



Sémantique et contexte en mobilité Opérationnalisation d'un modèle sémantique du contexte pour l'apprentissage en mobilité

Pierre-Yves Gicquel, Dominique Lenne

► To cite this version:

Pierre-Yves Gicquel, Dominique Lenne. Sémantique et contexte en mobilité Opérationnalisation d'un modèle sémantique du contexte pour l'apprentissage en mobilité. 23es Journées Francophones d'Ingénierie des Connaissances IC 2012, Jun 2012, Paris, France. <hal-00817186>

HAL Id: hal-00817186

<https://hal.science/hal-00817186v1>

Submitted on 24 Apr 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

Opérationnalisation d'un modèle sémantique du contexte pour l'apprentissage en mobilité

Pierre-Yves Gicquel, Dominique Lenne

UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE COMPIÈGNE, CNRS, UMR HEUDIASYC
{pgicquel, dlenne}@utc.fr

Résumé :

Nous nous intéressons dans cet article à l'instrumentation de l'apprentissage informel en visite de musée et à la prise en compte du contexte dans ce type de situation. Nous proposons un modèle sémantique du contexte suivant trois espaces contextuels : historique de visite, localisation et profil du visiteur. Ces espaces évoluent en fonction des déplacements du visiteur et de ses interactions avec le dispositif. Afin d'opérationnaliser notre modèle pour la suggestion d'informations et la génération de quiz d'auto-évaluation, nous définissons des règles de focalisation et de relaxation contextuelles. Ces règles représentent l'expression formelle de connaissances didactiques sur le domaine, telles qu'exprimées par exemple par des guides-conférenciers.

Mots-clés : contexte, ontologie, apprentissage informel, informatique ubiquitaire.

1 Introduction

Nous nous intéressons à l'instrumentation de l'apprentissage informel en mobilité. L'apprentissage informel est caractérisé par l'absence d'un modèle explicite des activités d'apprentissage et par la grande liberté laissée à l'apprenant dans le choix des connaissances à acquérir et leur mode d'acquisition (Colley *et al.* (2003)). Notre terrain d'application concerne les visites de musées et de sites culturels, il s'agit donc de fournir des informations et de proposer des activités adaptées au profil du visiteur, à ses intérêts, sa situation physique, son historique de visite... Ces différentes dimensions définissent le contexte de la situation du visiteur. Comme le soulignent Zimmermann *et al.* (2007), le contexte n'est pas un ensemble homogène, mais doit plutôt être considéré comme une entité multidimensionnelle. Il peut alors être intéressant, d'un point de vue pédagogique, de

favoriser certaines dimensions contextuelles selon les activités proposées, par exemple de générer des quiz sur les œuvres déjà vues ou sur les œuvres intéressant particulièrement le visiteur. Afin de formaliser cette question, nous proposons un modèle sémantique du contexte du visiteur suivant trois espaces contextuels: historique, intérêts et localisation. Ces espaces sont alimentés dynamiquement au cours de la visite en fonction des déplacements du visiteur et de ses interactions avec le dispositif. Nous opérationnalisons ce modèle pour la génération de quiz en définissant des contraintes de focalisation contextuelle permettant de déterminer les entités à prendre en compte dans les différents espaces contextuels. Ces contraintes de focalisation correspondent à des connaissances didactiques guidant le choix de questions pertinentes adaptées au contexte du visiteur. Toutefois, ces contraintes peuvent ne pas avoir de solutions dans un contexte donné de l'utilisateur, et donc empêcher la génération de quiz. Nous proposons alors des règles de relaxation contextuelle permettant de relâcher certaines contraintes.

Dans cet article, nous présentons tout d'abord différentes approches sémantiques pour l'instrumentation des visites de musées. Nous introduisons ensuite notre modèle sémantique des œuvres et notre approche basée sur les similarités sémantiques, pour la suggestion automatique d'informations et la génération de quiz. Nous présentons notre modèle du contexte et le processus d'alimentation dynamique de ce modèle en fonction des interactions explicites (avec le dispositif) et implicites (déplacements) du visiteur. Enfin, nous détaillons l'opérationnalisation de ce modèle pour la génération de QCM en illustrant comment certains types de contraintes pédagogiques peuvent être traduites par les règles de focalisation et de relaxation contextuelle que nous proposons.

