

***Display* : une infrastructure sémantique pour la documentation structurée des accrochages d'exposition**

Zoë Renaudie¹ , David Valentine¹ , and Emmanuel Château-Dutier¹ 

¹ Université de Montréal, Québec, Canada

Abstract

Historical research on exhibitions faces the challenge of mobilizing and exploiting heterogeneous archival documentation to reconstruct collection hangings in art museums. This paper presents *Display*, a free and open-source web application that provides a semantic infrastructure for documenting the spatial configurations of exhibitions in a structured manner. We posit that a web interface adapted to researchers' workflows enables non-experts to produce data structured according to a formal ontological model, with quality and completeness comparable to those achieved by expert methods. This paper presents the technical architecture of *Display*, its user-centered design methodology, and the results of an empirical evaluation conducted on the *Feux pâles* exhibition corpus. Our contribution is twofold: methodological, in documenting a design process that makes the semantic web accessible, and empirical, in demonstrating that such accessibility is effectively achievable.

Mots-clés: humanités numériques, web sémantique, muséologie, ontologie, documentation des expositions, topologie, histoire de l'art

Keywords: digital humanities, semantic Web, museology, ontology, exhibition documentation, topology, art history

1 Introduction

La recherche historique sur les expositions suppose la mobilisation et l'exploitation d'une large documentation archivistique pour renseigner l'histoire des accrochages des collections dans les musées d'art [14]. Alors que la reconstitution d'accrochages [10] se heurte à plusieurs difficultés pratiques et méthodologiques qui tiennent notamment à la partialité de la documentation conservée ou la nécessité de composer avec des sources d'information hétérogènes (vues d'exposition, liste de prêts, plans des salles d'exposition, projets expographiques ou scénographiques), ce processus peut fortement bénéficier d'une approche numérique qui tire parti de la modélisation en trois dimensions.

Le partenariat Des nouveaux usages des collections dans les musées d'art (CIÉCO) réunit une équipe universitaire composée d'une vingtaine de chercheurs et six musées d'art canadiens et un laboratoire L'Ouvroir d'histoire de l'art et de muséologie numériques. Au sein de ce projet, notre collègue Marie Fraser s'intéresse à l'histoire des accrochages de collections. Pour soutenir ce travail, notre équipe a cherché à mettre au point des processus de documentation et de visualisation destinés à la fois à garantir la pérennité et la conservation d'un patrimoine documentaire sur les expositions et à utiliser cette documentation sous-exploitée par les musées dans différents contextes numériques.

Nous postulons qu'une interface web adaptée aux workflows des chercheurs permet à des non-experts de produire des données structurées selon un modèle ontologique formel, avec une qualité

Zoë Renaudie, David Valentine, and Emmanuel Château-Dutier. "*Display* : une infrastructure sémantique pour la documentation structurée des accrochages d'exposition." *Actes de la Conférence Humanistica*, éd. par Serena Crespi, Simon Gabay, Martin Grandjean, Ariane Pinche, Marie Puren et Léa Saint-Raymond. Vol. 4. Anthology of Computers and the Humanities. 2026, 150–157. <https://doi.org/10.63744/ju117YgD6qgM>.

et une complétude comparables à celles obtenues par des méthodes expertes. Cette communication présente *Display*, une application développée selon une méthodologie de conception centrée sur les utilisateurs, et valide cette hypothèse à travers une évaluation empirique menée sur le corpus de l'exposition *Feux pâles*. Notre contribution est double : méthodologique, en documentant un processus de design permettant de rendre accessible le web sémantique aux chercheurs en sciences humaines, et empirique, en démontrant sa mise en œuvre et son bénéfice sur des études de cas. Nous présenterons d'abord le cadre théorique et l'architecture technique de *Display*, puis la méthodologie de conception centrée utilisateur, avant d'exposer les résultats de l'application à l'exposition *Feux pâles* de l'évaluation utilisateur, et de discuter des perspectives de généralisation.

