De la sémantique des inventaires aux musées en dialogue : la modélisation CIDOC CRM

Patrick LE BŒUF

Le Web nous a désormais habitués à la vision d'un monde où tout est relié à tout. S'il demeure légitime que chaque musée ait la responsabilité d'établir l'inventaire de ses propres collections, nous attendons autre chose qu'une simple juxtaposition d'inventaires en ligne isolés les uns des autres. Nous souhaitons pouvoir aussi consulter plusieurs inventaires simultanément, resituer un objet patrimonial dans un contexte en voyant les autres objets avec lesquels il est en relation à un titre ou à un autre, que ces objets soient conservés au sein de la même institution ou au-delà des frontières de celle-ci. Si des catalogues collectifs centralisés, tels que la base Joconde, existent depuis déjà longtemps, les développements des techniques du Web depuis une dizaine d'années permettent aujourd'hui d'envisager une large valorisation du savoir muséographique dans des réseaux pluridisciplinaires, où les données produites par les uns seraient mises à la disposition de tous – y compris en dehors du contexte strictement muséal – afin d'être présentées dans des contextes différents, mises en relation avec d'autres données de toute nature, et réutilisées dans des applications que n'avaient pas prévues leurs créateurs. Tel est du moins l'idéal de ce que l'on appelle le « Web de données », c'est-à-dire « un réseau de choses qui existent dans le monde et que décrivent des données présentes sur le Réseau[1] » (Bizer *et al.,* 2009). Cette définition, concise mais cryptique, ne laisse pas entrevoir l'énorme travail conceptuel qui doit être mené en amont de la réalisation du Web de données, et qui passe notamment par une phase de formalisation de la sémantique

[1] « A web of things in the world, described by data on the Web » (traduit par nous).

interne de l'information engrangée dans des bases qui peuvent être très hétérogènes. Le modèle CIDOC CRM[2] représente cette formalisation pour l'information muséographique.

Le présent article se propose d'explorer le rôle que jouent les ontologies telles que le CIDOC CRM dans le domaine de l'interopérabilité des données, sous le double aspect de la recherche fédérée et de la technique dite des Données liées ; de présenter les grandes lignes du modèle CIDOC CRM ; d'évoquer les travaux visant à élargir le périmètre du modèle CIDOC CRM aux bibliothèques et aux archives ; et de procéder à un tour d'horizon des réalisations que permet ce modèle.

Interopérabilité des données

Rendre les données « interopérables » ne signifie pas nécessairement qu'il faille faire fi des besoins pour lesquels elles sont originellement produites dans un format donné et une perspective spécifique, ni qu'il faille dans tous les cas fusionner ces données dans un vaste pot commun où elles ne pourront peut-être plus remplir les fonctions premières qui leur étaient assignées. La diversité des formes que peut prendre l'information est pleinement légitime : comme l'écrit Martin Doerr, on rencontre « de nombreux cas où des différences radicales dans la granularité de l'information sont justifiées par la finalité recherchée de la documentation[3] » (Doerr, 2003, p. 83). Mais cette diversité est naturellement aussi une entrave à la recherche fédérée. Un moyen de contourner cette difficulté consiste à formaliser la conceptualisation commune à tous les gisements d'information que l'on veut fédérer, et à établir des tableaux d'équivalence entre le schéma de données de chacun de ces gisements et cette conceptualisation commune exprimée sous forme d'une « ontologie », c'est-à-dire d'une « tentative pour établir une définition plus rigoureuse de secteurs du monde des données et permettre des équivalences et des interactions entre données stockées dans des formats différents[4] » (Shadbolt *et al.,* 2006, p. 100). L'ontologie, qui exprime dans un langage formel lisible par une machine la conceptualisation sous-jacente aux données, joue le rôle de

[2] Appellation qui réunit l'acronyme CIDOC, désignant le Comité international pour la documentation de l'ICOM – Conseil international des musées – et l'acronyme CRM pour *Conceptual Reference Model* ou « modèle conceptuel de référence ».
[3] « I have encountered numerous cases where radical differences in the granularity of information are justified by the intended purpose of the documentation » (traduit par nous).
[4] « Ontologies are attempts to more carefully define parts of the data world and to allow mappings and interactions between data held in different formats » (traduit par nous).

« médiateur visant à aplanir les hétérogénéités qui existent entre différentes sources[5] » (Cruz *et al.,* 2005). On dispose ainsi d'un point de comparaison unique qui permet d'économiser les alignements et de gagner en précision : « il vaut mieux établir des tableaux de conversion depuis de nombreux schémas de métadonnées vers une seule ontologie centrale que d'établir des tableaux de conversion entre de nombreux schémas[6] » deux par deux (Lourdi *et al.,* 2009).

La notion de « Données liées », créée en 2006 par Tim Berners-Lee (Berners-Lee, 2006), va bien plus loin que la recherche distribuée sur diverses bases plus ou moins hétérogènes. Elle vise à transformer le « Web de documents » (où les liens hypertextuels ne sont établis qu'entre des ensembles de signes) en « Web de données » (où les liens sont typés et correspondent à des connexions intellectuelles au sein de l'information véhiculée par les signes présents sur le Web, permettant aux machines d'effectuer automatiquement des requêtes et d'appliquer des règles d'inférence pour mener des « raisonnements » sur cette information). Comme l'écrit Emmanuelle Bermes, « le Web de données propose une forme d'interopérabilité qui ne repose ni sur l'interrogation synchrone de bases réparties, ni sur la réduction de bases diverses à un format commun, mais sur la création d'un espace global d'information, utilisant les liens pour permettre de naviguer de manière transparente d'une ressource à l'autre » (Bermes, 2011, p. 5). Si des données existent déjà quelque part sur le Web, qu'elles sont libres de droits, et qu'on les présume suffisamment exactes, mieux vaut établir simplement des liens vers elles que de les recopier ou, pire encore, de les recréer à partir de zéro : tel est le principe de base de ce que l'on appelle les « Données liées ouvertes » ou « LOD » (acronyme de l'anglais *Linked Open Data)*. Ce principe de non-redondance et de réutilisation massive serait particulièrement pertinent dans le contexte de l'information muséale, puisque, comme le remarque Laurent Manœuvre, « dans les musées de France, il est fréquent de ressaisir les mêmes informations pour de multiples usages […] et sur de multiples supports […]. […] La notice descriptive de l'objet ne doit être saisie qu'une seule fois et être exploitée en communiquant d'un système à l'autre au sein du musée ou entre plusieurs musées et institutions » (Manœuvre, 2007). Les Données liées reposent sur l'infrastructure technique du Web sémantique, qui fait appel, une fois encore, aux ontologies. « Les ontologies qui fourniront la sémantique du Web sémantique doivent être élaborées, gérées et

[5] « A common use of ontologies is data standardization and conceptualization via a formal machine-understandable ontology language. For example, the global schema in a data integration system may be an ontology, which then acts as a mediator for reconciliating the heterogeneities between different sources » (traduit par nous).

