

# Terminologie et Ontologie pour l'Héritage Culturel : Le projet Tao Ci

Wei Tong\*\*, Christophe Roche\*, Yangli Jia\*\*, Maria Papadopoulou\*

\* Condillac Research Group, LISTIC Lab. Université Savoie Mont Blanc (France)

\*\* KETRC Research Center, University of Liaocheng (China)

weitong315@163.com, roche@univ-savoie.fr,

jiayangli@163.com, mpapado811@gmail.com

**Résumé.** La publication de données culturelles dans un format ouvert et interopérable, ainsi que leur mise en relation avec des collections existantes, sont devenues des enjeux prioritaires pour la préservation et la diffusion de l'Héritage Culturel [Hyvönen, 2012]. Dans ce contexte, les ontologies du web sémantique constituent une des approches les plus intéressantes pour la description et la structuration des objets culturels qui aboutissent à des représentations ouvertes et partageables [Simou *et al.* 2017]. Elles permettent également de définir une terminologie multilingue, élément indispensable à la communication et au partage des connaissances. Dans le cadre de cet article, nous nous sommes intéressés à la construction de l'ontologie et de la terminologie (ontoterminologie) des vases chinois en céramique des dynasties Ming et Qing. Nous nous intéresserons plus particulièrement à la méthodologie suivie pour la construction de l'ontologie et sa représentation en OWL. Nous verrons ainsi l'intérêt d'une méthode guidée par les termes dans la construction du système conceptuel et de l'apport d'une analyse morphologique des termes en chinois. Nous verrons ensuite le problème que pose une modélisation en logique de description (ontologie en OWL, construite à l'aide de l'environnement Protégé) de concepts définis comme combinaisons uniques de caractéristiques essentielles suivant en cela la démarche des experts et les principes des normes ISO en Terminologie [ISO 1087], [ISO 704].

## 1. Introduction

On peut définir le Patrimoine (Héritage) Culturel comme l'ensemble des biens hérités des générations passées, qu'ils soient matériels ou immatériels, relatifs à la culture d'un groupe ou d'une société. La mise à disposition au format numérique de ces biens participe à la préservation et à la diffusion de l'héritage culturel. Parmi les biens matériels les plus emblématiques, les vases occupent une place toute particulière, témoins omniprésents d'une société et d'une culture – il suffit de penser aux vases de la Grèce antique et à la richesse de leurs décors<sup>1</sup> [Mertens 2010].

Dans le cadre de notre travail, nous nous sommes intéressés aux vases en céramique chinois des dynasties Ming (1368-1644) et Qing (1644-1911) utilisés à des fins décoratives et dont il existe de nombreuses collections réparties dans différents musées en Chine. Si certaines de ces collections ont été numérisées, elles sont rarement accessibles dans un format ouvert et restent isolées. De plus, l'absence de terminologies clairement identifiées est un obstacle à la communication et au partage des connaissances.

Le projet Tao Ci ('céramique' en chinois) a été initié en 2017 dans le cadre du doctorat de Wei Tong, mené en codirection par l'Université Savoie Mont-Blanc et l'Université de Liaocheng (Chine). Ce projet vise à répondre à cette problématique par la mise en œuvre de pratiques relevant du web sémantique et de l'ingénierie des connaissances, et plus particulièrement par la construction sous un format du W3C d'une ontoterminologie dédiée aux vases chinois des dynasties Ming et Qing, c'est-à-dire la construction d'une conceptualisation du domaine (ontologie) et d'une terminologie bilingue (anglais-chinois) sous la forme d'un dictionnaire électronique.

Face à la difficulté qu'ont les experts dans la manipulation d'environnements comme Protégé<sup>2</sup> dans la construction d'ontologies<sup>3</sup> au format du W3C, nous avons décidé de tenir compte de la façon de penser des experts dans un domaine similaire [Roche & Papadopoulou 2019] et des principes termi-

- 
- 1 "How to Read Greek Vases". Joan R. Mertens, The Metropolitan Museum of Art, Yale University Press, 2010. La poterie peinte grecque, en dehors de ses fonctions utilitaires, a offert aux artistes un moyen de dépendre leurs mythes et les détails de leur existence quotidienne.
  - 2 Protégé est l'environnement de construction d'ontologies le plus utilisé. Développé par l'Université de Stanford, ouvert et libre, il bénéficie d'une importante communauté d'utilisateurs. <https://protege.stanford.edu/>
  - 3 "As the group that developed Protégé, the most widely used ontology editor, we are keenly aware of how difficult the users perceive this task to be" [Horridge *et al.* 2013]

nologiques préconisés par les normes ISO [ISO 1087], [ISO 704]. Dans ce cadre, la notion de caractéristique essentielle tient une place prépondérante. La définition aristotélicienne du terme en genre prochain et différence spécifique repose sur elle, tout comme la définition du concept comme combinaison unique de caractéristiques [ISO 1087]. Cela n'est pas sans conséquence sur la méthodologie de construction de l'ontologie et son expression dans Protégé. La notion de caractéristique essentielle n'existant pas en logique de description, elle devra donc être traduite.

L'article est structuré de la façon suivante. La deuxième section présente le domaine et la façon dont a été construit le « jeu de données », c'est-à-dire les vases qui serviront à la fois à la construction, l'illustration et la validation de l'ontologie. La troisième section est dédiée au rappel des objectifs du projet Tao Ci et aux « questions de compétences », notre ontologie devra y répondre. Un état de l'art nous permettra de lister les ressources auxquelles l'ontologie Tao Ci sera liée. Nous verrons ensuite la méthodologie que nous avons suivie, en particulier pour l'identification des caractéristiques essentielles qui reposera à la fois sur la comparaison d'objets (vases) tant d'un point de vue fonctionnel que structurel, et sur une analyse morphologique des termes chinois, les caractères les composant étant porteurs de sens au regard des connaissances qu'ils désignent. Nous verrons ensuite comment traduire les combinaisons de caractéristiques essentielles (qui définissent des concepts) sous la forme de restrictions de propriétés en Protégé. Il restera enfin à évaluer l'ontologie ainsi construite. Nous concluons en rappelant l'importance d'une démarche guidée par les termes et les caractéristiques essentielles.

## 2. Le domaine des vases en céramique chinois

### 2.1. Les dynasties Ming et Qing

La civilisation chinoise est une des civilisations les plus anciennes. La diversité et la complexité des vases chinois sont une des illustrations de la richesse de la culture chinoise. Dans ce contexte, nous nous sommes intéressés aux vases en céramique chinois, et plus précisément aux récipients en argile cuits à haute température utilisés à des fins décoratives, des dynasties Ming et Qing [冯先铭, 2002], et dont il existe de nombreuses collections réparties dans différents musées en Chine. Les vases de ces deux dynasties rentrent dans une même classification (à l'exception des vases « reward vase » (赏瓶)). Ils se distinguent principalement par leur décoration (voir figures 1 et 2).

