous correspond à l'attribution d'une propriété à un objet déjà existant. De fait, B&V ne considèrent pas dans leur analyse la création intentionnelle de l'objet physique. Ce faisant ils s'éloignent, nous semble-t-il, de la définition courante d'artefact.

Enfin, une différence importante tient à la nature accordée à la *capacité*. Pour B&V, la capacité est assimilée à une qualité inhérente à une entité, prenant des valeurs dans un espace de capacités. Dans notre approche, au contraire, une capacité (fonction ou compétence) étant assimilée à un concept attribué par un observateur à une entité, nous la considérons comme extrinsèque à l'entité. Notre modélisation de ces capacités passe par l'introduction dans le domaine de propriétés réifiées. Moyennant cette introduction, nous disposons d'un ensemble de concepts et de relations permettant de décrire des artefacts spécifiques en les reliant à des actions spécifiques. À noter toutefois, sur le plan de la représentation des connaissances, que nous sortons des capacités d'inférence des logiques de description.

6 Conclusion

Dans cet article, nous avons proposé un cadre conceptuel pour rendre compte de la nature générale des artefacts, qui reprend la notion philosophique courante d'artefact et la précise en tenant compte de la littérature récente sur ce sujet. Ce cadre pose les bases d'une ontologie d'artefacts que nous espérons suffisamment solides pour permettre d'élaborer une ontologie plus large. En vue d'étendre cette proposition, nous avons inscrit deux objectifs dans notre agenda recherche.

D'une part, notre ontologie étant ancrée dans une ontologie d'actions largement informelle, nous avons le projet de compléter et de formaliser cette dernière. Nous souhaitons notamment disposer de principes pour définir des types d'actions. Nous considérons en effet que ceci constitue un préalable pour définir des types d'entités fonctionnelles et, par là même, des types d'artefacts.

D'autre part, nous comptons évaluer notre ontologie en la confrontant à un domaine spécifique d'artefacts, celui des programmes informatiques. Il s'agit là de poursuivre un travail déjà engagé (Kassel *et al.*, 2007) consistant à évaluer la pertinence de notre cadre conceptuel à rendre compte de notions comme celles de *programme*, *plate-forme (logicielle et/ou matérielle)* ou *service Web*, ces notions désignant des entités à la fois structurelles et fonctionnelles à des degrés divers.

Références

- BAKER L.R. (2004). The Ontology of Artifacts. *Philosophical Explorations*, 7(2), p. 99-111.
- BLOOM P. (1996). Intention, history, and artifacts concepts, *Cognition*, vol. 60, p. 1-29.
- BORGO S. & VIEU L. (2006). From Artefacts to Products. In Proceedings of the *second Workshop: Formal Ontologies meet Industry (FOMI 2006)*, Trento (Italie).
- BORGO S. & VIEU L. (2008). Artifacts in formal ontology. In A. MEIJERS (ed.), *Handbook of the Philosophy of the Technical Sciences*, volume 2: Artifact ontology and artefact epistemology, Elsevier.
- CHANDRASEKARAN B. & JOSEPHSON J.R. (2000). Function in device representation. *Engineering with Computers*, vol. 16, n° (3/4), p. 162-177.
- HILPINEN R. (1992). On Artifacts and Works of Art. *Theoria*, vol. 58, p. 58-82.
- HILPINEN R. (2004). Artifact. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, 2004. Disponible à <http://plato.stanford.edu/entries/artifact/>.
- KASSEL G., LANDO P., LAPUJADE A. & FURST F. (2007). Des Artefacts aux Programmes. In F. GARGOURI *et al.* (eds), *Actes de la 1^{ère} édition des Journées Francophones sur les Ontologies (JFO 2007)*, Sousse (Tunisie), p. 281-300.
- KROES P. & MEIJERS A. (2006). The dual nature of technical artefacts. *Studies in History and Philosophy of Science*, vol. 37, p. 1-4.
- LANDO P., LAPUJADE A., KASSEL G. & FURST F. (2007). Towards a general ontology of computer programs. In Proceedings of the *2nd International Conference on Software and Data Technologies (ICSODT 2007)*, Conference area: Knowledge Engineering, Barcelona (Spain).
- MASOLO C., BORGO S., GANGEMI A., GUARINO N., OLTRAMARI A. & SSCHNEIDER L. (2003). The WonderWeb Library of Foundational Ontologies and the DOLCE ontology. *WonderWeb Deliverable D18, Final Report*, vr. 1.0.
- PACHERIE E. (2000). The content of intentions. *Mind and Language* 15, p. 400-432.
- SOWA J.F. (2000). *Knowledge Representation: logical, philosophical, and computational foundations*, Brooks/Cole.
- STEIMANN F. (2000). On the representation of roles in object-oriented and conceptual modelling. *Data and Knowledge Engineering*, 35, p. 83-106.
- TEMAL L., DOJAT M., KASSEL G. & GIBAUD B. (2008). Towards an ontology for sharing medical images and regions of interest. *Journal of Biomedical Informatics*, 41, p. 766-778.
- TEMAL L., LANDO P., GIBAUD B., DOJAT M., KASSEL G. & LAPUJADE A. (2006). OntoNeuroBase: a multi-layered application ontology in neuroimaging. In Proceedings of the *2nd Workshop: Formal Ontologies Meet Industry (FOMI 2006)*, Trento (Italy).
- THOMASSON A.L. (2003). Realism and Human Kinds. *Philosophy and Phenomenological Research*, vol. LXVII, n°3, p. 580-609.