[6] « […] it is better to have mappings from many metadata schemas to one core ontology than to have mappings between many schemas » (traduit par nous).

validées par des communautés de pratique acquises à cette idée. Qu'il s'agisse de météorologie ou de transactions bancaires, de protéines ou de pièces de moteur, il nous faut des définitions conceptuelles que nous puissions utiliser[7] » (Shadbolt *et al.,* 2006, p. 99).

Ce mouvement des Données liées ouvertes fait depuis peu l'objet d'un véritable engouement dans la communauté des institutions patrimoniales, qui y voient notamment un moyen de réaffirmer leur utilité au sein de la société : « Si les données ne sont pas utilisées que dans le monde restreint des bibliothèques, des archives et des musées, mais également par d'autres, les institutions culturelles se rendent irremplaçables[8] » (Seiler, 2009, p. 21). Un site Web[9] est entièrement consacré à la publication de l'information bibliographique, archivistique et muséographique sous forme de Données liées ouvertes, notion qui s'abrège en l'acronyme « LODLAM ». L'instigateur de ce projet, Jon Voss, s'enthousiasme : « Il se prépare un mouvement mondial pour créer sur le Web des données patrimoniales radicalement ouvertes. Ce mouvement a ses racines dans la culture du Web, il se sert des techniques visant à créer un Web de données, et il est rendu possible par un processus normalisé d'octroi de licences et le partage des métadonnées. C'est peut-être un rêve, ou un idéal, et pourtant c'est en train de se faire et nous le construisons ensemble[10] » (Voss, 2012). D'autres font remarquer que « des coopérations intensives entre des institutions patrimoniales pionnières et des chercheurs en informatique ont débouché sur d'intéressants cas d'utilisation qui montrent le potentiel des Données liées pour le domaine patrimonial[11] » (Oomen *et al.,* 2012).

En 2009, Annette Seiler déplorait que le manque d'ontologies rendant la sémantique des données lisible par les machines constitue un obstacle au développement des Données liées dans les institutions patrimoniales, mais elle enchaînait aussitôt : « Il y a toutefois un développement encourageant dans le domaine des musées : le CIDOC CRM a été publié sous forme d'une ontologie OWL. Cela permet aux musées (mais aussi à d'autres institutions culturelles) de publier sur le Web sémantique des informations sur leurs objets d'une manière

[7] « The ontologies that will furnish the semantics for the Semantic Web must be developed, managed, and endorsed by committed practice communities. Whether the subject is meteorology or bank transactions, proteins or engine parts, we need concept definitions that we can use » (traduit par nous).
[8] « Wenn die Daten nicht nur in der kleinen bibliothekarischen / archivarischen / museologischen Welt genutzt werden, sondern auch von anderen, machen sich kulturelle Einrichtungen unersetzbar » (traduit par nous).
[9] <http://lodlam.net/> (consulté le 27 juillet 2012).
[10] « A global movement is afoot to create radically open cultural heritage data on the web. It's rooted in the culture of the Web, utilizing technology to create a web of data, and made possible by standardized licensing and shared metadata. It may be a dream, or an ethos, but it's happening, and we're building it together » (traduit par nous).
[11] « Intensive collaborations between pioneering cultural heritage institutions and computer science researchers have led to interesting use cases that show the potential of Linked Data for the heritage domain » (traduit par nous).

qui n'entraîne aucune perte de sens[12] » (Seiler, 2009, p. 23). De fait, en septembre 2011 le British Museum pouvait s'enorgueillir de l'ouverture d'une version Données liées de l'inventaire de ses collections, dans laquelle « les données ont été organisées selon le CIDOC CRM, crucial pour l'harmonisation avec d'autres données patrimoniales[13] ». Ce qui nous conduit à explorer la structure du modèle CIDOC CRM, et à examiner comment il exprime la sémantique sous-jacente de l'information muséale.

Présentation du CIDOC CRM

Le modèle CIDOC CRM, dont le texte est disponible auprès de l'ISO (ISO, 2006), mais aussi, dans une version gratuite et régulièrement mise à jour, directement sur le Web[14], n'a pas pour but de prescrire une manière particulière d'établir des inventaires de collections muséales. Il ne dit pas comment on doit les rédiger, ne propose pas de format informatique idéal dans lequel les exprimer. Il admet qu'il puisse y avoir différentes conceptions de ce qu'est un inventaire, différents formats de bases de données, différents besoins selon la nature des collections ou du projet éditorial lié à un inventaire. Mais par delà ces nécessaires disparités, il postule que la sémantique de tout inventaire muséographique peut se schématiser au moyen d'une construction unique mettant en œuvre des « classes » reliées par des « propriétés ».

C'est en 1996 qu'a débuté la réflexion visant à mettre sur pied un modèle aussi simple et compact que possible, mais tout de même suffisamment riche pour rendre compte de toutes les spécificités des différents types de collections muséales. Le CIDOC s'était alors déjà doté d'un modèle relationnel de données (CIDOC, 1995a), mais celui-ci était devenu pour ainsi dire ingérable : composé de 430 entités distinctes, il permettait difficilement à un seul individu d'en avoir une vue d'ensemble et d'en maîtriser tous les détails. Il existait par ailleurs un autre document normatif (CIDOC, 1995b) qui énumérait les grandes catégories d'information qu'un inventaire de musée peut comporter. Ces deux outils ont constitué la base

[12] « Ein weiteres Hinternis in der Veröffentlichung von Daten sind fehlende Ontologien, die die Semantik der Daten maschinenlesbar machen. […] Es gibt allerdings auch eine ermutigende Entwicklung im Museumsbereich : CIDOC-CRM wurde als OWL-Ontologie veröffentlicht. Dies ermöglicht es Museen (aber auch andere kulturelle Einrichtungen) Information über ihre Objekte in einer Art und Weise, die keinen Bedeutungsverlust zur Folge hat, im Semantic Web zu veröffentlichen » (traduit par nous).
[13] <http://collection.britishmuseum.org/> (consulté le 3 août 2012) : « The data has also been organised using the CIDOC-CRM, crucial for harmonising with other cultural heritage data » (traduit par nous).
[14] <http://www.cidoc-crm.org/official_release_cidoc.html> (consulté le 11 décembre 2011).

à partir de laquelle le Groupe de travail du CIDOC sur les normes documentaires a commencé à élaborer, dans le formalisme orienté objet, son modèle conceptuel de référence. On trouvera dans (Doerr, 2003) un exposé de la méthodologie qui a été suivie dans l'élaboration du modèle, ainsi qu'un historique des premières années de cette élaboration. Plusieurs versions en ont été publiées au fil des années ; au moment où ces lignes sont écrites (août 2012), c'est la version 5.0.4 du CIDOC CRM qui a valeur officielle (CIDOC CRM Special Interest Group, 2011b). Elle comporte 86 classes et 138 propriétés décrivant les relations qui peuvent exister entre des instances de ces différentes classes.