Les céramiques de la dynastie Ming (1368-1644) étaient célèbres pour la variété de leurs motifs et pour la hardiesse de leur forme et de leur décoration<sup>4</sup>. Déjà à l'époque de la dynastie Tang (618-907) et de la dynastie Song (960-1279), il existait de nombreux fours célèbres et de nombreux types de récipients en céramique. Dès le début de la dynastie Ming, le four de Jingdezhen est progressivement devenu le lieu de production le plus important, les récipients en céramique représentaient alors la plus haute qualité. Entre 1350 et 1750, Jingdezhen était un centre de production « mondial<sup>5</sup> ».



FIG. 1 – “Double-gourd vase I” (葫芦瓶 I), dynastie Ming.  
<https://www.dpm.org.cn/collection/ceramic/227394.html>

Les céramiques de la dynastie Qing (1644-1911) étaient, quant à elles, célèbres pour leurs décorations polychromes, leurs paysages délicatement peints, leurs motifs d'oiseaux et de fleurs ainsi que leurs émaux multicolores. L'apogée de la production chinoise de céramique a eu lieu sous les règnes des empereurs Kangxi (1661-1722), Yongzheng (1722-1735) et Qianlong (1735-1796), au cours desquels des améliorations ont été constatées dans presque tous les types de céramique, y compris les pièces bleues et blanches, les pièces

4 <http://factsanddetails.com/china/cat7/sub40/item258.html#chapter-11>

5 «La production de porcelaine à Jingdezhen a fait de la ville la capitale mondiale de la porcelaine, ce qu'elle est sans doute encore» He Li (trad. Paul Delifer, fotogr. Kazuhiro Tsuruta), La Céramique chinoise [«Chinese Ceramics»], Paris, Thames & Hudson, 2006

polychromes, les pièces monochromes, etc<sup>6</sup>.. Pendant la dynastie Qing, les potiers ont commencé à utiliser des couleurs vives pour orner les assiettes et les vases de scènes minutieusement peintes.



FIG. 2 – “Double-gourd vase I” (葫芦瓶 I), dynastie Qing.  
<https://www.dpm.org.cn/collection/ceramic/227612.html>

## 2.2. La Collection de vases

La première étape de notre travail a consisté à sélectionner l'ensemble des vases à étudier. Cet ensemble devait être suffisamment représentatif de la richesse du domaine sans être trop conséquent, le but premier étant de définir l'ontologie et non de la «peupler» d'objets. Pour le choix des vases, nous avons adopté trois critères. Les deux premiers portent sur la sélection du musée qui devait remplir les conditions suivantes : la collection de céramiques devait être reconnue comme une référence dans le domaine en Chine et les informations sur la collection être accessibles au public et suffisamment précises pour permettre la construction d'une ontologie. Le troisième principe a été de sélectionner des objets aussi différents que possible, selon leur forme, la technique de fabrication, la décoration, etc. tout en étant représentatifs (prototypiques) des éléments de leur classe. Ainsi, cent quarante-neuf objets ont été

---

6 <https://www.comuseum.com/ceramics/qing/>

sélectionnés dans différents musées en Chine représentant 25 types de vases différents. Quatre-vingt-dix-sept objets proviennent du Palace Museum<sup>7</sup> qui possède la plus importante collection de céramiques. Vingt-deux objets proviennent du Musée national de Chine<sup>8</sup>, vingt-quatre du Musée de Guangdong<sup>9</sup>. Quatre objets proviennent du Musée de Shanghai<sup>10</sup> et deux vases du Musée de la Capitale<sup>11</sup>.

### 3. Objectifs

Le projet Tao Ci vise deux objectifs. Le premier est la construction d'une modélisation des vases en céramique des dynasties Ming et Qing sous la forme d'une ontologie au format du web sémantique qui soit ouverte et partageable. Ce premier objectif n'inclut pas une phase de peuplement de l'ontologie. Le jeu de données, constitué de vases « prototypes » de leur classe, n'est là qu'à des fins de construction et d'illustration. Le deuxième objectif est la définition d'une terminologie bilingue anglais-chinois de ces vases sous la forme d'un dictionnaire terminologique centré sur l'ontologie du domaine accessible sur internet. Ontologie et terminologie sont liées au sens où un terme est une « désignation verbale d'un concept » [ISO 1087-1]. Le résultat de leur mise en relation est une ontoterminologie [Roche 2007]. On se place donc dans le cadre d'une terminologie où on s'intéresse, non pas à la signification des termes construite en discours, mais à ce qu'ils désignent en dehors de tout discours (définitions dites de « chose »). Il n'y a pas non plus de phase d'extraction de candidats termes. En effet, les 25 termes désignant les différents types de vases de notre étude sont connus des experts et directement accessibles à partir de lexiques tels que le « Chinese-English Glossary of Cultural Relics and Archeology » [王殿明 & 杨绮华, 2005] et des sites web des musées : « 贯耳瓶 » (« arrow vase »), « 锤把瓶 » (« awl-handle-shaped vase »), « 玉壶春瓶 » (« bottle Vase »), « 软棒槌瓶 » (« circle rouleau vase »), etc. Néanmoins, on pourra être amené à introduire de nouveaux termes (néologismes) afin de pouvoir désigner des types de vases que la conceptualisation aurait introduits et qu'il serait utile de nommer, par exemple les différents types de « garlic-head vase » (蒜头瓶).

---

7 <https://www.dpm.org.cn/Home.html>

8 <http://www.chnmuseum.cn/>

9 <http://www.gdmuseum.com/>

10 <https://www.shanghaimuseum.net/museum/frontend/>

11 <http://www.capitalmuseum.org.cn/>

Enfin, l'écriture de «questions de compétences» a permis de préciser les spécifications de l'ontologie [Ren *et al.* 2014]. Le tableau 1 en liste quelques-unes (les variables commencent par un point d'interrogation, les références à un individu par l'article indéfini en anglais).