2 Approches sémantiques pour le support à la visite de musées

HIPPIE Oppermann & Specht (2000) a été une des premières tentatives d'utilisation de raisonnement automatique sur une ontologie couplée à un modèle du contexte. Dans HIPPIE, les œuvres et un ensemble de documents (notices, biographies, etc.) sont annotées sémantiquement par des éléments de la taxonomie ICONCLASS (une classification exhaustive des thèmes de l'art occidental) et le profil utilisateur est un ensemble de thèmes ICONCLASS qui l'intéressent. Lorsqu'un utilisateur est devant une œuvre, le système peut alors lui présenter des documents compatibles à la fois avec son profil et avec l'œuvre en question.

Le projet CHIP Wang *et al.* (2009) a pour objectif de permettre la recommandation d'œuvres. Les œuvres sont représentées dans CHIP comme des instances dotées de propriétés (style, thème...). Les auteurs proposent une méthode pour déterminer l'importance relative des différentes propriétés, basée sur une étude précédente sur les habitudes de navigation des visiteurs de musées (ex. lorsqu'un visiteur consulte la notice d'une œuvre, il consultera tout d'abord la biographie de l'auteur, la propriété auteur est alors la plus importante). Le système permet alors de suggérer des œuvres en fonction des liens directs existants dans l'ontologie, ainsi, *La Joconde* permettra de suggérer *L'homme de Vitruve*.

Le projet ec(h)o Hatala *et al.* (2005) se base sur l'annotation sémantique des œuvres par des instances de l'ontologie CIDOC- CRM. Ces annotations précisent les thèmes et sujets associés aux œuvres et à un corpus de commentaires audio. Les auteurs proposent l'utilisation de règles sémantiques portant sur le profil du visiteur et l'œuvre considérée afin de fournir les contenus appropriés. Ces règles sont du type : "Fournir un contenu audio ayant le même thème et sujet que l'artefact considéré et dont le thème appartient au profil du visiteur".

Les activités proposées dans les systèmes précédents sont restreintes (suggestion d'œuvres et accès à des contenus) et la prise en compte du contexte se limite à l'œuvre que considère l'utilisateur. Le modèle que nous proposons permet de fournir d'autres types d'activité (ex. quiz d'auto-évaluation) et décrit de manière plus fine le contexte de la visite de musée, afin de prendre en compte notamment le parcours de visite.

3 Similarité sémantique pour la suggestion et la génération de quiz

Dans cette section, nous présentons l'application CALM-Museum d'assistance dynamique à la visite de musée. Nous détaillons en particulier l'exploitation de similarités sémantiques pour deux types d'interactions entre le visiteur et les œuvres : l'aide à l'exploration et l'évaluation des connaissances acquises à travers des quiz d'auto-évaluation.

3.1 Modèle sémantique des œuvres

Afin de représenter les aspects culturels des œuvres, nous utilisons trois sources de connaissances : CIDOC-CRM, ICONCLASS et Getty-AAT.

CIDOC-CRM est l'ontologie de référence pour la description du patrimoine culturel, elle définit entre autres les concepts d'œuvre, de personne,

d'événement historique et de lieu. Cependant, CIDOC-CRM étant une ontologie générique, elle ne contient pas les concepts permettant une description fine des œuvres d'art, comme style ou thème. Nous avons alors étendu son modèle en intégrant la taxonomie ICONCLASS et le thésaurus Getty-AAT. ICONCLASS est une classification hiérarchique de l'ensemble des thèmes de l'art occidental. Getty-AAT (Art and Architecture Thesaurus) est un thésaurus des techniques, styles et matériaux utilisés en art. Afin d'inclure ces vocabulaires dans l'ontologie CIDOC-CRM, nous les avons exprimés sous forme de vocabulaires SKOS, en utilisant les relations *skos:broader* et *skos:narrower* pour l'expression des relations de subsomption. Nous avons ensuite construit les relations permettant l'intégration de ces vocabulaires SKOS dans CIDOC-CRM.