Ce travail a été mené sous la direction de Martin Doerr (Institute of Computer Science, Foundation for Research and Technology – Hellas, ICS-FORTH) par des experts majoritairement européens. La composition du groupe a évolué au cours du temps, même si elle est demeurée relativement stable pendant la période cruciale de développement du modèle dans les années 1999-2004. À partir de 2000, ce groupe de travail a pris le nom de *CRM Special Interest Group* ou CRM SIG[15]. Tout organisme intéressé à prendre part à cette réflexion peut demander à y nommer un représentant. On y rencontre plutôt des informaticiens et des spécialistes du traitement de l'information que des conservateurs de musée ou de bibliothèque – mais les profils des participants sont assez variés[16]. Les organismes français qui ont suivi les travaux du CRM SIG et s'y sont impliqués à des degrés divers sont l'AFNOR, en tant qu'interlocuteur français de l'ISO, le Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF), l'Institut de recherche et coordination acoustique/musique (IRCAM) et la Bibliothèque nationale de France (BnF).

Par ailleurs, le groupe de travail mis sur pied par l'AFNOR en 2011 pour participer aux travaux de révision de la norme ISO 21127 issue du modèle CIDOC CRM réunit des représentants du Ministère de la Culture et de la Communication, du Centre national d'art et de culture Georges Pompidou et de la BnF.

La conceptualisation qui se trouve au cœur du CIDOC CRM repose sur l'idée que tout ce qui est décrit dans un inventaire muséographique est le produit d'une suite d'événements. La notion d'événement est la notion fondamentale du modèle : c'est elle qui permet de mettre en relation un objet matériel (et la création conceptuelle qu'il renferme) avec les différentes personnes ou collectivités qui l'ont fabriqué, modifié, transformé, acquis ou… détruit ; avec

[15] Les travaux de ce groupe sont consultables en ligne à l'adresse : <http://www.cidoc-crm.org>.
[16] « People with a background in museology, history of arts, archaeology, natural history, physics, computer science, philosophy, and others were involved » (Doerr, 2003, p. 79-80).

les lieux où il a été fabriqué ou transporté ; et avec les périodes qui l'ont vu naître, ou évoluer, voire disparaître. La notion de date n'a de sens que si elle est associée à un événement dont la nature est précisément identifiée ; de nombreuses dates peuvent jalonner l'existence d'un objet de musée, celle de sa production initiale n'étant que l'une d'entre elles – même si c'est celle que nous percevons souvent *a priori,* et implicitement, comme la plus importante.

Le CIDOC CRM divise son domaine de discours essentiellement en deux grandes catégories philosophiques : les « entités temporelles » (*E2 Temporal Entity*[17]*)* et les « entités persistantes » (*E77 Persistent Item),* que l'on appelle aussi ailleurs respectivement « perdurants » ou « processus », et « endurants » ou « substances ». Une entité temporelle ne peut pas être perçue comme un tout à un instant donné, il s'agit de quelque chose qui « se passe[18] » dans l'espace et dans le temps : une simple combinaison d'espace et de temps (un état), ou un changement d'état (un événement) ; Katerina Tzompanaki et Martin Doerr rapprochent cette notion de celle d'« Énergie », l'une des cinq « Catégories fondamentales » définies par Shiyali Ramamrita Ranganathan (1892-1972), grand théoricien de la taxonomie (Tzompanaki *et al.,* 2012). Dans l'économie du modèle CIDOC CRM, le rôle des « entités temporelles » consiste essentiellement à mettre en relation ce qui est décrit dans les inventaires (objets matériels, créations de l'esprit, artistes…) avec des lieux (*E53 Place)* et des intervalles de temps (*E52 Time-Span),* deux notions comparables aux catégories « Espace » et « Temps » de Ranganathan (Tzompanaki *et al.,* 2012). Par opposition, une entité persistante existe comme un tout pendant un temps donné : il peut s'agir d'un objet matériel ou conceptuel, dont on peut décrire l'état sur telle ou telle période, et dont on peut retracer les différents changements d'état au cours du temps. Par exemple, l'état de conservation de l'œuvre photographique *Immersion Piss Christ* d'Andres Serrano pouvait être qualifié de « bon » jusqu'à ce que cette œuvre soit vandalisée le 17 avril 2011 par un groupe d'intégristes catholiques ; à la suite de cet événement, l'état de conservation de cette œuvre peut être qualifié de : « endommagé ».

Le CIDOC CRM définit une autre entité temporelle, la « Période » (*E4 Period)* (un « ensemble cohérent de phénomènes ou de manifestations culturelles limitées dans l'espace et dans le temps » – ISO, 2006, p. 15), laquelle en subsume une troisième, l'« Événement » (*E5 Event).* Ce qui détermine la caractérisation d'une entité temporelle comme « événement »,

[17] Toutes les classes du modèle CIDOC CRM sont identifiées par un code, constitué de la lettre E et d'un numéro, et un libellé ayant la forme d'un substantif ou d'un groupe substantif.
[18] La traduction allemande de la définition du CIDOC CRM rend la notion d'« Entité temporelle » par le seul terme : « *Geschehendes* », soit littéralement : « quelque chose en train de se dérouler ».

selon le CIDOC CRM, c'est le fait qu'elle entraîne un changement d'état dans le monde matériel : avant que le peintre ne peigne son tableau, ce tableau était dans l'état : « non existant » ; après cet événement, le tableau est dans l'état : « existant ».

Trois types spécifiques d'événements sont explicités dans le modèle : « Début d'existence » (*E63 Beginning of Existence),* « Fin d'existence » (*E64 End of Existence)* et « Activité » (*E7 Activity)*. La notion d'« Activité » implique une intentionnalité de la part d'un agent humain. Il n'est pas utile ici de détailler tous les différents types d'« Activité » que définit le modèle ; mentionnons simplement la « Création » (*E65 Creation),* c'est-à-dire l'activité par laquelle on donne naissance à un nouvel « Objet conceptuel » (*E28 Conceptual Object),* et la « Production » (*E12 Production),* qui débouche sur l'existence d'une nouvelle « Chose matérielle fabriquée » (*E24 Physical Man-Made Thing)*. « Création » et « Production » sont donc deux cas particuliers, ayant un caractère d'intentionnalité, de « Début d'existence ». Bien sûr, toute production d'un nouvel objet matériel est le résultat d'une intervention sur des éléments matériels préexistants : c'est pourquoi le modèle déclare la classe « Production » comme une sous-classe de « Modification » (*E11 Modification)*. Dans un processus de modification, l'identité de l'objet modifié n'est pas remise en cause : une restauration, même spectaculaire, est toujours une modification puisque le tableau restauré n'est pas censé devenir un nouveau tableau après restauration, quand bien même il pourrait sembler méconnaissable.