QC	Questions de compétences	Classe(s)	<i>Relation</i>
1	Quels sont les différents types de vase ?	Vase	?vase <i>isA</i> Vase
2	Dans quel matériau est fait un vase ?	Vase, Material	aVase <i>madeOf</i> ?material
3	De quelle couleur est le vernis du vase	Vase, GlazeColor	aVase <i>glazeColor</i> ?glazecolor
4	A quelle dynastie appartient le vase ?	Vase, Dynasty	aVase <i>hasDynasty</i> ?dynasty
5	A quel empereur appartient le vase ?	Vase, Emperor	aVase <i>hasEmperor</i> ?emperor
6	Quels sont les termes anglais et chinois désignant les vases ?	Vase	?vase <i>label</i> ?string
7	Quels sont les composants d'un vase ?	Vase, Component	aVase <i>hasComponent</i> ?component
8	A quelle collection appartient le vase ?	Vase, Collection	aVase <i>collectedIn</i> ?collection
9	Dans quel four a été produit le vase ?	Vase	aVase <i>producedIn</i> ?string
10	Quels sont les vases produits sous la Dynastie Qing ?	Vase, Dynasty	?vase <i>hasDynasty</i> Qing

TAB. 1 – Les questions de compétences pour l'ontologie Tao Ci

## 4. État de l'art

L'ouverture de données cultures sur internet s'appuie sur les langages du W3C construits autour de RDF<sup>12</sup> et RDFS<sup>13</sup>. Citons en particulier le vocabulaire DC<sup>14</sup> (Dublin Core) qui propose, dans sa version de base, pour la description de ressources aussi bien physiques (livres, objets culturels, etc.) que numériques (vidéo, images, sites web, etc.), 15 métadonnées<sup>15</sup> : titre, auteur, sujets, format, etc. Le vocabulaire SKOS<sup>16</sup> (Simple Knowledge Organization System) permet la représentation, le partage et la mise en relation de systèmes de connaissances simples tels que les thésaurus, les taxonomies ou des systèmes de classification. Le langage OWL<sup>17</sup> (Web Ontology Language) est destiné, quant à lui, à la construction de systèmes de connaissances complexes définis de façon formelle permettant de vérifier leur consistance. OWL est le langage « incontournable » du W3C pour la construction d'ontologies de domaine.

En dehors de ces langages généralistes, il faut citer les vocabulaires dédiés à la représentation de biens culturels. Dans la mesure ils définissent les concepts et les relations nécessaires à la représentation de ce type de connaissances, ils sont également considérés comme des ontologies de domaine. Ainsi, CIDOC CRM<sup>18</sup> (Comité International pour la DOCUMENTATION Conceptual Reference Model) est devenu un standard international pour le partage de données relatives au patrimoine culturel. EDM<sup>19</sup> (Europeana Data Model) vise le même objectif d'harmonisation de ressources numériques issues des institutions culturelles (bibliothèques, musées, etc.) de l'Union Européenne accessibles à travers la plateforme Europeana<sup>20</sup> [Doerr *et al.*, 2010].

---

12 RDF, pour Resource Description Framework, est un format d'échange de données pour le Web : <https://www.w3.org/RDF/>

13 RDFS, pour RDF Schema, permet d'étendre RDF par la définition de classes et de propriétés afin d'organiser les ressources RDF : <https://www.w3.org/TR/rdf-schema/>

14 <https://www.w3.org/wiki/DublinCore>

15 Les langages de la famille RDF sont appelés indistinctement vocabulaires, terminologies, ontologies, « There is no clear division between what is referred to as “vocabularies” and “ontologies”. » <https://www.w3.org/standards/semanticweb/ontology>, et les termes qui les composent des métadonnées, « Metadata is machine understandable information for the Web » <https://www.w3.org/Metadata/>

16 <https://www.w3.org/TR/2009/REC-skos-reference-20090818/>

17 <https://www.w3.org/OWL/>

18 <http://www.cidoc-crm.org/>. CIDOC CRM a fait l'objet d'une norme internationale ISO en 2006 (dernière version ISO 21127:2014)

19 <https://pro.europeana.eu/page/edm-documentation>

20 <https://www.europeana.eu/fr>

Parmi les ressources disponibles sur lesquelles le projet Tao Ci peut s'appuyer avec profit, citons le thésaurus AAT<sup>21</sup> (Art & Architecture Thesaurus) portant sur l'art, l'architecture et la culture [Soergel, 1995]. On trouve ainsi le terme "arrow vase" défini comme un «type of globular Chinese vase with a long cylindrical neck at the top of which are two tubular loops or lugs.». Le projet Kerameikos<sup>22</sup> est un "collaborative project dedicated to defining the intellectual concepts of pottery following the tenets of linked open data and the formulation of an ontology for representing and sharing ceramic data across disparate data systems." [Gruber & Smith, 2014]. Ontoceramic est une ontologie OWL construite à des fins de catalogage et de classification des céramiques anciennes «an OWL 2 ontology for cataloguing and classifying ancient ceramics» sur par exemple leur forme [Cantone *et al.*, 2015]. Enfin, Lekythos<sup>23</sup> est un projet de construction d'ontoterminologies des vases de la Grèce antique développé au sein de notre laboratoire.

L'ontologie de l'Ingénierie des Connaissances a donné lieu à différentes définitions [Gruber 1993] [Uschold & Gruninger 1996] [Staab & Studer 2009] que passe en revue l'article «What Is an Ontology?» [Guarino *et al.* 2009]. Nous les résumerons en disant qu'une ontologie est une conceptualisation partagée d'un domaine exprimée dans un langage compréhensible par un ordinateur. Elle a également donné lieu à différentes méthodes de construction s'appuyant sur des phases de spécification, acquisition des connaissances, intégration, implémentation, évaluation, etc. Citons parmi ces méthodes, Methontology [Fernández-López *et al.*, 1997], On-To-Knowledge [Sure *et al.*, 2004], NeOn [Suárez-Figueroa *et al.*, 2015].

À notre connaissance, il n'existe aucune ontologie formelle des vases en céramique des Dynasties Ming et Qing.