2 Cadre théorique, technique et conceptuel

Plusieurs institutions muséales majeures ont entrepris des projets ambitieux de documentation de l'histoire de leurs expositions [2]. Le *MoMA Exhibition History Project* a ainsi partagé en ligne un historique complet de ses expositions depuis 1929, incluant plus de 5 500 expositions documentées par des photographies d'installation, des communiqués de presse, des listes d'œuvres et des catalogues [21]. Ces initiatives témoignent de l'importance croissante accordée à la préservation et à l'accessibilité de l'histoire des expositions [12]. Toutefois, ces projets se concentrent principalement sur la mise à disposition d'une documentation primaire (photographies, listes, catalogues) que les relations spatiales entre les œuvres exposées ne fassent l'objet d'une description ou d'une modélisation. Quelques projets ont tenté de documenter la spatialité expographique comme, le *Google Arts and Culture* ou le *Virtual Museums* reconstituent des expositions historiques en 3D [3; 4; 5]. Mais les données produites ne font généralement pas l'objet d'une structuration, ce qui limite les possibilités d'analyse systématique des pratiques d'accrochage [18; 19; 20].

Depuis les années 90, les institutions culturelles ont développé plusieurs modèles documentaires pour rendre compte de l'information muséale. Le modèle conceptuel de référence développé par le groupe de documentation de l'International Council of Museums (ICOM), le CIDOC-CRM, propose par exemple une ontologie générique, orientée événement, qui permet de décrire la vie des objets culturels [6; 7]. Des travaux ont également été menés au sujet de la provenance et, plus récemment, sur la documentation des expositions : L'extension AAAo (Art and Architectural Argumentation Ontology) tente de modéliser les « données historiques difficiles » sans les réduire. Onto-Exhibit s'intéresse quant à la dimension discursive de l'exposition [11]. Cependant, il n'existe jusqu'à présent pas de modèle spécialisé pour la documentation spatiale des accrochages d'exposition ou de collection [8].

Si les systèmes de gestion de collection des musées permettent de lister les expôts et les expositions dans lesquelles elles ont été présentées, ou encore de les placer dans leurs salles d'expositions, ceux-ci ne permettent pas aujourd'hui de visualiser les accrochages. Les plans d'exposition que l'on peut parfois trouver dans les archives sont généralement produits par les régisseurs ou les scénographes sur des logiciels de dessin architectural ou de modélisation 3D (type Acrobat, Sketchup, etc.) en amont des expositions. Ces plans sont utiles à la production des expositions : ils servent par exemple à dimensionner les cimaises, à placer précisément les œuvres pour l'accrochage, ou à fabriquer le mobilier d'exposition. Notre outil ne vise pas à produire des plans précis des expositions ni à remplacer cette étape de travail.

Display est une application web libre et open source, mais aussi un dispositif conceptuel et technique destiné à permettre la documentation structurée des accrochages d'exposition en reliant les œuvres d'art, les configurations spatiales, les séquences temporelles et les décisions curatoriales à travers un modèle ontologique flexible capable de traiter les incertitudes inhérentes à la documentation historique. Conçu comme un outil de travail, *Display* vise à accompagner le chercheur dans la production de données structurées tout en respectant ses pratiques de recherche existantes.

L'accessibilité du web sémantique constitue un enjeu central du projet. Bien que les technologies du web sémantique offrent un potentiel considérable pour la structuration et l'exploitation des données culturelles, leur adoption demeure limitée en raison de leur complexité technique. *Display* propose une réponse à ce défi en masquant la complexité ontologique derrière des interfaces intuitives, permettant ainsi aux chercheurs de produire des données sémantiques de qualité sans expertise technique préalable.