Le modèle CIDOC CRM oppose la notion de « Modification » à celle de « Transformation » (*E81 Transformation)*. La transformation fait perdre à un objet son identité pour donner naissance à un nouvel objet. Ainsi, une pièce d'orfèvrerie précolombienne a pu être fondue pour être transformée en pièce d'orfèvrerie hispanique : l'artefact précolombien a été détruit en tant qu'artefact, pour qu'un autre artefact soit produit à partir de la même quantité de matériau dont il se composait. Une « Transformation » est à la fois un « Début d'existence » et une « Fin d'existence », une « Production » n'est qu'un « Début d'existence », une « Modification » n'est en soi ni un « Début » ni une « Fin d'existence »…

Le regard que porte un groupe social sur un objet est fondamental dans l'établissement des frontières entre « Production », « Modification » et « Transformation ». Le bateau de Thésée, dont toutes les planches et tous les clous sont remplacés l'un après l'autre jusqu'à ce qu'il ne reste plus une seule planche ni un seul clou du bateau d'origine, n'a subi qu'une succession de modifications : il continue d'être reconnu par un groupe social comme « le

bateau de Thésée ». En apposant la signature « R. Mutt 1917 » sur un urinoir, Marcel Duchamp produit une nouvelle œuvre, connue sous le titre « Fontaine » : un nouvel objet artistique est né (il ne s'agit donc pas d'une simple modification), mais l'urinoir n'a pas disparu pour autant (il ne s'agit donc pas d'une transformation), il a simplement été utilisé comme matériau dans le processus de production de l'œuvre. En imprimant sur un des panneaux du triptyque de Cy Twombly intitulé « Phaedrus », le 19 juillet 2007, la trace de ses lèvres maquillées, Rindy Sam n'a procédé qu'à une modification, tant qu'aucun groupe social ne s'accorde à voir dans l'objet altéré une nouvelle œuvre d'art, porteuse d'un nouveau titre, d'une nouvelle identité.

Mais ces trois exemples pourraient être analysés tout autrement. Plutarque rapporte que certains philosophes considéraient qu'une fois que la dernière planche et le dernier clou du bateau de Thésée avaient été remplacés, il ne s'agissait plus du bateau de Thésée (Plutarque, 1853, p. 22-23). Dans ce cas, il n'y a plus modification mais destruction, conjointe à la production d'une copie. Si l'on nie à l'urinoir signé par Marcel Duchamp le statut d'œuvre artistique et que l'on refuse de lui attribuer le titre de « Fontaine », on considère que Marcel Duchamp n'a procédé qu'à une modification et non à une production. Et si on reconnaît à Rindy Sam le statut d'artiste majeure et que l'on expose « Phaedrus » sous un nouveau titre en affirmant que l'œuvre de Cy Twombly a été sensiblement améliorée par l'intervention de Rindy Sam, on a alors affaire à un cas de transformation plutôt que de modification, puisque « Phaedrus » n'existe plus en tant que tel et est irrémédiablement perdu sous la forme que Cy Twombly lui avait initialement donnée, et que l'on ne peut plus exposer que la nouvelle œuvre issue de cette transformation. Une société peut toujours porter des regards différents, voire contradictoires, sur un même fait. Comme l'écrit Martin Doerr, « les données historiques – toute description faite dans le passé sur le passé, qu'elle soit scientifique, médicale ou culturelle – sont typiquement uniques et ne peuvent être ni validées, ni invalidées, ni complétées, dans un sens absolu. En histoire, toute résolution d'un conflit constaté entre des documents contradictoires n'est rien d'autre qu'une opinion de plus[19] » (Doerr, 2003, p. 80). Le modèle CIDOC CRM permet aussi de rendre compte de cette possibilité, grâce à une activité spécifique appelée « Affectation d'attribut » (*E13 Attribute Assignment)* qui permet de contextualiser le discours tenu sur un objet. On peut ainsi relier un objet à la fois à une « Modification » et à une « Transformation », et préciser que c'est tel historien d'art, en

[19] « Historical data – any description made in the past about the past, be it scientific, medical or cultural – are typically unique and cannot be verified, falsified, or completed in an absolute sense. In history, any conflict resolution of contradictory records is nothing more than another opinion » (traduit par nous).

telle année, qui a affirmé qu'il s'agissait d'une modification, et tel autre historien d'art, en telle autre année, qui a affirmé qu'il s'agissait plutôt d'une transformation. Le modèle est donc d'une grande souplesse et n'enferme pas les descriptions muséales dans des assertions dogmatiques établies une fois pour toutes, mais autorise à rendre compte de discours éventuellement contradictoires, qui éclairent un même objet de points de vue philosophiques et historiographiques différents, et attestent de prises de positions distinctes quant à son statut ou quant aux circonstances de son apparition. Une telle souplesse était indispensable dans un domaine comme l'histoire de l'art et la muséographie, où il est courant de voir une même œuvre attribuée successivement ou concomitamment à différents artistes par différents spécialistes.

Les « entités persistantes » définies par le CIDOC CRM se répartissent en deux grandes catégories : « Acteur » (*E39 Actor)* et « Chose » (*E70 Thing),* qui peuvent être rapprochées respectivement des catégories fondamentales « Personnalité » et « Matière » de Ranganathan (Tzompanaki *et al.,* 2012). La première catégorie recouvre les personnes physiques, les collectivités et les groupes informels, en tant qu'ils ont le potentiel de prendre part à une activité. Quant à la seconde, c'est délibérément qu'un terme très vague a été utilisé pour la nommer. On y distingue, entre autres[20], les notions de « Chose matérielle » (*E18 Physical Thing)* et d'« Objet conceptuel » (*E28 Conceptual Object).*

La classe « Objet conceptuel » recouvre les créations de l'esprit. On y trouve notamment des notions telles que celles d'« Image » (*E38 Image)* et d'« Objet linguistique » (*E33 Linguistic Object),* mais aussi celles d'« Appellation » (*E41 Appellation)* et de « Type » (*E55 Type)* qui jouent un rôle très important dans l'économie du modèle. En effet, les appellations sont traitées comme une classe à part entière dans le modèle afin de rendre compte du fait qu'elles ne sauraient se confondre avec les entités auxquelles elles permettent de faire référence, et parce qu'elles peuvent constituer en elles-mêmes le sujet d'un discours. Quant aux types, ils répondent au souci de taxinomiser les objets du discours (c'est-à-dire, de les classer dans une rubrique prédéfinie, telle que « pièce d'orfèvrerie » ou « ostensoir » ; on reconnaît là la notion de « dénomination » qui constitue un élément important de la *Méthode de rédaction informatisée des notices d'objets de musées* de 2005[21]). Ils permettent également d'affiner autant que de besoin toutes les classes génériques déclarées dans le modèle. Par

[20] Ce n'est pas le lieu ici d'entrer dans tous les détails de la hiérarchie des classes du CIDOC CRM. Le lecteur désireux d'approfondir la question pourra se reporter au texte même de la définition du modèle.
[21] <http://www.culture.gouv.fr/documentation/joconde/fr/partenaires/AIDEMUSEES/methode.rtf> (consulté le 3 août 2012).

exemple : le modèle ne prévoit pas expressément de classe appelée « Restauration », mais si l'on a besoin de documenter une action de restauration, il est toujours possible de faire appel à la classe générique « Activité », et de définir un *type* d'activité dénommé « Restauration ». La Classe « Type » est également celle qui permet de rendre compte de la notion de taxon dans l'information produite par les muséums d'histoire naturelle, et joue donc un rôle primordial dans la modélisation du discours émanant de ces institutions.