## 5. Une démarche guidée par les termes et les caractéristiques essentielles

Si la construction d'une ontologie suit un cycle de vie composé de plusieurs étapes [Fernández-López *et al.*, 1997], on peut être amené à adapter certaines d'entre elles et à en introduire de nouvelles afin de tenir compte des spécificités du domaine. La théorie du concept qui sous-tend l'ontologie peut également fortement impacter la méthodologie de construction. Ainsi, les prin-

21 <https://www.getty.edu/research/tools/vocabularies/aat/about.html#scope>

22 <http://kerameikos.org/>

23 <http://o4dh.com/lekythos>

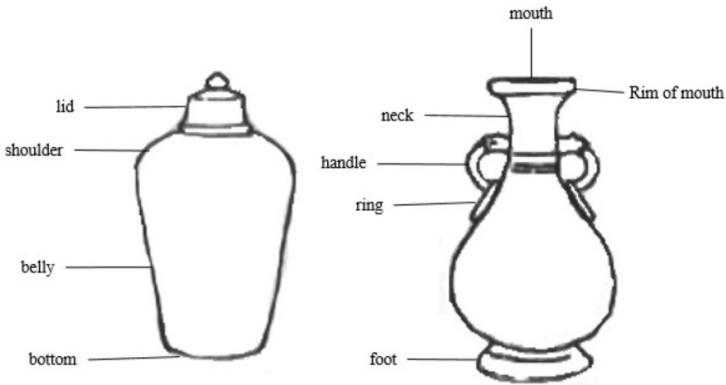
cipes de l'ISO sur la Terminologie pour lesquels un terme est une « désignation verbale d'un concept » [ISO 1087] et un concept défini par une « combinaison unique de caractéristiques » [ISO 1087] nous ont amenés à suivre une démarche guidée par les termes et les caractéristiques essentielles, démarche reprise avec profit dans des travaux menés en Humanités Numériques [Roche & Papadopoulou, 2019]. La recherche des caractéristiques essentielles devient alors la question centrale à laquelle s'ajoute celle de leur combinaison pour la définition de concepts. Le résultat est une méthodologie en 7 étapes : spécification (périmètre, objectifs, questions de compétences), identification des termes et des objets (vases), identification des caractéristiques essentielles, définition des concepts guidée par les termes, implémentation, intégration de ressources externes, évaluation.

## **5.1. Caractéristiques essentielles**

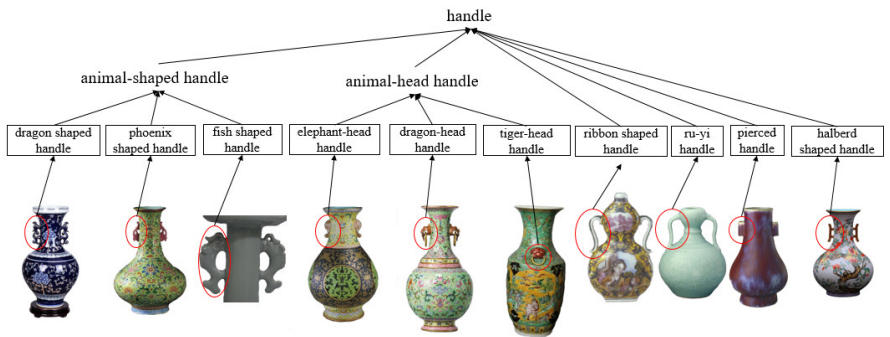
Une caractéristique essentielle est une caractéristique telle que, retranchée de la chose, la chose n'est plus ce qu'elle est. Ainsi, un « arrow vase » sans anses percées n'est plus un « arrow vase ». L'identification des caractéristiques essentielles repose sur deux approches, la première porte sur la comparaison des objets entre eux, la deuxième sur une analyse morphologique des termes chinois.

### **5.1.1. Différences entre objets**

Identifier ce qu'on considère comme des différences essentielles entre objets est un moyen efficace pour identifier les caractéristiques essentielles. Ces différences peuvent être d'ordre fonctionnel, comme les vases pour le transport, le stockage, la décoration, etc. ; d'ordre matériel, en argile, en bronze, en jade ; d'ordre structurel, avec pied, sans pied, avec ou sans anses, etc. L'étude des parties d'un objet joue un rôle fondamental dans cette démarche [Gerstl & Pribbenow, 1996].

FIG. 3 – *Composants d'un vase en céramique.*

Ainsi, les vases chinois se subdivisent en vases avec anses et en vases sans anses, correspondant aux caractéristiques essentielles /avec anses/ et /sans anses/<sup>24</sup>. Les vases avec anses se subdivisant à nouveau selon le type d'anses /dragon-shaped handle/, /elephant-shaped handle/, /pierced handle/, etc. (figure 4).

FIG. 4 – *Les différents types d'anses.*

24 Afin de clairement distinguer les dimensions linguistique et conceptuelle, nous adopterons les conventions d'écriture introduites par l'ontotermologie [Roche 2007] : les noms de concept commencent par une majuscule et seront notés entre chevrons, par exemple <Vase with long neck with pierced handles without lid without ring>, et les termes en minuscules entre guillemets, par exemple «arrow vase», les caractéristiques essentielles entre barres obliques, par exemple /with long neck/, /with pierced handles/.

### 5.1.2. Analyse morphologique des expressions et termes chinois

Les caractères qui composent les termes chinois et les expressions désignant des vases particuliers sont, dans une approche «atomiste» de la signification, porteurs de sens en lien avec les objets qu'ils dénotent. Ainsi, le dernier caractère d'un terme correspond au type de vase, les autres caractères, appelés «modifieurs», en précisent les caractéristiques qu'elles soient essentielles telles que la forme, la matière, les éléments structurels, ou descriptives telles que la couleur ou la dynastie. Par exemple, l'expression “清 雍正 粉青釉 凸花 如意耳 蒜头 瓷 瓶”<sup>25</sup> véhicule les caractéristiques descriptives relatives à la dynastie (“清” dynastie Qing), l'empereur (“雍正” Yongzheng), la couleur du vernis (“粉青釉” vernis de couleur bleue), et le type de décoration (“凸花” fleurs). Elle véhicule également les caractéristiques essentielles portant sur le type d'anses (“如意耳” Ru-Yi handle), de forme (“蒜头” en forme de tête d'ail), de matériau (“瓷” porcelaine). Enfin le dernier caractère indique le type de récipient (“瓶” vase).

## 5.2. Combinaison de caractéristiques essentielles

Si un concept est défini par une combinaison unique de caractéristiques [ISO 1087], toute combinaison valide<sup>26</sup> de caractéristiques ne définit pas pour autant un concept porteur de sens pour les experts du domaine. Nous considérerons ici qu'un concept est un ensemble de caractéristiques suffisamment stable pour être nommé en langue. Notons néanmoins que des concepts sans désignation peuvent être introduits à des fins d'organisation du système conceptuel, par exemple le concept de vase à une seule bouche. Les termes constituent donc un fil conducteur pour la construction des concepts. Ainsi, le terme “蒜头瓶”, “garlic vase” en anglais, désigne l'ensemble des caractéristiques essentielles suivant : {/vase/, /one mouth/, /garlic-shape mouth/, /ring foot/}. Sur la base de cette définition formelle, on proposera la définition en langue naturelle «Vase with a garlic-shape mouth and a ring foot”. Nous pouvons remarquer que les caractères “圈足” (“ring foot”) n'apparaissent pas dans le terme, une ellipse qui s'explique en partie par le fait que tous les types de Garlic vase (Garlic vase I et Garlic vase II) possède un pied en forme d'anneau.