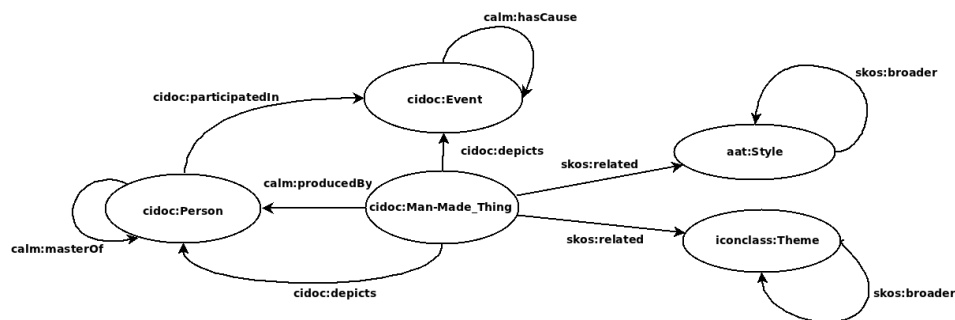


FIGURE 1 – Modèle sémantique des œuvres

Cette représentation nous permet de décrire finement les aspects culturels des œuvres (figure 1). Nous décrivons une œuvre comme possédant un style, une technique de production et un ensemble de matériaux utilisés (grâce à ICONCLASS et Getty-AAT). Par ailleurs, nous décrivons l'artiste ayant créé l'œuvre, ainsi que les événements ou personnages représentés (grâce à CIDOC-CRM). Ce modèle nous permet d'aboutir à une **base de connaissances muséale** décrivant les œuvres, auteurs, styles et thèmes et leurs relations pour un nombre restreint d'œuvres.

3.2 Similarité sémantique entre instances

Les fonctions de suggestion et de génération de quiz sont basées sur un calcul de similarité sémantique entre les instances de la base de connaissances muséale. Ce calcul se fonde sur l'approche de similarité par propriétés proposée par Pirro & Euzenat (2010), la similarité entre deux ob-

TABLE 1 – Matrice de similarités des propriétés pour quelques concepts

	cidoc:Person	getty:Style	cidoc:Artwork
cidoc:Person	[hasParent] [hasMaster] [hasStudent]	[hasStyle]	[participatesIn creates] [owns]
getty:Style	[isStyleOf]	[broader] [narrower] [wu(style1,style2)]	[isStyleOf]
cidoc:Artwork	[depicts]	[hasStyle]	[partOf]

jets étant basée sur la similarité entre leurs caractéristiques. D'un point de vue ontologique, les caractéristiques des objets correspondent aux propriétés des instances représentant ces objets (*object property* et *datatype property*). Cependant, toutes les propriétés ne sont pas intéressantes dans le calcul de similarité sémantique. Certaines *object property* sont en effet utilisées dans l'ontologie mais ne présentent pas d'intérêt pour le visiteur. Ainsi, dans CIDOC-CRM, une œuvre n'est pas directement liée à un artiste, une œuvre est liée à un événement de création auquel est lié l'artiste. La notion d'événement de création, si elle est utile pour les experts en art, ne présente que peu d'intérêt pour le visiteur.

Afin de déterminer l'ensemble des propriétés présentant un intérêt pour les visiteurs, nous définissons alors la notion de concept d'intérêt. Un concept d'intérêt est un concept de l'ontologie que l'utilisateur pourra directement utiliser lors de ses interactions avec l'environnement informatique représentant les œuvres. Nous avons sélectionné un ensemble de six concepts d'intérêt dans l'ontologie CIDOC-CRM : personne, style, œuvre, événement historique, lieu et thème.