Les descriptions engrangées dans les bases de données muséographiques se traduisent dans le modèle CIDOC CRM sous la forme de relations (ou, pour employer la terminologie même du modèle, de « propriétés[22] ») entre des instances des différentes classes partiellement énumérées ci-dessus. Ainsi, par exemple, le fait qu'une base de données identifie un artiste sous le nom de Michel-Ange correspond dans le modèle CRM à la propriété « P131 » qui relie un « Acteur » et une « Appellation d'acteur » (*E82 Actor Appellation),* ce qui s'exprime sous la forme de la proposition suivante :

> E39 Acteur *P131 est identifié par (identifie)* E82 Appellation d'acteur {instance = « Michel-Ange »}

Cette formalisation se rapproche de la syntaxe des « triplets » mise en œuvre dans RDF *(Resource Description Framework),* le langage élaboré par le World Wide Web Consortium (W3C) et qui constitue l'une des briques techniques fondamentales dans le fonctionnement du Web sémantique. La traduction des formats de bases de données muséographiques dans le formalisme du CIDOC CRM permet donc de se rapprocher du formalisme RDF et de préparer la publication de l'information muséographique sous la forme de Données liées afin de la rendre interopérable et réutilisable par d'autres institutions muséales et d'autres communautés.

À titre d'exemple, voici trois éléments de données tirés de la base Joconde :

> Titre : Le Radeau de la Méduse
>
> Auteur/exécutant : Géricault Théodore
>
> Millésime création/exécution : 1818-1819

[22] Ces propriétés sont identifiées par un code, constitué de la lettre P et d'un numéro, et deux libellés sous forme d'expression verbale, l'une allant de la classe domaine vers la classe codomaine, l'autre, entre parenthèses, allant de la classe codomaine vers la classe domaine.

et la « traduction » de ces trois éléments de données dans le formalisme du CIDOC CRM[23] :

E22 Objet fabriqué *P65 présente l'item visuel* E38 Image

E38 Image *P102 a pour titre* E35 Titre {instance = « Le Radeau de la Méduse »}

E22 Objet fabriqué *P108B a été produit par* E12 Production

E12 Production *P14 réalisée par* E21 Personne

E21 Personne *P131 est identifié par* E82 Appellation d'acteur {instance = « Géricault Théodore »}

E12 Production *P4 a pour durée* E52 Durée

E52 Durée *P78 est identifiée par* E50 Date {instance = « 1818-1819 »}

La sémantique contenue sous une forme concise et synthétique dans la notice de la base Joconde est donc « dépliée », explicitée dans le formalisme du modèle CIDOC CRM. Le principe est de permettre à deux bases de données conçues dans des formats différents de pouvoir dialoguer entre elles à travers leurs traductions respectives vers la même explicitation opérée par le CIDOC CRM : quelle que soit la structure d'une base de données muséographique, elle devrait normalement toujours exprimer l'idée qu'une personne dénommée « Géricault Théodore » a joué un rôle actif dans la production d'un objet matériel support d'une image intitulée « Le Radeau de la Méduse », et que cette production s'est déroulée sur un laps de temps identifié par la tranche de dates « 1818-1819 ».

Ouverture à d'autres domaines : bibliothèques et archives

Bien qu'élaboré spécifiquement pour expliciter la sémantique sous-jacente de l'information muséographique, le CIDOC CRM se veut un outil plus large d'interopérabilité sur l'ensemble du domaine de l'information relative au patrimoine culturel. C'est la raison

[23] La terminologie utilisée ici est celle de la version française officielle de la norme ISO 21127 telle qu'elle a été publiée en 2006 ; dans le cadre de la révision quinquennale des normes ISO, cette traduction est en cours de refonte et peut donc s'avérer différente dans la prochaine édition de la norme.

pour laquelle la norme ISO 21127 a été publiée sous le titre *Une Ontologie de référence pour l'échange d'informations du patrimoine culturel,* ce qui ne restreint pas le champ d'utilisation du modèle à la seule information muséographique.

Toutefois, il existe de profondes différences entre les structures de l'information muséographique, de l'information bibliographique et de l'information archivistique, différences qui sont dues à la nature même des collections conservées par ces différents types d'institutions. La muséologie insiste sur l'unicité de chaque objet : même s'il partage des caractéristiques communes avec d'autres objets, il garde son individualité physique propre. Dans les bibliothèques au contraire, on cherche prioritairement à mettre en avant ce que des objets ont en commun, pour dégager seulement ensuite ce qui fait leur particularité : on va donc regrouper tous les exemplaires d'une même publication sous une description commune à l'ensemble de cette publication, regrouper toutes les publications qui renferment le même contenu textuel, et regrouper tous les contenus textuels qui correspondent aux différentes traductions d'un même texte original et qui véhiculent donc en principe un même contenu idéel. Dans les archives, la problématique est encore différente : si les documents sont réputés uniques comme dans la pratique muséographique, le principe fondamental de respect des fonds oblige à rendre compte de la structure hiérarchique de l'ensemble des documents produits par une personne physique ou morale dans l'exercice d'une fonction – fonction qui se décompose en activités diverses et qui peut être reprise entièrement ou partiellement par une autre personne physique ou morale qui va produire un autre fonds qu'il ne saurait être question de fusionner avec le premier.

La frontière entre bibliothèques et musées n'est toutefois pas aussi marquée qu'il y paraît. Les musées conservent aussi des objets produits en masse et porteurs d'un même contenu, et qui en cela sont comparables aux collections réunies par les bibliothèques ; ils peuvent d'ailleurs aussi être amenés à décrire des objets résultant d'un processus industriel et censés être fonctionnellement « identiques », mais qui ne trouveraient pas leur place en bibliothèque (par exemple, des machines conservées dans un écomusée). À l'inverse, les bibliothèques conservent aussi des documents uniques, à commencer par les manuscrits. Certains types d'objets peuvent se trouver indifféremment dans l'un ou l'autre type d'institution, comme les gravures ou les photographies par exemple. Les deux communautés ont donc rapidement perçu qu'elles avaient tout intérêt à chercher à se doter d'un modèle commun qui permette à la fois de rendre compte de l'unicité de l'objet « majoritairement »

muséal, et de l'aptitude qu'a l'objet « majoritairement » bibliothéconomique à être regroupé dans des ensembles définis par différents niveaux de similarité du contenu intellectuel.