25 Afin d'aider à la lecture les «modifieurs» sont séparés par des espaces.

26 Au sens où cette combinaison ne contient pas de caractéristiques opposées, /avec anses/ et /sans anses/ par exemple

### 5.3. Caractéristiques descriptives

Les caractéristiques descriptives décrivent l'état dans lequel se trouve un objet. En l'occurrence, l'empereur, et donc la dynastie, sous lesquels a été fabriqué le vase, le four dans lequel il a été cuit, la couleur de son vernis, sa hauteur, etc. Contrairement aux caractéristiques essentielles, elles possèdent une valeur. Elles ne participent pas directement à la définition du concept : on distingue ici définition du concept et description de l'objet.

## 6. Implémentation

### 6.1. Protégé

La construction de l'ontologie a été faite à l'aide de Protégé, l'environnement le plus utilisé pour la construction d'ontologies au format du W3C (RDF/OWL). Il fournit de nombreux outils et fonctionnalités : interfaces graphiques, inférences de propriétés, vérification de cohérence (consistance), etc. Libre de droits, il bénéficie d'une communauté importante d'utilisateurs qui participent à son développement et sa diffusion. Protégé repose sur une logique de description [Baader *et al.* 2003], c'est-à-dire qu'on s'intéresse ici à des individus (objets) liés entre eux par des descriptions (relations binaires) : un individu prend « sens » non pas par ce qu'il *est*, mais à travers les relations qu'il entretient avec les autres individus. Les individus se regroupent en classes<sup>27</sup>, qui elles-mêmes se structurent en une hiérarchie selon la relation ensembliste d'inclusion.

### 6.2. Traduction de l'ontologie en OWL

Les objets (vases) sont représentés comme des individus et les concepts comme des classes nommées. La notion de relation correspond à celle de propriété entre objets ('object property'). L'ontologie Tao Ci compte 10 caractéristiques descriptives. Elles sont représentées soit sous la forme de propriétés entre objets, par exemple pour l'empereur, soit sous la forme d'une propriété liant un objet à une donnée ('data property') comme la hauteur.

---

27 "A class defines a group of individuals that belong together because they share some properties" [OWL 2012]

La notion de caractéristique essentielle n'existant pas en Logique de Description – elle correspond à la notion de prédicat rigide<sup>28</sup> et relève d'une logique d'ordre supérieur – il a fallu la traduire en Protégé. Nous avons décidé de représenter les caractéristiques essentielles sous la forme de classes nommées<sup>29</sup>. Ainsi, les caractéristiques essentielles correspondant aux différentes parties d'un vase ont été traduites sous la forme de sous-classes de la classe Component: Lid class, Mouth class, Neck class, Handle, Shoulder, Belly, Foot, etc. Certaines de ces sous-classes se subdivisant elles-mêmes en classes plus spécifiques: LongNeck class et ShortNeck class sont des sous-classes de la classe Neck, RingFoot et SquareFoot sous-classes de Foot, etc. Il en est de même en ce qui concerne les caractéristiques essentielles correspondant aux fonctions, telles que /for decoration/, représentées comme sous-classes de la classe Function.

La possession d'une caractéristique essentielle pour un concept est représentée comme une restriction de propriété dont le co-domaine correspond à la caractéristique essentielle. Ainsi, posséder une caractéristique essentielle, par exemple /long neck/, c'est être une sous-classe de la classe anonyme définie par la restriction de la propriété 'has\_component' sur la classe LongNeck, restriction définie par: 'has\_component *some* LongNeck'. De même, être une sous-classe de la restriction de la propriété 'has\_function', par exemple 'has\_function *some* FunctionForDecoration', traduira le fait de posséder la caractéristique essentielle /for decoration/ (figure 5).

Toutes les caractéristiques essentielles ne peuvent pas être représentées sous la forme d'une classe. C'est le cas de /without lid/ et /without ring/. Posséder une telle caractéristique s'exprimera alors sous la forme d'une négation exprimant l'impossibilité d'une relation, par exemple: 'not (has\_component *some* Lid)' (figure 5).

Ainsi, la classe des 'Arrow vase' est formellement définie comme l'ensemble des vases liés à un individu de la classe LongNeck, à deux individus de la classe PiercedHandle, à un individu de la classe FunctionForDecoration, à aucun individu de la class Lid, etc. Cette définition formelle n'implique en rien l'obligation aux classes LongNeck, PiercedHandle et FunctionForDecoration de posséder des individus (figure 5).

---

28 Un prédicat rigide est un prédicat vrai dans tous les mondes possibles [Guarino *et al.* 1994]

29 Il existe d'autres représentations possibles, dont une sous la forme d'individus.

The screenshot displays the Protégé ontology editor interface. The top menu bar includes options like 'Annotation Properties', 'Individuals', 'OWL Viz', 'DL Query', 'OntoCheck', 'OntoGraf', 'Ontology Differences', and 'SPARQL Query'. The main window is divided into several panes:

- Class hierarchy:** Shows a tree structure of classes. The 'Vase' class is expanded, and 'ArrowVase\_I' is highlighted with a red dashed box. Other classes include 'Multi-mouthVase', 'OneMouthVase', 'ArrowVase\_II', 'ArrowVase\_III', 'Awl-handleVase', 'Cong-shapedVase', 'Double-gourdVase', 'ElephantLegVase', 'Flower-mouthVase', 'Gall-bladderVase', 'Garlic-headVase', 'Lantern-shapedVase', 'Long-neckedVase', 'LoosingRingVase', 'MoonShapedVase', 'Oil-hammerVase', 'Olive-shapedVase', 'PearShapedVase', 'PlumVase', 'RewardVase', 'RouleauVase', 'SquareRouleauVase', 'Vault-of-heavenVase', 'Water-chestnutVase', and 'Willow-leaf-shapedVase'.
- Class Annotations:** Shows the annotations for the selected class 'ArrowVase\_I'. The annotations include:
  - comment:** [language: en] The "arrow vase I" is a new term (neoterm) introduced to distinguish the different types of arrow vases.
  - conceptName:** [language: en] <ArrowVase square mouth slanting shoulder bulge belly square foot>
  - definition:** [language: en] Arrow vase with a square mouth, slanting shoulder, bulge belly, and square foot.
  - definition:** [language: zh] 贾耳瓶带有一个方形口，斜肩，垂腹和方足。
  - prefLabel:** [language: en] arrow vase I
  - prefLabel:** [language: zh] 贾耳瓶 I
- Description: ArrowVase\_I:** Shows the logical description of the class:
  - Sub-Class Of:
    - 'has component' some BulgeBelly
    - 'has component' some SlantingShoulder
    - 'has component' some SquareFoot
    - 'has component' some SquareMouth
    - ArrowVase
  - Sub-Class Of (Anonymous Ancestor):
    - 'has function' some FunctionForDecoration
    - 'is fired at' some HighTemperature
    - not ('has component' some TrumpetShapedBelly)
    - 'is made of' some Clay
    - not ('has component' some Lid)
    - 'has component' some LongNeck
    - 'has component' some PiercedHandle
    - not ('has component' some Ring)
    - 'has component' some OneMouth
  - Members:
    - arrow\_vase\_003
    - arrow\_vase\_005
    - arrow\_vase\_007
- Annotation property hierarchy:** Shows a list of annotation properties such as 'belong to', 'depend on', 'has component', 'has dynasty', 'has emperor', 'has function', 'has glaze-color', 'is component of', 'is depended on', 'is fired at', and 'is made of'.