Le choix de ces concepts d'intérêt nous permet de construire une matrice de propriétés d'intérêt (table 1). Il s'agit d'une matrice $T[i, j]$, où $T[0, k] = T[k, 0]$ sont les concepts d'intérêt et $T[i, j]$ est l'ensemble des relations de l'ontologie, avec $T[i, 0]$ le domaine et $T[0, j]$ le codomaine. Ainsi, la ligne i de la matrice nous précise l'ensemble des propriétés d'intérêt que possède le concept $T[i, 0]$ et la colonne j de la matrice nous précise l'ensemble des propriétés dans lequel le concept $T[0, j]$ est impliqué. Les relations définies dans cette matrice peuvent impliquer des concepts intermédiaires entre le domaine et le codomaine. Par exemple, la relation entre un artiste et l'œuvre qu'il produit fait intervenir le concept intermédiaire *cidoc:ProductionEvent*.

La ligne 1 de la table 1 nous permet ainsi de déterminer les propriétés à prendre en compte pour comparer deux instances de personne. Deux per-

sonnes peuvent être comparées suivant leurs parents ([hasParent]), maîtres ou élèves, style et œuvres qu’elles ont créés ou qu’elles possèdent. Par commodité, nous numérotons les propriétés d’un concept, par exemple la propriété 1 de personne est *hasParent* et sa propriété 6 est *owns*. Nous construisons alors un vecteur de similarité S entre deux instances a_1 et a_2 du même concept : $S(a_1, a_2) = [p_1 \dots p_k]$, où p_k correspond à la valeur de similarité pour la comparaison de la propriété k des deux instances.

La similarité entre deux propriétés varie dans l’intervalle $[0, 1]$. Deux cas doivent être distingués. Dans le premier cas (le plus simple), la valeur de la propriété est une instance ou un littéral (ex. une personne ou une date). Dans ce cas, la similarité est de 0 si les deux propriétés sont différentes et de 1 si elles sont égales. Le deuxième cas concerne les instances appartenant à une hiérarchie de concepts que nous avons intégrés à CIDOC-CRM (styles et thèmes).

Dans le cas des hiérarchies issues d’ICONCLASS et de Getty-AAT, les concepts n’ont pas de propriétés et nous ne disposons pas de corpus extérieur. Nous avons donc choisi une approche basée sur le calcul de similarité proposé par Wu & Palmer (1994), qui détermine la similarité entre deux concepts C_1 et C_2 en fonction du nombre de liens de subsomption nécessaires pour atteindre le plus petit subsumant (*lcs*, least common subsumer) et de la profondeur dans l’ontologie de ce *lcs*:

$$Sim(C_1, C_2) = \frac{2 * depth(C)}{depth_C(C_1) + depth_C(C_2)}$$

avec C le *lcs* de C_1 et C_2 , $depth(C)$ le nombre d’arcs séparant C de la racine et $depth_C(C_i)$ le nombre de liens séparant C_i de la racine en passant par C .

Pour calculer la similarité entre deux instances a_1 et a_2 de concepts d’intérêt de la base de connaissances, nous faisons l’hypothèse que les différentes propriétés sont indépendantes et de poids égal et considérons donc la norme du vecteur de similarité $S(a_1, a_2)$.

3.3 Application à la suggestion et à la génération automatique de quiz

La suggestion est réalisée en recommandant au visiteur des éléments susceptibles de l’intéresser dans le musée. Ces éléments sont des instances des concepts d’intérêt définis plus haut (ex. œuvre, artiste, style...). L’application suggère des œuvres en lien avec celle que le visiteur contemple

et justifie ces suggestions en langage naturel. Ainsi, s'il se trouve devant une œuvre pointilliste, l'application pourra lui suggérer une œuvre impressionniste, lui permettant ainsi de comparer effectivement pointillisme et impressionnisme.

L'application CALM permet également la génération automatique de quiz. Ces derniers ont pour objectif de fournir, de manière ludique et rapide, un retour sur les œuvres, artistes, mouvements... précédemment considérés, tout en pouvant s'insérer dans des activités de classes. Si nous ne pouvons pas garantir pour le moment l'apport pédagogique de l'utilisation de quiz durant la visite, notre hypothèse est qu'il pourront créer une émulation entre visiteurs et favoriser une activité réflexive.

Nous nous inspirons pour la génération de quiz de l'approche de Al-Yahya (2011), qui propose de générer des questions à partir des assertions de la base de connaissances. Ces assertions sont de la forme Sujet, Prédicat, Objet (S,P,O). La génération d'une question d'un quiz est alors la reformulation de l'assertion sous forme de question, en proposant comme réponse un ensemble d'entités appartenant au codomaine de P.