Les bibliothécaires s'étaient par ailleurs déjà dotés d'un modèle conceptuel pour l'information catalographique. Il s'agit du modèle FRBR, qui tire son nom d'une étude intitulée *Functional Requirements for Bibliographic Records : Final Report* (IFLA, 2009), menée en 1992-1997 par un groupe de travail de l'IFLA (Fédération internationale des associations de bibliothécaires et des bibliothèques). Depuis 2003, des représentants de l'IFLA et du CIDOC CRM SIG se réunissent régulièrement pour reformuler le modèle FRBR comme une extension du modèle CIDOC CRM, afin que chacun des deux modèles puisse garder son autonomie au sein de sa communauté d'origine, mais que la combinaison des deux soit également disponible pour tout projet reposant sur l'interopérabilité entre information muséographique et information bibliographique (Riva *et al.,* 2008 ; Le Bœuf, 2009 ; Le Bœuf, 2012). Ces travaux ont débouché en 2012 sur la publication d'une version 1.0.2 du modèle baptisé $FRBR_{OO}$, afin de le distinguer de la formulation d'origine, obéissant au formalisme entité-relation, du modèle FRBR (International Working Group on FRBR and CIDOC CRM Harmonisation, 2012). Quelques expériences d'utilisation du modèle $FRBR_{OO}$ ont déjà été menées (Ochman, 2011 ; Mazurek *et al.,* 2012 ; Merges *et al.,* 2012 ; Chen *et al.,* 2012).

Ce processus n'a pas laissé indemne le modèle CIDOC CRM, qu'il a fallu modifier pour qu'il puisse présenter des points d'entrée acceptables pour la conceptualisation de l'information produite par les bibliothèques. L'évolution la plus notable a consisté à définir deux nouvelles classes dans le CIDOC CRM, à savoir « Objet propositionnel » (*E89 Propositional Object)* et « Objet symbolique » (*E90 Symbolic Object)*. L'objet propositionnel est purement idéel, composé de concepts, tandis que l'objet symbolique n'est constitué que de signes, indépendamment de leur interprétation. L'objet propositionnel correspond aux idées qu'un peintre entend réaliser sur la toile, l'objet symbolique correspond à l'image qu'il réalise effectivement en agençant une combinaison de formes et de couleurs que d'autres personnes peuvent percevoir. Concrètement, bien sûr, il est très difficile d'établir la distinction entre ces deux niveaux d'abstraction ; mais d'un point de vue juridique, la notion de droits ne peut s'attacher qu'à une image effectivement réalisée, non aux concepts que le peintre n'a pas encore extériorisés. Le modèle CIDOC CRM modifié par la prise en compte du modèle FRBR ne met donc en relation la notion de « Droits » qu'avec celle d'« Objet symbolique », non avec celle d'« Objet propositionnel ».

L'existence du modèle $FRBR_{OO}$ en tant qu'extension du modèle CIDOC CRM peut être considérée comme une belle réussite de la coopération entre le monde des musées et celui des bibliothèques. Le rapprochement avec la communauté archivistique en est en revanche encore à ses premiers pas. Des contacts ont été pris en 2010 mais le Conseil international des archives n'envisageait alors de travailler à la définition d'un modèle conceptuel de l'information archivistique qu'à compter de 2012 (Sibille-de Grimoüard, 2010).

Applications pratiques du modèle CIDOC CRM

Il ne faut pas chercher dans le CIDOC CRM de prescriptions portant sur le traitement documentaire des objets muséaux ; encore une fois, ce n'est pas une norme de description des collections. Ce n'est pas davantage un format d'encodage de l'information muséographique. Le CIDOC CRM a été initialement conçu pour faire dialoguer entre elles des bases de données hétérogènes dans leur structure mais qui obéissent à des principes communs. Le but n'est pas de dire aux institutions ce qu'elles devraient faire et quelle forme devrait prendre le discours qu'elles tiennent sur leurs collections, mais d'expliciter la sémantique intrinsèque du discours qu'elles tiennent déjà dans leurs bases de données. Néanmoins, le modèle peut aussi servir de guide dans la conception des systèmes d'information des musées, en permettant de déterminer quelles sont les notions et les relations importantes sur lesquelles un utilisateur s'attend à pouvoir formuler des requêtes. Le CIDOC CRM facilite également les opérations de migration de bases de données et de changement de format.

Avec le développement des techniques du Web sémantique, le CIDOC CRM acquiert une pertinence accrue. Il existe deux encodages du modèle CIDOC CRM dans des langages spécifiques permettant la publication d'information sous forme de Données liées : l'encodage en RDF Schema (RDFS) disponible sur le site même du CIDOC CRM Special Interest Group (CIDOC CRM Special Interest Group, 2011a), et l'encodage en OWL établi par l'Université d'Erlangen-Nuremberg (Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, 2009-....).

Le CIDOC CRM est conçu pour pouvoir accueillir des extensions afin de couvrir des domaines pour lesquels il n'était pas initialement prévu, comme par exemple l'extension $FRBR_{OO}$ dont il était question plus haut. C'est ainsi que, dans le cadre du projet européen CASPAR (*Cultural, Artistic and Scientific knowledge for Preservation, Access and Retrieval)* pour la préservation à long terme du patrimoine artistique numérique (CNRS CASPAR Team,

2005), une extension du CIDOC CRM a été définie pour exprimer les concepts mis en œuvre dans les processus de numérisation[24].

En 2008, l'équipe française du LIMC (*Lexicon Iconographicum Mythologiae Classicae)* a adapté au CIDOC CRM sa base de données consacrée aux représentations antiques de la mythologie et de la religion gréco-romaines pour la rendre interopérable avec les autres gisements d'information interrogeables via le portail CLAROS (*Classical Art Research Center Online Services)*. Cette solution avait pour but d'« éviter aux participants, actuels et futurs, du portail CLAROS de modifier la structure de leur système d'information respectif » et d'« en respecter l'intégrité et la propriété » (Szabados, 2010).

En France, le projet HADOC (HArmonisation de la production des DOnnées Culturelles), piloté par Katell Briatte, vise à rendre interopérables les données produites par le Ministère de la Culture et de la Communication et par l'ensemble de ses partenaires dans tous les domaines de compétence du ministère : musées, archives, bibliothèques mais aussi le patrimoine architectural et mobilier protégé ou non, l'archéologie, l'ethnologie, la photographie, les arts plastiques, le spectacle vivant, etc. Pour ce projet, le CIDOC CRM peut constituer un modèle conceptuel pivot pour faire dialoguer les différents modèles métier. Il peut également fournir un modèle d'échange opérationnel avec les producteurs de données, et constituera à ce titre un des formats d'interopérabilité sémantique préconisés par le ministère. Il devrait également faciliter les opérations de migration des fonds existants vers les nouveaux modèles de données et les nouveaux environnements de gestion et de diffusion que le ministère souhaite mettre en place. Il permettra enfin de faire émerger dans le Web sémantique des ressources culturelles d'une grande richesse et d'une haute qualité scientifique qui sont aujourd'hui insuffisamment connues et exploitées[25].