FIG. 5 – L'ontologie Tao Ci sous Protégé.

Notons que la traduction d'une ontologie construite sur la notion de caractéristique essentielle en une ontologie basée sur une logique de description n'est pas une démarche naturelle pour les experts: "As the group that developed Protégé, the most widely used ontology editor, we are keenly aware of how difficult the users perceive this task to be" [Horridge *et al.* 2013], "The meaning of terms that denote cultural objects is based on knowledge of the

field and more specifically on the way in which experts classify, organize and structure the objects of the world.” [Roche & Papadopoulou 2019].

### 6.3. Intégration

L'intégration de ressources existantes est un point important, elle permet non seulement de compléter l'ontologie, mais aussi de la lier et de l'aligner sur des ontologies de référence. Pour la dimension conceptuelle, l'ontologie Tao Ci est alignée avec CIDOC CRM<sup>30</sup> (classes E4\_Period, E21\_Person, E22\_Man-Made\_Object, E57\_Material). Pour cela nous avons utilisé le vocabulaire SKOS pour annoter les concepts (*skos:exactMatch*, *skos:broadMatch*). Par exemple la classe Vessel est liée par la propriété *skos:broadMatch* avec la classe 'E22 Man-Made Object' de CIDOC CRM.

Tao Ci est également liée avec le thésaurus AAT de la fondation Getty (Art & Architecture Thesaurus). Pour cela nous avons utilisé le vocabulaire RDFS. Par exemple, la classe Vase est liée par la propriété *rdfs:seeAlso* au concept Vase de AAT.

Enfin, les objets (vases) de Tao Ci sont liés par la propriété *rdfs:seeAlso* avec les vases correspondant provenant des différents musées et le cas échéant avec leurs images lorsqu'elles existent (propriété *foaf:depiction*).

### 6.4. Dimension terminologique

La dimension terminologique a été réduite, comme c'est souvent le cas, à des annotations sur les concepts à l'aide des vocabulaires RDFS et SKOS: *skos:prefLabel* pour les termes, *skos:definition* pour leur définition en langue naturelle calquée sur la définition formelle des concepts dont ils sont les désignations, etc. (figure 6).

---

30 <http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/>

FIG. 6 – *Annotations de la classe ArrowVase\_I.*

Il est à souligner que nous avons été amenés à introduire de nouveaux termes (néologismes). En effet, la construction de l'ontologie Tao Ci nous a conduit à distinguer de façon plus précise certains vases qui, s'ils partageaient certaines caractéristiques communes, s'en distinguaient par d'autres. Ainsi, afin de distinguer les différents types de «garlic-head vase» (蒜头瓶), nous avons défini trois nouveaux concepts (classes) et trois nouveaux termes les désignant: «arrow vase I» («贯耳瓶I»), «arrow vase II» («贯耳瓶II»), «arrow vase III» («贯耳瓶III») (figure 6).

## 6.5. Accès

L'implémentation de l'ontologie Tao Ci en OWL a nécessité la création de 165 classes, 11 propriétés entre objets, 8 propriétés entre objets et données, 132 objets (vase) et 3124 axiomes.

Elle peut être consultée à partir du site web <http://www.dh.ketrc.com/OTC/index.html> et est en accès libre au format OWL à l'adresse : <http://www.dh.ketrc.com/otcontainer/data/OTContainer.owl>

La dernière phase du projet a consisté à réaliser un site web dédié <http://www.dh.ketrc.com>. Ce site donne accès aux différentes ressources du projet et en particulier à un dictionnaire ontoterminologique<sup>31</sup> bilingue (anglais, chinois) des vases des dynasties Ming et Qing. Les entrées de ce dictionnaire ontoter-

31 Un dictionnaire ontoterminologique n'est pas un dictionnaire de langue, mais un dictionnaire terminologique dont le système conceptuel est une ontologie formelle.

minologique correspondent aux classes OWL de l’ontologie. Ce site permet également de consulter les différents objets (vases) associés à l’ontologie.

## 7. Evaluation

La dernière phase de construction d’une ontologie est son évaluation afin de “to assess the quality and correctness of the obtained ontology” [Sabou & Fernandez, 2012]. Cette évaluation peut porter sur différents aspects de l’ontologie : son implémentation informatique, sa capacité à répondre aux questions de compétences et sa couverture du domaine en termes de classification des objets.

Nous avons soumis notre ontologie à l’outil OOPS<sup>32</sup>!, un outil en ligne pour détecter certains des pièges les plus courants apparaissant lors du développement d’ontologies [Poveda-Villalón *et al.*, 2014]. OOPS! n’a détecté que des pièges considérés comme mineurs. Par exemple, P08 «Annotations manquantes» et P13 «Relations inverses non explicitement déclarées». Ils ont été depuis levés.

Nous l’avons également soumis à OntoMetrics<sup>33</sup>, une plateforme en ligne pour le calcul de statistiques [Lantow, 2016]. Le tableau 2 présente quelques résultats de mesure de la «richesse» de l’ontologie<sup>34</sup>.

Metric	Value
Attribute richness	0.048485
Inheritance richness	2.715152
Relationship richness	0.334324
Class/Relation ratio	0.245171
Average population	0.8
Class richness	0.321212

TAB. 2 – Résultats de l’évaluation par OntoMetrics.