Nous n'utilisons pas directement les assertions de la base de connaissances, qui ne sont pas toutes pertinentes pour la génération de questions, mais les chemins entre instances de concepts d'intérêt définis précédemment.

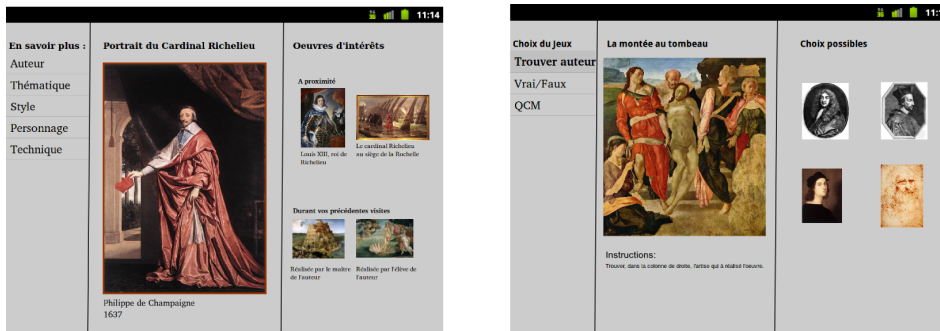


FIGURE 2 – Interfaces de suggestion et de quiz

Les instances des concepts d'intérêt sont associées via la propriété *skos:prefLabel* à des termes lexicaux qui les représentent (par exemple "Napoléon Bonaparte" est associé à l'entité *NapoleonBonaparte*). L'utilisation d'un réalisateur de surface de génération de langage naturel comme Sim-

pleNLG¹ permet alors de reformuler ces assertions en langage naturel.

Ainsi, l'assertion (calm:Napoleon calm:participatedIn calm:Waterloo) est reformulée en "Napoléon Bonaparte a participé à la bataille de Waterloo", ou, sous forme de question "À quelle bataille Napoléon a-t-il participé?". Les réponses incorrectes (distracteurs) sont alors choisies parmi les instances du même type que Waterloo (les instances de bataille).

4 Modèle sémantique du contexte

Une des définitions du contexte les plus citées est certainement celle proposée par Dey & Abowd (2000): *Context is any information that can be used to characterize the situation of an entity. An entity is a person, place, or object that is considered relevant to the interaction between a user and an application, including the user and applications themselves*. Cependant, Zimmermann *et al.* (2007) critiquent le caractère non opérationnel de cette définition, en particulier la caractérisation des éléments contextuels comme étant "*relevant to the interaction*" serait trop vague pour permettre une réelle opérationnalisation. Ils proposent un modèle du contexte, basé sur la définition de Dey, mais spécifiant cinq catégories auxquelles appartiennent les informations contextuelles : temporalité, individualité, activité, relation et localisation.

Nous reprenons ici en partie cette interprétation du contexte en associant au visiteur trois espaces contextuels : localisation, historique et intérêts. Nous décrivons dans la suite comment ces espaces sont peuplés d'instances issues de la base de connaissances muséale à partir d'un modèle sémantique de l'espace physique du musée et en tenant compte des interactions entre l'utilisateur et le dispositif. Un espace contextuel est vu comme un ensemble, structuré par une ontologie auxiliaire (ex. ontologie temporelle dans le cas du contexte historique), d'instances de la base de connaissances muséale.

4.1 Modèle de l'environnement physique, contexte de localisation

Notre modèle de l'environnement physique (les salles du musée) doit permettre de déterminer, à tout instant, l'ensemble des objets (les œuvres) accessibles à la perception de l'utilisateur. Nous nous basons pour cela sur l'ontologie spatiale développée par le laboratoire DAYsi². Notre descrip-

1. <http://code.google.com/p/simplenlg/>

2. <http://daisy.cti.gr/>

tion correspond à un maillage des différents lieux, la maille élémentaire étant une instance de *daisy:Location*, et correspondant à une surface physique de dix mètres carrés. Chaque maille est ensuite associée aux mailles adjacentes, par la relation *daisy:adjacentTo*. Le lien entre cette description physique et le modèle des œuvres présenté précédemment est assuré par la relation *daisy:contains* (figure 3).

