

# L'ontologie PHO en Histoire des Sciences et Techniques

Bruno Rohou<sup>1,2</sup>, Sylvain Laubé<sup>1</sup>, Serge Garlatti<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CENTRE FRANÇOIS VIÈTE (EA 1161), Université Bretagne Occidentale, Brest, France  
bruno.rohou@univ-brest.fr

<sup>2</sup> sylvain.laubé@univ-brest.fr

<sup>3</sup> IMT ATLANTIQUE, LAB-STICC Univ. Bretagne Loire, F-29238 Brest, France  
serge.garlatti@imt-atlantique.fr

**Résumé** : Cet article présente un modèle en SHS de périodisation des ports (HST-PORT) et une ontologie de référence, appelée Port History Ontology (PHO) dont les classes, les propriétés et la structure sont issues du modèle HST-PORT et des sources historiques disponibles. Cette ontologie réutilise l'ontologie CIDOC CRM et DOLCE. Comme CIDOC CRM ne permet la représentation du temps (instant et intervalle) que par des chaînes de caractères, nous avons réutilisé l'ontologies "OWL-Time" pour définir les périodes de stabilité (intervalles de temps). Afin d'assurer la géolocaliation des artefacts, nous avons réutilisé l'ontologie WGS84-pos.

**Mots-clés** : Ontologies, Histoire des sciences et techniques, périodisation des ports, CIDOC-CRM, OWL-TIME.

## 1 Introduction : positionnements et contextes

Notre travail de recherche s'insère dans le programme du Centre F. Viète "Histoire comparée des paysages culturels portuaires" et porte sur la compréhension de l'évolution scientifique et technologique des ports de Brest (France), Mar del Plata et Rosario en Argentine à l'époque contemporaine <sup>1</sup>. L'hypothèse de recherche est de considérer un port comme un macro-système technologique complexe (Hughes *et al.*, 1987) dont l'évolution spatio-temporelle en tant qu'artefact s'inscrit dans une histoire des sciences et des techniques. Cette évolution spatio-temporelle peut être considérée comme multi-échelle tant sur l'espace que le temps. Le port est lui-même constitué d'artefacts en interaction (à différents niveaux de granularité) comme des formes de radoub, des jetées, des quais, des grues, des amarrages, ou encore des unités de productions industrielles (forges, corderies, etc.). Ces artefacts sont considérés comme indicateurs signifiants de cette évolution. Périodiser et comparer les ports nécessite de caractériser des moments de ruptures liés aux évolutions de ces artefacts et d'identifier des périodes plus ou moins longues où le système est stable entre deux ruptures. Dans le champ des SHS, nous avons développé un modèle d'évolution des ports, appelé HST-PORT. Ce modèle considère l'activité humaine caractérisée par ses rapports entre artefacts, acteurs et savoirs. <sup>2</sup>

Notre objectif est de bâtir une histoire comparée sur un grand nombre de ports, ce qui implique de construire et de valider de nouvelles méthodes de travail en humanités numériques. Il s'agit de concevoir de nouveaux systèmes d'information fondés sur des ontologies et le web sémantique (Bruneau *et al.*, 2015). Ces systèmes ont notamment pour objet d'indexer, de publier et d'interroger des sources historiques afin de produire cette histoire comparée. La modélisation

---

1. voir <http://brmdp.hypotheses.org/>

2. voir <http://brmdp.hypotheses.org/269>

des connaissances dans le domaine du patrimoine a fait l'objet de travaux ayant abouti au CIDOC CRM pour la gestion et la valorisation du patrimoine des musées (Szabados & Letricot, 2012; Le Boeuf *et al.*, 2015). Dans un cadre historique, l'apport du CIDOC CRM est central car c'est un modèle événementiel rendant compte des changements d'état. Il est donc pertinent de réutiliser le CIDOC CRM pour modéliser des ruptures et des continuités dans l'évolution historique des ports. Ces recherches sont développées dans le cadre du groupe de recherche PAM 3D Lab (où le Centre F. Viète collabore avec le Lab-STICC). Elles s'insèrent dans un projet de publication d'un corpus numérique sur la plateforme symogih.org<sup>3</sup>, ainsi qu'un projet récent de consortium "données pour l'histoire numérique" en collaboration avec le LARHRA (UMR 5190) pour la création d'une extension "histoire" au CIDOC CRM. Dans ce cadre, la figure 1 montre un exemple simple dans le cas de l'activité humaine de "construction". Il donne le résultat d'une requête SPARQL ayant pour objet de fournir les propriétés pertinentes des quais (artefact/indicateur) et les technologies (savoirs de construction associées) pour produire une périodisation de ces ports. Elle caractérise l'évolution des quais (profondeur > 6 m) dans quatre ports : Brest en France, Rosario, Mar del Plata et Punta Alta en Argentine.