Des applications plus inattendues se sont aussi fait jour : en mars 2004, le Musée canadien de la Nature à Ottawa a expérimenté le système ec(h)o qui propose au public des visites audioguidées s'adaptant aux centres d'intérêt de chaque individu, tels que ceux-ci peuvent être inférés en temps réel de son comportement au sein de l'espace du musée. « La possibilité de se lier à d'autres collections muséales étant un aspect important d'ec(h)o, notre ontologie s'appuie largement sur la norme du modèle conceptuel de référence (CRM) pour les

[24] Cette extension est disponible à l'adresse : <http://www.cidoc-crm.org/rdfs/caspar/cidoc_digital.rdfs> (consulté le 20 décembre 2011).
[25] Je remercie Katell Briatte de m'avoir transmis ces précisions sur le projet HADOC.

contenus patrimoniaux, élaborée par le CIDOC[26] » (Hatala *et al.,* 2005, p. 7). Actuellement, l'Université de technologie de Compiègne travaille sur un projet analogue, l'application CALM-Museum d'assistance dynamique à la visite de musée, laquelle, « afin de représenter les aspects culturels des œuvres, [utilise] trois sources de connaissances : CIDOC-CRM, ICONCLASS et Getty-AAT » ; cette application « suggère des œuvres en lien avec celle que le visiteur contemple et justifie ces suggestions en langage naturel » (Gicquel *et al.,* 2012).

En guise de conclusion

S'il fallait résumer en une seule phrase ce qu'est la finalité du CIDOC CRM, on pourrait dire qu'il s'agit essentiellement de *mettre en relation* des informations d'origines diverses. De les mettre en relation pour les enrichir mutuellement, pour permettre des rapprochements auxquels personne peut-être n'aurait pensé, pour en tirer de nouvelles informations qui n'étaient présentes qu'à l'état latent dans les gisements documentaires ainsi reliés. Comme l'écrivent les défenseurs passionnés du projet LODLAM, « la manière dont les données sont publiées sur le Web est en train d'évoluer. De nouvelles applications et appropriations nécessitent que les données soient accessibles de manière à permettre aux machines de les comprendre et aux utilisateurs de les manipuler. On ne peut plus se contenter, par exemple, de pointer vers une base de données constituée de notices[27] » (Oomen *et al.,* 2012). La publication de l'information muséographique sur le Web de données, par le biais d'une « traduction » de cette information dans l'ontologie CIDOC CRM, permettrait non seulement d'éviter « de ressaisir les mêmes informations pour de multiples usages […] et sur de multiples supports […] » (Manœuvre, 2007), ce qui en soi serait déjà une justification suffisante, mais ouvrirait aussi la voie à de multiples réutilisations de cette information par des acteurs du Web dont nous ne pouvons même pas soupçonner aujourd'hui qu'ils puissent s'y intéresser.

[26] « As the ability to link to other museum collections is an important feature of ec(h)o, our ontology builds significantly on the standard conceptual reference model (CRM) for heritage content developed by CIDOC » (traduit par nous).
[27] « The way data is being published on the web is currently in transition. New applications and appropriations require data to be accessed in ways that support machines to understand and users to manipulate data. Just pointing to a database with records, for instance, no longer suffices » (traduit par nous).

Références bibliographiques

Bermes (Emmanuelle). 2011. « Convergence et interopérabilité : l'apport du Web de données ». *World Library and Information Congress : 77th IFLA General Conference and Congress, Puerto Rico, 13-18 August, San Juan.* <http://conference.ifla.org/past/ifla77/149-bermes-fr.pdf> (consulté le 8 août 2012).

Berners-Lee (Tim). 2006. « Linked Data ». <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html> (consulté le 12 juillet 2012).

Bizer (Christian), Heath (Tom), Berners-Lee (Tim). 2009. « Linked Data – the story so far ». *International Journal on Semantic Web and Information Systems (IJSWIS),* 5(3), p. 1-22.

Chen (Ya-Ning), Sum (Hon-Chung), Lin (Guo-Syun), Chen (Hui-Pin). 2012. « $FRBR_{OO}$ based metadata description and integration for art collections : an ontology approach ». *IFLA satellite & ARLIS/Norden conference and annual meeting, Helsinki, August 9-11, 2012 : Art now ! contemporary art resources in a library context*. <http://www.arlisnorden.org/uploads/6/0/9/2/6092407/frbrarthur.doc> (consulté le 9 août 2012).

CIDOC. 1995a. *CIDOC Relational Data Model.* <http://cidoc.mediahost.org/data-model(en)(E1).xml> (consulté le 20 décembre 2011).

CIDOC. 1995b. *International Guidelines for museum object information : the CIDOC information categories.* <http://www.cidoc-crm.org/docs/guide.htm> (consulté le 20 décembre 2011).

CIDOC CRM Special Interest Group. 2011a. *CIDOC CRM v5.0.4 encoded in RDFS*. <http://www.cidoc-crm.org/rdfs/cidoc_crm_v5.0.4_english_label.rdfs> (consulté le 20 décembre 2011).

CIDOC CRM Special Interest Group. 2011b. *Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model. Version 5.0.4*. [S. l.] : ICOM/CIDOC CRM Special Interest Group. <http://www.cidoc-crm.org/docs/cidoc_crm_version_5.0.4.pdf> (consulté le 13 février 2012).

CNRS CASPAR Team. 2005. *Le Projet CASPAR*. <http://www.utc.fr/caspar/wiki/pmwiki.php?n=Main.Project> (consulté le 20 décembre 2011).

Cruz (Isabel F.), Xiao (Huiyong). 2005. « The Role of ontologies in data integration ». *Engineering intelligent systems,* 13(4), p. 245-252.

Doerr (Martin). 2003. « The CIDOC Conceptual Reference Module [*sic*] : an ontological approach to semantic interoperability of metadata ». *AI Magazine,* 24(3), p. 75-92.

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg. 2009-.... *Erlangen CRM / OWL*. <http://erlangen-crm.org/> (consulté le 8 août 2012).

Gicquel (Pierre-Yves), Lenne (Dominique). 2012. « Opérationnalisation d'un modèle sémantique du contexte pour l'apprentissage en mobilité ». *IC 2012 : 23es Journées francophones d'ingénierie des connaissances, Centre des Cordeliers, Paris, 25-29 juin 2012*. <http://ic2012.crc.jussieu.fr/papiers/IC2012_14.pdf> (consulté le 3 août 2012).

Hatala (Marek), Wakkary (Ron), Kalantari (Leila). 2005. « Rules and ontologies in support of real-time ubiquitous application ». *Journal of Web semantics : science, services and agents on the World Wide Web,* 3(1), p. 5-22.