La plupart des scores sont très faibles. Cela est dû à la représentation en OWL des caractéristiques essentielles traduites sous la forme de classes sans aucun attribut (richesse des attributs). L’évaluation des critères dépend forte-

32 <http://oops.linkeddata.es/>

33 <https://ontometrics.informatik.uni-rostock.de/ontologymetrics/>

34 [https://ontometrics.informatik.uni-rostock.de/wiki/index.php/Schema\\_Metrics](https://ontometrics.informatik.uni-rostock.de/wiki/index.php/Schema_Metrics)

ment des objectifs de l'ontologie et des choix faits quant à sa mise en œuvre : «a good ontology does not perform equally well with regards to all criteria» [Denny, 2009]. L'objectif principal de l'ontologie Tao Ci est la classification des vases et non la représentation de relations horizontale entre les vases et d'autres artefacts (richesse des relations, rapport classe/relation), ni le peuplement de l'ontologie (population moyenne, richesse des classes).

Nous avons ensuite évalué notre ontologie au regard des questions de compétences établies au début de notre projet. Les questions de compétences ont été traduites en requêtes SPARQL pour l'interrogation de l'ontologie Tao Ci au format RDF/OWL. Elles ont toutes été satisfaites. Prenons pour exemple la question de compétences 6 (tableau 1):

QC 6 : «Quels sont les termes anglais et chinois désignant les vases?» se traduit en SPARQL par :

```
PREFIX skos : <http://www.w3.org/2004/02/skos/core#>
PREFIX otc : <http://www.dh.ketrc.com/otcontainer/data/OTContainer.owl#>
SELECT ?english_name ?chinese_name
  WHERE {
    ?vase rdfs:subClassOf* otc:Vase.
    ?vase skos:prefLabel ?english_name.
    ?vase skos:prefLabel ?chinese_name.
    FILTER (lang (?english_name)='en')
    FILTER (lang (?chinese_name)='zh') }
ORDER BY ?english_name
```

Le tableau ci-dessous liste les premiers résultats à la question QC 6.

english_name	chinese_name
"arrow vase"@en	"贯耳瓶"@zh
"arrow vase I"@en	"贯耳瓶 I"@zh
"arrow vase II"@en	"贯耳瓶 II"@zh
"arrow vase III"@en	"贯耳瓶 III"@zh
"awl-handle vase"@en	"锤把瓶"@zh
"cong-shaped vase"@en	"琮式瓶"@zh
"double-gourd vase"@en	"葫芦瓶"@zh
"double-gourd vase I"@en	"葫芦瓶 I"@zh

TAB. 3 – Réponses aux questions de compétences QC6 et QC12.

Enfin, au regard de nos objectifs de classification et de terminologie, l'ontologie Tao Ci couvre bien le domaine au sens où chaque individu relève clairement d'un concept (classification), et où chaque concept est clairement défini comme une combinaison unique de caractéristiques essentielles permettant la définition aristotélicienne de termes en langue naturelle calquée sur la définition formelle du concept.

## 8. Conclusion

À travers le projet Tao Ci nous avons pu montrer l'intérêt de l'Ontologie et de la Terminologie pour la préservation du Patrimoine Culturel et sa diffusion dans un format numérique compatible avec les données ouvertes et liées (Linked Open Data).

Dans le cadre de notre travail nous nous sommes intéressés aux vases en céramique chinois des dynasties Ming (1368-1644) et Qing (1644-1911) dont il existe de nombreuses collections réparties dans différents musées en Chine, rarement accessibles dans un format ouvert.

Le résultat est double. C'est d'abord la construction de la première ontologie au format du W3C de la céramique chinoise des dynasties Ming et Qing. Ce fut ensuite la réalisation d'un dictionnaire ontoterminologique bilingue (chinois-anglais) des vases basé sur l'ontologie de domaine.

Nous avons adopté pour la construction de cette ontologie et de cette terminologie, une méthode guidée par les termes et les caractéristiques essentielles afin de tenir compte de la façon de travailler des experts et des principes terminologiques des normes ISO. Méthode que nous pouvons résumer en remarquant qu'un concept est un ensemble de caractéristiques suffisamment stable pour être nommé en langue. Les termes servent alors de fil conducteur dans la construction de l'ontologie. L'identification des caractéristiques essentielles, à partir desquelles se définissent les concepts, repose sur la recherche de différences entre objets (vases), tant fonctionnelles que structurelles, et sur une analyse morphologique des termes chinois, les caractères les composant étant porteurs de sens au regard des connaissances du domaine (approche « atomiste » de la signification).

La construction de l'ontologie a permis d'introduire de nouveaux termes (néologismes). En effet, elle a nous a conduit à distinguer de façon plus précise certains vases qui, s'ils partageaient certaines caractéristiques communes, s'en distinguaient par d'autres. Il devenait alors intéressant de pouvoir les nommer.

L'implémentation en Protégé de l'ontologie Tao Ci a soulevé le problème de la traduction en OWL des caractéristiques essentielles, cette notion n'existant pas en logique de description, et de leur combinaison pour aboutir à la définition de classes. Si le résultat est satisfaisant d'un point de vue formel, elle confirme le fait que l'utilisation d'un tel environnement peut difficilement se faire par les experts sans l'aide d'un ingénieur cognitif.

L'ontologie et le dictionnaire ontoterminologique bilingue sont accessibles à partir du site <http://www.dh.ketrc.com/>.

Les travaux futurs seront menés dans deux directions différentes. La première consiste à enrichir la dimension linguistique. Actuellement, les termes sont réduits à des étiquettes sur les classes, certains vocabulaires comme OntoLex-Lemon permettraient de représenter la dimension linguistique de façon plus satisfaisante. La seconde vise d'une part à compléter l'ontologie Tao Ci en prenant en compte d'autres types de récipients en céramique et d'autre part, en lien le projet Lekythos sur la poterie de la Grèce antique mené au sein de notre laboratoire, à développer une «core» ontologie des vases.

## Bibliographie

- AAT: Art & Architecture Thesaurus. The Getty Research Institute. <http://www.getty.edu/research/tools/vocabularies/aat/>
- Baader F., Calvanese D., McGuinness D., Nardi D., Peter Patel-Schneider P. (2003). *The Description Logic Handbook*. Cambridge University Press, Cambridge.
- CIDOC : ISO 21127:2014-CIDOC-CRM Information and documentation -- A reference ontology for the interchange of cultural heritage information.
- Cantone, D., Asmundo, M. N., Santamaria, D. F., and Trapani, F. (2015). *Ontoceramic: an owl ontology for ceramics classification*. In *CILC*, pages 122–127.
- Denny, V. (2009). *Ontology evaluation*. In *Handbook on ontologies* (pp. 293–313). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Doerr, M. (2003). *The CIDOC Conceptual Reference Module: An Ontological Approach to Semantic Interoperability of Metadata*. *AI Magazine*, 24(3), 75–75. <https://doi.org/10.1609/aimag.v24i3.1720>
- Doerr, M., Gradmann, S., Henniecke, S., Isaac, A., Meghini, C., & Van de Sompel, H. (2010). *The europeana data model (edm)*. *World Library and Information Congress: 76<sup>th</sup> IFLA General Conference and Assembly*, 10–15.