?date	?lieu	?quai	?profondeur	?longueur	?constructeur	?technologie
1859^^xsd:qYear	pho:brest	pho:quai grand mouillage b 1865	7	170	pho:Entreprise GrandHomme	pho:technologie lie au bloc de béton
1865^^xsd:qYear	pho:brest	pho:quai grand mouillage a 1873	7	165	pho:Entreprise GrandHomme	pho:technologie lie au bloc de béton
1902^^xsd:qYear	pho:rosario	pho:quai cabotage rosario	7	360	pho:entreprise Hersent	pho:technologie liée au caisson métallique
1902^^xsd:qYear	pho:rosario	pho:quai importation 1906	7	1075	pho:entreprise Hersent	pho:technologie liée au caisson métallique
1906^^xsd:qYear	pho:rosario	pho:quai importation 1912 b	7	1375	pho:entreprise Hersent	pho:technologie liée au caisson métallique
1906^^xsd:qYear	pho:rosario	pho:quai importation 1912 a	7	950	pho:entreprise Hersent	pho:technologie lie au bois
1909^^xsd:qYear	pho:mar del plata	pho:quai cabotage mdp	6.20	360	pho:SNTP	pho:technologie lie au bloc de béton
1909^^xsd:qYear	pho:mar del plata	pho:quai ultramar mdp	9	620	pho:SNTP	pho:technologie lie au bloc de béton
1912^^xsd:qYear	pho:Punta Alta	pho:quai Arroyo Pajera	9.14	300	pho:Regie generale des chemins de fer	pho:technologie liée au caisson de béton
1912^^xsd:qYear	pho:Punta Alta	pho:quai Arroyo Pajera	9.14	300	pho:entreprise Hersent	pho:technologie liée au caisson de béton

FIGURE 1 – Evolution des Quais

L'historien peut y observer des périodes de stabilité et de rupture à partir de la longueur et de la profondeur de ces quais. Pour les ports de Brest et Mar Del Palta, il peut aussi constater que la technologie utilisée perdure sur une période de 50 ans. De même, on pourrait aussi retrouver les autres savoirs mis en oeuvre et les acteurs (ingénieurs, entreprises, etc.) impliqués dans ces évolutions.

Les principales contributions de notre travail de recherche sont : i) Un modèle en SHS de périodisation des ports (HST-PORT) ; ii) Une ontologie de référence, appelée Port History Ontology (PHO) dont les classes, les propriétés et la structure sont issues du modèle HST-PORT et des sources historiques disponibles. Cette ontologie réutilise l'ontologie CIDOC CRM et DOLCE. Comme CIDOC CRM ne permet la représentation du temps (instant et intervalle) que par des chaînes de caractères, nous avons réutilisé l'ontologies "OWL-Time" pour définir les périodes de stabilité (intervalles de temps). Afin d'assurer la géolocaliation des artefacts, l'ontologie WGS84-pos nous a semblé pertinente. La suite de l'article commence par présenter le processus de construction de l'ontologie PHO, pour ensuite expliciter l'alignement des classes principales de PHO (Acteurs, Savoirs, Artefacts et Activités) avec celles des ontologies CIDOC CRM, DOLCE, OWL-TIME et WGS84-pos. Puis, l'exemple du port de Rosario est utilisé pour montrer la pertinence du modèle événementiel (CIDOC CRM) par rapport à notre problématique. L'article se termine par une conclusion et des perspectives

3. <http://symogih.org/>

## 2 Conception de l'ontologie PHO

D'un point de vue SHS, la conception de l'ontologie PHO est fondée sur l'utilisation de notre modèle d'évolution des ports HST-PORT. Ce dernier présente deux aspects : i) l'activité humaine (par exemple la construction de quais) à laquelle on associe trois entités : celles des artefacts, des acteurs et des savoirs ; ii) une évolution temporelle en cinq phases : émergence d'un besoin, choix d'une solution technologique, construction, usage, disparition/obsolescence. De manière générale, la figure 2 explicite le processus de conception de l'ontologie PHO. L'historien doit avant tout retrouver et analyser les sources historiques pertinentes pour les quatre ports cités précédemment.