3 Méthodologie

Le développement de *Display* a émergé d'un processus itératif de co-création ancré dans des situations de recherche concrètes. Plutôt que de commencer par la spécification de fonctionnalités techniques abstraites, le projet s'est déplacé du terrain vers l'ontologie, puis de l'ontologie vers l'interface utilisateur, en demeurant ancré dans la réalité des pratiques curatoriales et savantes. Cette méthodologie a impliqué d'abord l'identification des besoins de documentation à partir de corpus d'expositions spécifiques, ensuite la modélisation de ces situations en utilisant des approches sémantiques en dialogue avec les normes internationales, enfin le développement d'une interface applicative utilisable par des utilisateurs indépendamment de leur expertise technique.

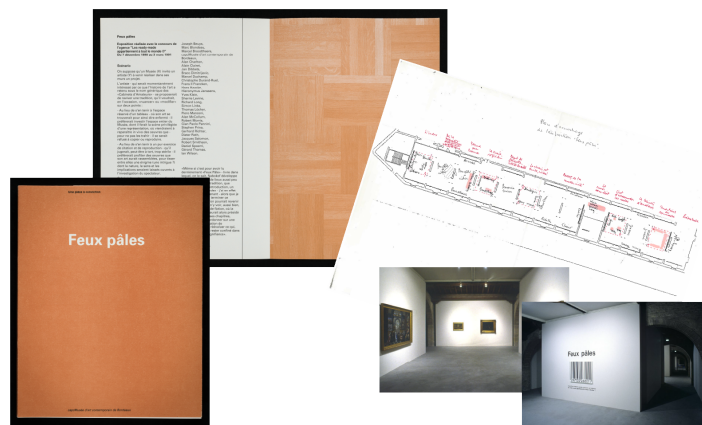


FIGURE 1 – Exemple de documents d'archives de *Feux pâles*. Source : archives du CAPC, crédits des photos : Frédéric Delpech.

La première phase du projet a consisté à consulter l'équipe de Marie Fraser, porteuse de l'axe 1 sur la collection exposée du Partenariat, pour identifier leurs attentes et comprendre leurs pratiques de recherche. Le travail de recherche de Zoë Renaudie [17] sur l'exposition *Feux pâles* (1990, Capc Musée d'art contemporain de Bordeaux) a ensuite servi de cas d'étude pilote. Cette exposition collective majeure présentait 96 œuvres de 82 artistes, auteurs ou artisans (dont 5 fictifs, 40 anonymes) dans une scénographie complexe mobilisant différents types de sources documentaires : photographies d'installation, plans architecturaux partiels, listes d'œuvres, et témoignages (fig. 1). L'analyse de ce corpus a permis d'identifier les situations documentaires récurrentes dans la recherche sur les expositions : information lacunaire, sources contradictoires, nécessité de formuler des hypothèses alternatives de reconstitution.

La deuxième phase concernait la modélisation formelle de ces situations en utilisant des approches sémantiques en dialogue avec les normes internationales. Des ateliers de travail réguliers entre chercheurs en histoire de l'art, spécialistes du web sémantique et développeurs ont permis d'affiner progressivement le modèle ontologique. Cette démarche collaborative assurait que l'ontologie réponde effectivement aux besoins de la recherche tout en maintenant une rigueur formelle