IFLA. 2009. *Functional requirements for bibliographic records : final report… as amended and corrected through February 2009*. <http://www.ifla.org/files/cataloguing/frbr/frbr_2008.pdf> (consulté le 20 décembre 2011). Traduction française disponible à l'adresse : <http://www.bnf.fr/documents/frbr_rapport_final.pdf> (consulté le 15 février 202).

International Working Group on FRBR and CIDOC CRM Harmonisation. 2012. *FRBR object-oriented definition and mapping to FRBR$_{ER}$ (version 1.0.2)*. <http://www.cidoc-crm.org/docs/frbr_oo/frbr_docs/FRBRoo_V1.0.2.pdf> (consulté le 3 août 2012).

ISO. 2006. *Norme internationale ISO 21127 : information et documentation – une ontologie de référence pour l'échange d'informations du patrimoine culturel*. Genève : ISO.

Le Bœuf (Patrick). 2009. « Modélisation conceptuelle de l'information bibliographique et muséologique : CIDOC CRM et FRBR$_{OO}$ ». *Documentation et bibliothèques*, 55(4) (numéro thématique : *Muséologie et sciences de l'information*), p. 209-214.

Le Bœuf (Patrick). 2012. « Un exemple de coopération entre bibliothèques et musées : le modèle conceptuel FRBR$_{OO}$ ». *CIDOC2012 : Enriching cultural heritage, Helsinki, Finland, 10-14.6.2012 = CIDOC2012 : Enrichir le patrimoine culturel, Helsinki, Finlande, 10-14.6.2012*. <http://www.cidoc2012.fi/fr/File/1647/le-boeuf-discours-d039ouverture.pdf> (consulté le 8 août 2012).

Lourdi (Irene), Papatheodorou (Christos), Doerr (Martin). 2009. « Semantic integration of collection description : combining CIDOC/CRM and Dublin Core Collections Application Profile ». *D-Lib Magazine,* 15(7/8). <http://www.dlib.org/dlib/july09/papatheodorou/07/papatheodorou.html> (consulté le 10 juillet 2012).

Manœuvre (Laurent). 2007. « Le référentiel de la notice d'objet ». *Journée d'étude « Bases de données documentaires : état des lieux et perspectives », École du Louvre, 22 mai 2007*. <http://www.culture.gouv.fr/documentation/joconde/fr/partenaires/AIDEMUSEES/journee/referentiel-objet.pdf> (consulté le 27 juillet 2012).

Mazurek (Cezary), Sielski (Krzysztof), Walkowska (Justyna), Werla (Marcin). 2012. « From MARC21 and Dublin Core, through CIDOC CRM : first tenuous steps towards representing library data in $FRBR_{OO}$ ». *CIDOC2012 : Enriching cultural heritage, Helsinki, Finland, 10-14.6.2012 = CIDOC2012 : Enrichir le patrimoine culturel, Helsinki, Finlande, 10-14.6.2012*. <http://www.cidoc2012.fi/en/File/1611/mazurek.pdf> (consulté le 8 août 2012).

Merges (Judith), Scholz (Martin), Goerz (Guenther). 2012. « Erlangen implementation of $FRBR_{OO}$ ». *CIDOC2012 : Enriching cultural heritage, Helsinki, Finland, 10-14.6.2012 = CIDOC2012 : Enrichir le patrimoine culturel, Helsinki, Finlande, 10-14.6.2012*. <http://www.cidoc2012.fi/en/File/1612/merges.pdf> (consulté le 8 août 2012).

Ochman (Cécile). 2011. *Rapport technique : création des ontologies CIDOC, $FRBR_{OO}$ et SUDOC*. <http://www.lirmm.fr/~leclere/recherche/RapportsTechniques/RapportModelisationSudoc.pdf> (consulté le 3 août 2012).

Oomen (Johan), Baltussen (Lotte Belice), Erp (Marieke van). 2012. « Sharing cultural heritage the linked open data way : why you should sign up ». *Museums and the Web 2012 : the international conference for culture and heritage on-line, April 11-14, 2012, San Diego, CA, USA*. <http://www.museumsandtheweb.com/mw2012/papers/sharing_cultural_heritage_the_linked_open_data> (consulté le 3 août 2012).

Plutarque. 1853. *Vie des hommes illustres* (traduction par Alexis Pierron). Volume I. Paris : Charpentier. Numérisation :

<http://remacle.org/bloodwolf/historiens/Plutarque/theseepierron.htm> (consulté le 7 août 2012).

Riva (Pat), Doerr (Martin), Žumer (Maja). 2008. « $FRBR_{OO}$: offrir une vision commune de l'information produite par des institutions de mémoire ». *World Library and Information Congress : 74th IFLA General Conference and Congress, 10-14 August 2008, Québec, Canada.* <http://archive.ifla.org/IV/ifla74/papers/156-Riva_Doerr_Zumer-trans-fr.pdf> (consulté le 3 août 2012).

Seiler (Annette). 2009. *Die Publikation musealer Daten als Linked Data.* <http://www.intelligent-information.de/wp-content/uploads/2009/11/Masterarbeit-Blog.pdf> (consulté le 20 décembre 2011).

Shadbolt (Nigel), Hall (Wendy), Berners-Lee (Tim). 2006. « The Semantic Web revisited ». *IEEE Intelligent Systems,* 21 (3), p. 96-101.

Sibille-de Grimoüard (Claire). 2010. [Compte rendu de la réunion du Sous-comité des normes de description affilié au Comité des normes et des bonnes pratiques du Conseil international des archives, 25-27 mai 2010]. <http://www2.archivists.org/sites/all/files/description_report_2010_ica_0.pdf> (consulté le 20 décembre 2011).

Szabados (Anne-Violaine). 2010. « Du système documentaire du LIMC au portail CLAROS : interopérabilité et optimisation de l'information archéologique grâce à l'usage de normes ». *Deuxièmes Journées Informatique et Archéologie de Paris (JIAP 2010)* (à paraître). Manuscrit d'auteur disponible à : <http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/52/47/24/PDF/SZABADOS_communication_JIAP2010_20100910.pdf> (consulté le 3 août 2012).

Tzompanaki (Katerina), Doerr (Martin). 2012. « A New Framework for querying semantic networks ». *Museums and the Web 2012 : the international conference for culture and heritage on-line, April 11-14, 2012, San Diego, CA, USA*. <http://www.museumsandtheweb.com/mw2012/papers/a_new_framework_for_querying_semantic_networks> (consulté le 3 août 2012).

Voss (Jon). 2012. « Radically open cultural heritage data on the Web ». *Museums and the Web 2012 : the international conference for culture and heritage on-line, April 11-14, 2012, San Diego, CA, USA*.

<http://www.museumsandtheweb.com/mw2012/papers/radically_open_cultural_heritage_data_on_the_w> (consulté le 3 août 2012).