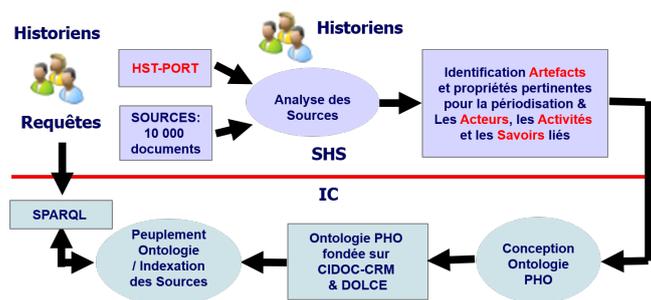


FIGURE 2 – Processus de conception

Pour chacun de ces ports, il doit identifier dans les sources les cinq phases d'évolution, trouver les artefacts et leurs propriétés pertinentes qui forment des traces tangibles des évolutions du port à différentes échelles de temps et d'espace. Pour chacun de ces artefacts, il associe les savoirs, les acteurs et les activités correspondantes. C'est donc à partir des sources historiques et du modèle HST-PORT qu'il est possible de sélectionner les différentes classes d'artefacts pertinentes et celles des activités, acteurs et savoirs associés pour concevoir l'ontologie PHO.

D'un point de vue ingénierie des connaissances, notre modèle SHS est cohérent avec l'analyse théorique de G. Kassel (Kassel, 2009). Il associe à des artefacts (de même nature que les nôtres) : des actions, des compétences et des agents qui correspondent à nos activités, savoirs et acteurs. Dans ce cadre, nous pouvons considérer les activités humaines en tant que perdurants impliquant trois classes d'endurants (artefact, acteur, savoir). Par ailleurs, Kassel a montré qu'il était plus pertinent de spécialiser une ontologie formelle comme DOLCE plutôt d'autres ontologies (Opencyc, SUMO, etc.) pour définir son ontologie formelle des artefacts. Nous reprenons donc cette approche en spécialisant de la même manière l'ontologie DOLCE. Nous allons maintenant préciser l'alignement des classes principales de l'ontologie PHO (Acteurs, Savoirs, Artefacts et Activités) avec des classes des ontologies CIDOC CRM, DOLCE, OWL-TIME et WGS84-pos.

### 2.1 Alignement avec DOLCE

Kassel a montré que les activités humaines sont des perdurants et que les trois classes artefacts, acteurs et savoirs sont des endurants. Les endurants sont des entités qui persistent dans le temps. Dans les endurants on distingue les "physical objects" et les "Non physical object".

Les premiers sont repérables spatialement recouvrent bien nos artefacts. La classe des "Non physical object" recouvre le domaine des entités sociales et nous pouvons y rattacher les classes "acteurs" et "savoirs" (les procédures, les savoirs scientifiques ou technologiques mis en oeuvre dans un port). Les perdurants sont des entités qui se déroulent dans le temps et les endurants participent à un perdurant durant un Time Interval (Kassel, 2009). On reconnaît donc comme perdurant notre concept d'activité. L'arborescence à gauche de la figure 3 montre l'alignement des classes "Acteurs", "Savoirs", "Artefacts", et "Activités" par rapport aux deux sous-classes d'endurant ("physical objects" et "Non physical objects") et aux perdurants. On peut aussi y voir que la classe "Artefacts" est une sous-classe de "WGS84-pos :SpatialThing" afin de repérer spatialement les artefacts. Les principales classes de PHO (Acteurs, Savoirs, Artefacts et Activités) ne sont pas uniquement des spécialisations des classes de DOLCE, mais aussi des spécialisations de classes de CIDOC CRM comme nous allons le préciser maintenant (héritage multiple).