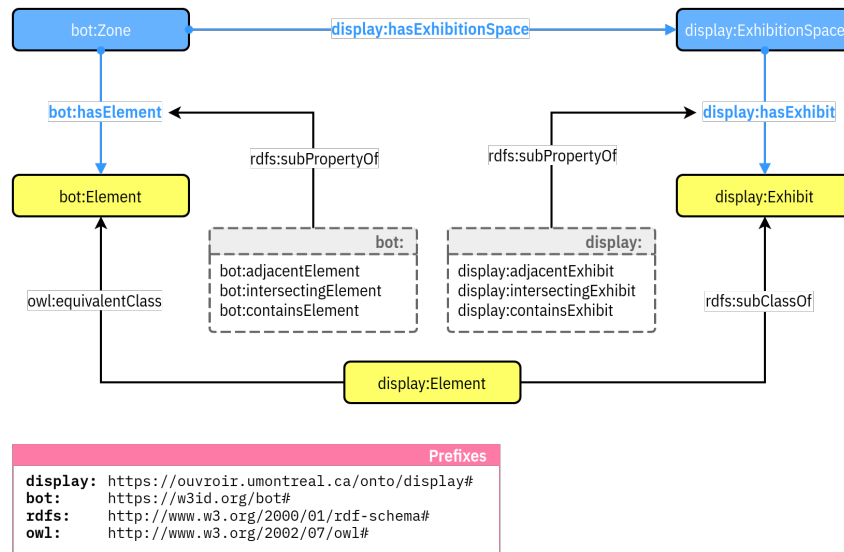


FIGURE 2 – Représentation de la gestion des données topologiques dans l’ontologie Display.

et une compatibilité avec les standards existants. La troisième phase portait quant à elle sur le développement avec une entreprise extérieure (tractr) d’une interface applicative utilisable par des chercheurs indépendamment de leur expertise technique. Plusieurs cycles de prototypage et de tests utilisateurs ont été conduits, permettant d’ajuster les fonctionnalités et l’ergonomie de l’application. Cette approche itérative a révélé l’importance de certains choix de design : visualisation simultanée en 2D et 3D, gestion explicite des hypothèses alternatives, annotation directe des sources documentaires.

La production du logiciel a donc bénéficié d’une collaboration interdisciplinaire importante où les développements techniques et la recherche historique s’informaient mutuellement, créant un espace de recherche-crédation fertile pour l’innovation méthodologique en humanités numériques.

4 Architecture technique : une infrastructure sémantique en trois couches

L’architecture de Display repose sur trois composantes principales : une ontologie de domaine exprimée en OWL, un serveur de données exploitant les technologies du web sémantique, et un client web orienté vers la saisie et la visualisation.

4.1 L’ontologie Display : modéliser l’espace expographique

Le modèle documentaire occupe une place centrale dans l’infrastructure. L’ontologie *Display*, accessible à l’adresse <https://w3id.org/display>, permet de décrire de manière explicite et formelle les caractéristiques d’un accrochage ou d’une exposition : proximité et contiguïté des œuvres, relations de vis-à-vis, configurations spatiales et séquences de visite. Tout en maintenant une compatibilité avec le modèle conceptuel de référence du CIDOC-CRM, nous avons privilégié une modélisation centrée sur les relations spatiales [1] en nous appuyant sur une spécialisation de la Building Topology Ontology (BOT) [9; 15; 16].

Ce choix de modélisation présente plusieurs avantages significatifs. D’abord, il permet l’enregistrement structuré de l’information historique concernant les accrochages tout en proposant des solutions pour représenter l’incertitude et les lacunes documentaires, situation courante dans la recherche sur les expositions passées. Ensuite, un travail particulier sur les relations topologiques permet de tirer pleinement parti des mécanismes d’inférence propres aux logiques de des-

cription [13]. L'utilisation d'un modèle ontologique offre ainsi la possibilité de déduire automatiquement de nouveaux faits à partir des données existantes, enrichissant la documentation au-delà des seules informations explicitement saisies.

4.2 Infrastructure serveur : exploitation des données

L'architecture serveur s'appuie sur l'implémentation d'un SPARQL endpoint utilisant le framework Apache Jena, couplé à un moteur d'inférence qui matérialise le potentiel computationnel de l'ontologie. L'utilisation de CRAFTS (Customizable REST API For TripleStores) a permis de créer une API REST facilitant l'accès aux données par l'intermédiaire de JSON-LD, avec des patrons proches de ceux proposés par le modèle Linked Art. Cette approche garantit l'interopérabilité des données avec l'écosystème plus large des données culturelles liées, tout en offrant une interface de programmation moderne et accessible.