- Fernández-López, M. (1999). Overview of methodologies for building ontologies. *IJCAI99 Workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods: Lessons Learned and Future Trends*, 430.
- Fernández-López, M., Gómez-Pérez, A., & Juristo, N. (1997). Methontology: from ontological art towards ontological engineering.
- Gerstl, P., & Pribbenow, S. (1996). A conceptual theory of part-whole relations and its applications. *Data & Knowledge Engineering*, 20(3), 305–322.
- Gruber, E., & Smith, T. J. (2014). Linked open greek pottery. *42<sup>nd</sup> Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*, 205–214.
- Gruber, T. R. (1995). Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing? *International Journal of Human-Computer Studies*, 43(5–6), 907–928.
- Grüninger M., Fox M. (1995). Methodology for the design and evaluation of ontologies. *Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing*, Montreal, Canada.
- Guarino N., Massimiliano Carrara, and Pierdaniele Giaretta. (1994). “An Ontology of Meta-Level Categories of Knowledge Representation and Reasoning.” *Proceedings of the Fourth International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR94)*. Morgan Kaufmann.
- Guarino, N., & Guizzardi, G. (2006). In the defense of ontological foundations for conceptual modeling. *Scandinavian Journal of Information Systems*, 18(1), 1.
- Guarino, N., & Welty, C. A. (2004). An overview of OntoClean. In *Handbook on ontologies* (pp. 151–171). Springer.
- Horrige M., Tudorache T., Vendetti J., Nyulas C., Musen M., Noy N. (2013). “Simplified OWL ontology editing for the web: is WebProtégé enough?”, *The Semantic Web - ISWC 2013*
- Hyvönen, E. (2012). *Publishing and Using Cultural Heritage Linked Data on the Semantic Web*. Synthesis Lectures on The Semantic Web. Morgan & Claypool, Palo, Alto, Ca, USA.
- ISO 1087. (2019). «Travail terminologique et science de la terminologie – Vocabulaire». Geneva: International Standardization Organization.
- ISO 704. (2009). “Terminology Work - Principles and Methods”. Geneva: International Standards Organisation. Protégé: <https://protege.stanford.edu/>
- Lantow, B. (2016). *OntoMetrics: Putting Metrics into Use for Ontology Evaluation*. *KEOD*, 186–191.

- Poveda-Villalón, M., Gómez-Pérez, A., and Suárez-Figueroa, M.C. (2014). ‘Oops! (ontology pitfall scanner!): An on-line tool for ontology evaluation’, *Int. J. Semantic Web Inf. Syst. IJSWIS*, vol. 10, no. 2, pp. 7–34.
- Ren, Y., Parvizi, A., Mellish, C., Pan, J. Z., Van Deemter, K., & Stevens, R. (2014). “Towards competency question-driven ontology authoring”. *European Semantic Web Conference*, 752–767
- Roche C., Papadopoulou M. (2020). «Rencontre entre une philologue et un terminologue au pays des ontologies». *Revue Ouverte d’Intelligence Artificielle*, Volume 1, n°1 (2020), pp. 43-70
- Roche C., Papadopoulou M. (2019) *Mind the Gap: Ontology Authoring for Humanists*. 1<sup>st</sup> International Workshop for Digital Humanities and their Social Analysis (WODHSA)- Episode V: The Styrian Autumn of Ontology, Workshop hosted by Joint Ontology Workshops, Medical University of Graz (Austria), September 23-25.
- Sabou, M., & Fernandez, M. (2012). *Ontology (network) evaluation*. In *Ontology engineering in a networked world* (pp. 193–212). Springer.
- Simou N., Chortaras A., Stamou G., Kollias S. (2017) *Enriching and Publishing Cultural Heritage as Linked Open Data*. In: Ioannides M., Magnenat-Thalmann N., Papagiannakis G. (eds) *Mixed Reality and Gamification for Cultural Heritage*. Springer, p. 201-224.
- SKOS: <https://www.w3.org/2004/02/skos/>
- Soergel, D. (1995). *The art and architecture thesaurus (AAT): A critical appraisal*. *Visual Resources*, 10(4), 369–400.
- Suárez-Figueroa, M. C., Gómez-Pérez, A., & Fernandez-Lopez, M. (2015). *The NeOn Methodology framework: A scenario-based methodology for ontology development*. *Applied Ontology*, 10(2), 107–145.
- Sure, Y., Staab, S., & Studer, R. (2004). *On-to-knowledge methodology (OTKM)*. In *Handbook on ontologies* (pp. 117–132). Springer.
- Uschold M., Gruninger M. (1996). *Ontologies: Principles, Methods and Applications*. *Knowledge Engineering Review*, vol. 11, n° 2, p. 93-136.
- Winston, M. E., Chaffin, R., & Herrmann, D. (1987). *A taxonomy of part-whole relations*. *Cognitive Science*, 11(4), 417–444.
- 冯先铭. (2002). *中国陶瓷* (上海古籍出版社).

## Abstract

Publishing cultural data in an open and interoperable format, as well as connecting them to existing collections, are priority issues for the preservation

and dissemination of Cultural Heritage. In this context, Ontology from the Semantic Web constitutes one of the most promising approaches.

This article is about ontology and terminology of Chinese ceramic vases of the Ming (1368-1644) and Qing (1644-1911) dynasties. The terminology and ontology were built taking into account the way of thinking of experts and the ISO principles on Terminology. The latter defines a concept as a set of essential characteristics stable enough to be named in a natural language. This has led to a term-and-characteristic oriented methodology. As terms are known from the experts in the domain, identifying the essential characteristics becomes crucial. Comparing objects, either from a functional or a structural point of view, as well as performing a morphological analysis of the relevant Chinese terms are useful means to identify essential characteristics.

The paper describes how the terminology and ontology was built/translated in OWL using Protégé, the most commonly used environment for building ontologies in W3C compatible format. At this stage the help of a knowledge engineer is required.

The Tao Ci ontology and terminology (ontoterminology) are open access at : <http://www.dh.ketrc.com/>