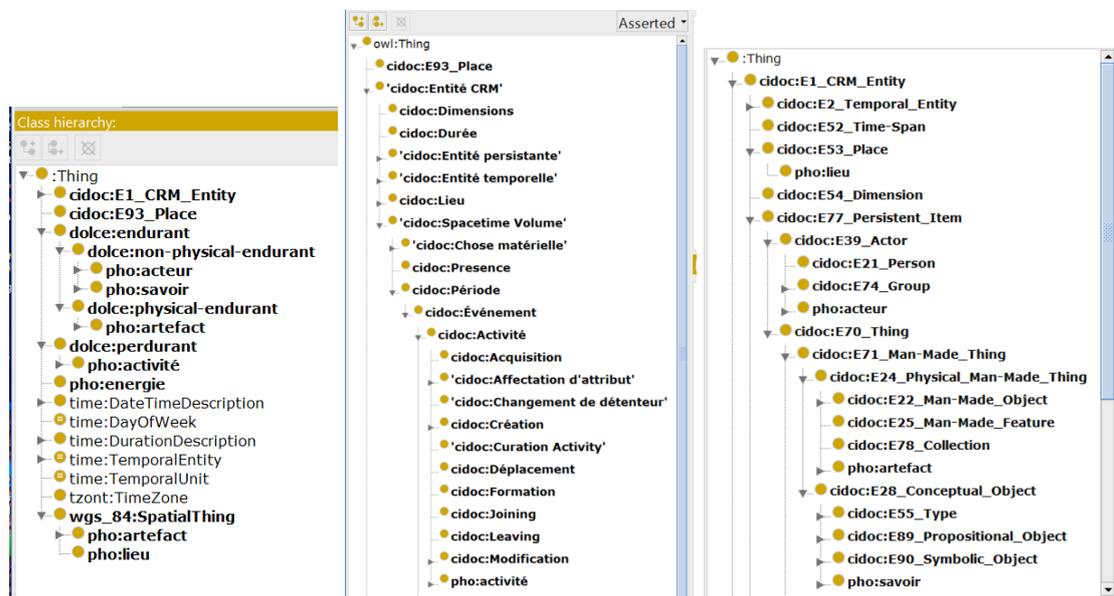


FIGURE 3 – PHO : Alignement avec CIDOC CRM et DOLCE

## 2.2 Alignement avec CIDOC CRM

L'arborescence centrale et de droite dans la figure 3 montre l'alignement de nos classes avec celles de CIDOC CRM. Les classes "Artefacts", "Acteurs" et "Savoirs" sont respectivement des sous classes de "E24 Physical Man Made Thing", "E39 Actor", "E28 Conceptual object". La classe "Activités" est une sous classe de "E7 Activity" - arborescence centrale. De manière plus précise :

- . **Artefacts** : ce sont des productions humaines (Pomian, 2014), construites par la main de l'homme dans une intention quelconque. La classe "E24" se rapprochent fortement de la définition d'artefact que donne Pomian. La classe "Artefacts" est une spécialisation des classes "E24" du CIDOC CRM et de celle de "physical objects" de DOLCE.
- . **Acteurs** : ce sont des êtres humains ou un groupe d'êtres humains. Un acteur produira

une activité via l'utilisation d'un artefact. Pour les ports, les acteurs sont très nombreux : ingénieurs, chefs de travaux, ouvriers, grutiers, les conducteurs d'engins, les manutentionnaires... Ils seront tous engagés dans une activité et la réaliseront grâce à leur savoir et à leur savoir-faire. La notion d'acteur se retrouve également dans le CIDOC CRM avec la classe "E39 Actor". La classe "Acteurs" est une spécialisation des classes "E39-Actor" du CIDOC CRM et de celle de "Non physical objects" de DOLCE.

- **Savoirs** : il peut s'agir de théories, de concepts, mais aussi de procédures comme du savoir-faire technologique. Le savoir est impliquée dans l'activité de l'acteur. L'usage d'une technologie particulière dans l'activité de construction d'un artefact peut être considéré comme un bon indicateur de la périodisation. Le CIDOC-CRM regroupe également les connaissances au sens large dans la classe "E28 Conceptual object". La classe "Savoirs" est une spécialisation des classes "E28 Conceptual object" du CIDOC-CRM et de celle de de "Non physical objects" de DOLCE.
- **Activités** : elles représentent des actions réalisées par un acteur, impliquant l'artefact, suivant des procédures ou utilisant un savoir ou un savoir-faire. Le cycle de vie d'un artefact fait appel à de nombreuses activités humaines comme la conception de l'artefact, la construction, la réparation, l'utilisation, la destruction. Une activité se déroule sur une durée ; on peut définir son début et sa fin. Ce sont les relations entre l'artefact, l'acteur et les connaissances qu'il possède qui permettront de réaliser l'activité. Le CIDOC CRM emploie aussi le concept d'activité "E7 Activity" qui spécialise la classe "Evènement" du CIDOC CRM. La classe "Activités" est donc une spécialisation des classes "E7-Activity" du CIDOC-CRM et de celle de "Perdurant" de DOLCE.

### 3 Evènements, activités et evolution des ports

L'ontologie CIDOC CRM est un modèle événementiel rendant compte des changements d'états, donc des évolutions des ports. Nous allons maintenant prendre l'exemple du port de Rosario pour montrer comment notre ontologie de référence PHO extension de CIDOC CRM et OWL-TIME, nous permet de rendre compte des évolutions des ports.