Cette infrastructure permet non seulement de stocker et interroger les données d'exposition, mais aussi d'effectuer des raisonnements automatiques sur ces données. Par exemple, si une œuvre A est documentée comme étant à gauche d'une œuvre B, et que B est à gauche de C, le moteur d'inférence peut déduire automatiquement les relations spatiales transitives pertinentes, enrichissant ainsi la base de connaissances sans intervention manuelle.

4.3 Client web : interfaces pour la saisie et la visualisation

Côté client, l'environnement s'appuie sur une base de données PostgreSQL via Supabase pour la gestion intermédiaire des données et des utilisateurs. L'interface graphique en JavaScript articule trois vues distinctes pour la saisie et la visualisation : une scène 3D développée avec Three.js permettant la visualisation spatiale des accrochages, un module de traitement des sources documentaires facilitant l'analyse des archives et photographies d'époque, et une vue de données structurées offrant un accès direct aux triplets RDF sous-jacents.

La conception des interfaces repose sur l'observation des procédures effectivement mobilisées par les chercheurs dans la documentation des expositions. Au sein d'un projet, l'utilisateur peut créer différentes versions d'une exposition, exploitant diverses sources documentaires et explorant différentes hypothèses de reconstitution. Cette fonctionnalité répond directement aux besoins identifiés lors de la phase de recherche terrain : face à une documentation lacunaire ou contradictoire, les chercheurs doivent souvent formuler plusieurs hypothèses sur les configurations spatiales et les placements d'objets. *Display* leur permet désormais de modéliser explicitement ces hypothèses alternatives et de les comparer systématiquement.

5 Résultats, discussion et perspectives

Pour évaluer cette application, nous présenterons les résultats de l'application de *Display* au corpus documentaire de l'exposition *Feux pâles*. Ce cas d'étude permet de démontrer la capacité de l'outil à traiter différentes situations documentaires typiques de la recherche sur les expositions historiques : œuvres dont la position exacte est incertaine, sources photographiques partielles nécessitant une interprétation, contradiction entre différentes sources documentaires. Nous montrerons comment *Display* a permis de formuler et de documenter plusieurs hypothèses de reconstitution de l'accrochage, en explicitant pour chacune les sources mobilisées et le degré de certitude associé. La visualisation 3D de ces différentes hypothèses a facilité leur comparaison et a révélé des implications spatiales qui n'étaient pas immédiatement apparentes dans la documentation archivistique bidimensionnelle. L'utilisation de standards ouverts (OWL, RDF, SPARQL) et le développement en open source garantissent la réutilisabilité et la pérennité de l'infrastructure. La compatibilité

avec le CIDOC-CRM et Linked Art assure l'interopérabilité avec les systèmes existants de documentation du patrimoine culturel. Cette approche favorise l'émergence d'une infrastructure partagée pour la documentation des expositions, permettant potentiellement l'agrégation de données en provenance de multiples institutions et projets de recherche.

Les perspectives de développement sont multiples. Sur le plan technique, l'enrichissement du moteur d'inférence pourrait permettre des raisonnements spatiaux plus sophistiqués, notamment l'intégration de contraintes géométriques dans les processus de validation des hypothèses de reconstitution. L'intégration de mécanismes d'intelligence artificielle pour l'extraction automatique d'informations spatiales à partir de photographies d'archives constitue également une piste prometteuse pour réduire le temps de documentation. L'accumulation de données structurées sur les accrochages ouvre la voie à des analyses computationnelles à grande échelle : identification de patterns curatoriales, analyse de l'évolution des pratiques d'accrochage, étude comparative des stratégies muséales à travers les époques et les institutions. Enfin, dans le cadre de son doctorat, Zoë Renaudie explore les possibilités d'extension du modèle à d'autres dimensions de l'expérience de l'exposition.

6 Conclusion

En articulant modélisation ontologique, infrastructure sémantique et interfaces adaptées aux pratiques de recherche, le projet Display propose une infrastructure technique robuste et pérenne pour la documentation structurée des accrochages d'exposition. Cette communication démontrera qu'il est possible de rendre accessible le web sémantique à des utilisateurs non-experts tout en maintenant la rigueur formelle nécessaire à l'exploitation computationnelle des données.