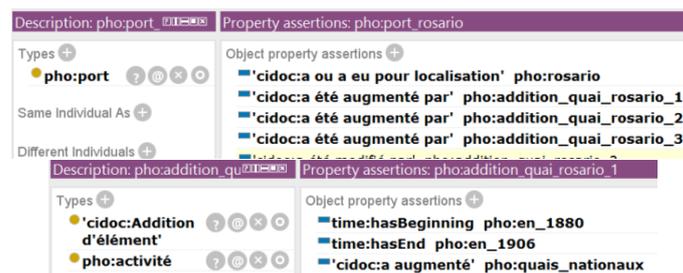


FIGURE 4 – Evolution port de Rosario, les Quais Nationaux

L'exemple est le suivant : l'Argentine a fait construire à Rosario, en 1880 des quais appelés "quais nationaux" qui seront démolis pour être remplacés en 1906 par des quais modernes appelés "quai d'importation". Puis en 1912, les quais de cabotage sont ouverts au commerce. Dans la figure 4, l'évolution d'un artefact se modélise par des activités (qui sont des évènements et des

perdurants) bornées dans le temps - un intervalle avec un instant de début et de fin. La propriété "cidoc :P110i was augmented by" permet ici de définir l'ajout de trois nouveaux artefacts (trois additions de quais : addition1, addition2, addition3) en 1880, 1906 et 1912. l'instance d'activité "pho :addition1 quai rosario" représente l'addition dans le port de Rosario d'un premier artefact : les quais nationaux. Cette activité commence "en 1880" et se termine "en 1906" qui sont deux instants de type XSD :gYear.

#### 4 Conclusion et perspectives

L'ontologie PHO est le résultat d'une recherche pluridisciplinaire portant sur la modélisation des connaissances à l'articulation SHS/STICC. En termes de procédures scientifiques, ont été élaborés : i) en SHS : le modèle d'évolution spatio-temporel HST-PORT ; ii) en ingénierie des connaissances : l'ontologie PHO à partir de l'ontologie de référence CIDOC CRM en tant que traduction du modèle HST-PORT, PHO pouvant être considérée comme un premier élément d'une extension de CIDOC-CRM dans le domaine de l'histoire des ports.

Au delà de la thématique en histoire des ports, ce projet de recherche a aussi pour objectifs d'élaborer et valider des méthodologies de référence en humanités numériques. Tout d'abord, nous constatons une très bonne correspondance entre nos concepts avec ceux développés par Kassel en lien avec DOLCE. Par ailleurs, si ce travail montre aussi un recouvrement avec CIDOC CRM (artefact/acteur), plusieurs points cruciaux constituent des verrous à travailler de manière approfondie : la question de la modélisation des savoirs et l'activité, d'une part, et, d'autre part, le fait que CIDOC CRM permet certes de décrire des événements mais présente une lacune importante pour les historiens puisqu'il ne permet pas de décrire des états d'un enduring. Ces points sont travaillés désormais dans un cadre plus large d'un projet collaboratif de création d'une extension de CIDOC CRM initié par le LARHRA (UMR 5190) à Lyon (par et pour les historiens) et par la création d'un projet de publication de corpus numérique sur l'histoire des ports sur la plateforme symogih.org.

#### Références

- BRUNEAU O., GARLATTI S., GUEJ M., LAUBÉ S. & LIEBER J. (2015). Semantichpst : applying semantic web principles and technologies to the history and philosophy of science and technology. In *SW4SH 2015 : First International Workshop on Semantic Web for Scientific Heritage / in conjunction with ESWC 2015 Satellite Events of the 12th International Conference on the Semantic Web*, volume 9341 of *LNCS (Lecture Notes in Computer Science)*, p. 416–427, Portoroz, Slovenia : Springer.
- HUGHES T. P. *et al.* (1987). The evolution of large technological systems. *The social construction of technological systems : New directions in the sociology and history of technology*, p. 51–82.
- KASSEL G. (2009). Vers une ontologie formelle des artefacts. In *Vingtièmes Journées Francophones en ingénierie des connaissances*.
- LE BOEUF P., DOERR M., ORE C. E. & STEAD S. (2015). *Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model Documentation Standards Group V6*. Rapport interne, CIDOC International Committee.
- POMIAN K. (2014). De l'exception humaine. *Le Débat*, **3**(180), 31–34.
- SZABADOS A.-V. & LETRICOT R. (2012). L'ontologie CIDOC CRM appliquée aux objets du patrimoine antique. In *Troisièmes Journées d'Informatique et Archéologie de Paris - JIAP 2012*, Paris, France.