Au-delà de l'outil lui-même, Display illustre une méthodologie de recherche-crédation en humanités numériques où le développement technique et les questions de recherche s'informent mutuellement. Cette approche collaborative et itérative, ancrée dans des cas concrets, constitue un modèle reproductible pour d'autres projets visant à mobiliser les technologies du web sémantique au service de la recherche en sciences humaines.

Données et code

Ontologie Display : <https://w3id.org/display/0.1.0>.

Github du projet : <https://github.com/ouvroir/display-ontology>.

Remerciements

Ce projet a été développé par l'Ouvroir d'histoire de l'art et de muséologie numériques de l'Université de Montréal dans le cadre du Partenariat Des nouveaux usages des collections dans les musées d'art, avec le soutien d'un financement du Fonds canadien pour l'innovation et du Conseil de recherche en sciences humaines du Canada.

Financements

Le projet a bénéficié du soutien d'un financement du Fonds canadien pour l'innovation et du Conseil de recherche en sciences humaines du Canada.

Références

- [1] ABADIE, Nathalie et ATEMEZING, Ghislain. « Ontologie des primitives géométriques ». Spécification. 2019. URL : <http://data.ign.fr/def/geometrie>.

- [2] Bruce ALTSHULER, éd. par. *Biennials and Beyond : Exhibitions That Made Art History, 1962–2002*. T. 2. Exhibitions That Made Art History. Londres : Phaidon Press, 2013.
- [3] BIELLA, Daniel et LUTHER, Wolfram. « A Parameterizable Framework for Replicated Experiments in Virtual 3D Environments ». In : *Web Information Systems and Technologies*, sous la dir. de José CORDEIRO, Slimane HAMMOUDI et Joaquim FILIPE. T. 18. Berlin : Springer, 2009, p. 361-374. DOI : 10.1007/978-3-642-01344-7_27.
- [4] BIELLA, Daniel, LUTHER, Wolfram et BALOIAN, Nelson. « Beyond the ARCO Standard ». In : *Proceedings of the 16th International Conference on Virtual Systems and Multimedia*. Séoul, Corée du Sud : IEEE, 2010, p. 184-191. DOI : 10.1109/VSMM.2010.5665985.
- [5] BIELLA, Daniel, LUTHER, Wolfram et BALOIAN, Nelson. « Virtual Museum Exhibition Designer Using Enhanced ARCO Standard ». In : *Proceedings of the XXIX International Conference of the Chilean Computer Science Society*. Antofagasta, Chili : IEEE, 2010, p. 226-235. DOI : 10.1109/SCCC.2010.11.
- [6] BRUSEKER, George, CARBONI, Nicola et GUILLEM, Anaïs. « Cultural Heritage Data Management : The Role of Formal Ontology and CIDOC CRM ». In : *Heritage and Archaeology in the Digital Age*, sous la dir. de Matthew L. VINCENT, Víctor Manuel LÓPEZ-MENCHERO BENDICHO, Marinos IOANNIDES et Thomas E. LEVY. Cham : Springer, 2017, p. 93-131. DOI : 10.1007/978-3-319-65370-9_6.
- [7] BRUSEKER, George, GUILLEM, Anaïs et CARBONI, Nicola. « Semantically Documenting Virtual Reconstruction : Building a Path to Knowledge Provenance ». In : *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences II-5-W3* (2015), p. 33-40. DOI : 10.5194/isprsanals-II-5-W3-33-2015.
- [8] CARBONI, Nicola, USEL, Thibault et JOYEUX-PRUNEL, Béatrice. « Intégrer des données historiques spatio-temporelles ». Genève, Suisse : Association francophone des humanités numériques, 2023. URL : <https://hal.science/hal-04110759>.
- [9] COSTIN, Aaron et PAUWELS, Pieter. « Building Information Modeling and Ontologies : Overview of Shared Representations ». In : *Research Companion to Building Information Modeling*. Edward Elgar Publishing, 2022, p. 12-34. DOI : 10.4337/9781839105524.00010.
- [10] DAVALLON, Jean. « Le pouvoir sémiotique de l'espace ». In : *Hermes, La Revue* 61, no. 3 (2011), p. 38-44. DOI : 10.3917/herm.061.0038.
- [11] GARCIA, Maria del Mar Roldán, SALVACHÚA, Martín Jerónimo, Díez PLATAS, María Luisa et RODRIGUEZ ORTEGA, Nuria. « OntoExhibit ». 2023. URL : <https://complexhibit-project.github.io/OntoExhibit/index-en.html>.
- [12] GREENBERG, Reesa. « “Remembering Exhibitions” : From Point to Line to Web ». In : *Tate Papers*, no. 12 (2009). URL : <https://www.tate.org.uk/research/tate-papers/12/remembering-exhibitions-from-point-to-line-to-web>.
- [13] GUILLEM, Anaïs, GROS, Antoine, REBY, Kevin, ABERGEL, Violette et DELUCA, Livio. « RCC8 for CIDOC CRM : Semantic Modeling of Mereological and Topological Spatial Relations in Notre-Dame de Paris ». In : *Proceedings of the International Workshop on Semantic Web and Ontology Design for Cultural Heritage (SWODCH 2023)*, sous la dir. d'Antonios BIKAKIS, Roberta FERRARIO, Stéphane JEAN, Béatrice MARKHOFF, Alessandro MOSCA et Marianna NICOLOSI ASMUNDO. Athènes, Grèce, 2023. URL : <https://ceur-ws.org/Vol-3540/paper2.pdf>.
- [14] MERMINOD, Vanessa. « L'exposition : un nouvel objet de patrimoine ? » In : *Material Culture Review* 76 (2012), p. 60-72. URL : <https://id.erudit.org/iderudit/mcr76rr01>.

- [15] RASMUSSEN, Mads Holten, LEFRANÇOIS, Maxime, SCHNEIDER, Georg Ferdinand et PAUWELS, Pieter. « BOT : The Building Topology Ontology of the W3C Linked Building Data Group ». In : *Semantic Web 12*, no. 1 (2020), p. 143-161. DOI : 10.3233/SW-200385.
- [16] RASMUSSEN, Mads Holten, PAUWELS, Pieter, LEFRANÇOIS, Maxime et SCHNEIDER, Georg Ferdinand. « Building Topology Ontology ». Rapport préliminaire. 2021. URL : <https://w3c-lbd-cg.github.io/bot>.
- [17] RENAUDIE, Zoë. *Le Monde de Feux pâles : l'exposition à l'épreuve de la conservation-restauration*. Mémoire de recherche. Avignon : École Supérieure d'Art d'Avignon, 2017. URL : <http://hdl.handle.net/1866/40417>.
- [18] SACHER, Daniel. *Generative Approach to Virtual Museums Using a New Metadata Format*. Berlin : Logos Verlag, 2017.
- [19] SACHER, Daniel, WEYERS, Benjamin, BIELLA, Daniel et LUTHER, Wolfram. « Smart Museums – Exploiting Generative Virtual Museums ». In : *Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence*. Cham : Springer, 2014, p. 384-387. DOI : 10.1007/978-3-319-13102-3_63.
- [20] SACHER, Daniel, WEYERS, Benjamin, BIELLA, Daniel et LUTHER, Wolfram. « Towards an Evaluation of a Metadata Standard for Generative Virtual Museums ». In : *Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence*. Cham : Springer, 2014, p. 357-364. DOI : 10.1007/978-3-319-13102-3_59.
- [21] STANISZEWSKI, Mary Anne. *The Power of Display : A History of Exhibition Installations at the Museum of Modern Art*. Cambridge : MIT Press, 1998.