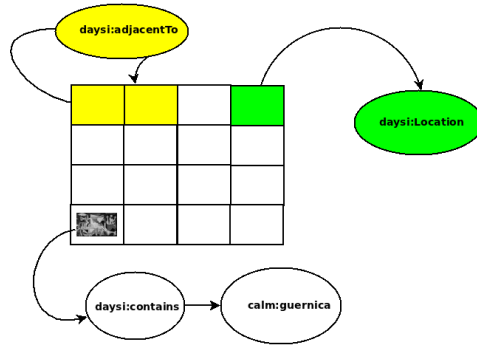


FIGURE 3 – Description logique de l'espace physique

Lors de ses déplacements dans le musée, le visiteur est associé en permanence à une maille. L'ensemble des œuvres accessibles à sa perception est considéré comme l'ensemble des œuvres contenues dans la maille et dans les mailles immédiatement adjacentes. Bien que ce modèle logique de l'espace soit assez rudimentaire, il permet de décrire de manière satisfaisante la plupart des salles de musées ayant des configurations courantes.

Le **contexte de localisation** est constitué d'un ensemble d'instances de *daisy:Location* comportant les œuvres accessibles visuellement à l'utilisateur. Il s'agit donc d'un ensemble qui évolue au cours des déplacements de l'utilisateur dans le musée et est mis à jour de manière implicite (sans action de l'utilisateur sur le dispositif).

4.2 Contexte historique et cognitif de l'utilisateur

Le contexte historique de l'utilisateur a pour objectif de capturer la temporalité de la visite. Ce contexte est modélisé à l'aide de l'ontologie SEM (Simple Event Model) (van Hage *et al.* (2011)). Cette ontologie est bien appropriée à notre problème, elle offre en effet un mécanisme de typage des concepts fondamentaux (*sem:Event*, *sem:Place*, *sem:Actor*) qui peuvent être associés à des classes ou des instances de classes d'autres ontologies

(c'est-à-dire être typés). Ce mécanisme, associé aux faibles contraintes de cardinalité des propriétés permet d'assurer une extension aisée et de créer de nouveaux types d'événements.

Nous avons défini actuellement deux types d'événements, les événements de consultation et les événements d'intérêt. Un événement de consultation est déclenché de manière implicite par l'utilisateur lorsqu'il considère, pendant un temps suffisamment long, une œuvre. Cette consultation déclenche l'ajout d'une instance anonyme de type *sem:ConsultEvent* dans la base de connaissances, prenant la forme suivante:

```
b rdf:type sem:ConsultEvent.
b sem:hasDate currentDate().
b sem:hasLocation LOCATION.
b sem:hasActor VISITOR.
b calm:involvesEntity ARTWORK.
```

Avec *LOCATION*, *VISITOR* et *ARTWORK* les URI des instances représentant respectivement le visiteur, la localisation et l'œuvre considérée. Cet événement associe donc l'utilisateur à une localisation (une instance de *daisy:Location*), une date et une œuvre décrite suivant le formalisme présenté en 3.1. L'ensemble des propriétés d'intérêt directes de l'œuvre est également associé à l'événement (auteur, style, thème...). Le contexte historique de l'utilisateur est alors constitué de l'ensemble des événements de consultation qui ont eu lieu durant sa visite.

Le deuxième type d'événements est lié aux intérêts de l'utilisateur. Lorsque celui-ci effectue une action de demande d'information sur le dispositif, par exemple la consultation de la biographie d'un auteur, un événement d'intérêt est ajouté à la base de connaissances. Cet événement associe l'utilisateur à l'instance de la base de connaissances sur laquelle il a demandé de l'information et à la date de l'événement (le lieu n'est pas pris en compte).

La figure 4 représente les espaces contextuels. On notera que si les entités "importantes" de ces espaces sont bien les instances de la base de connaissances muséales (ex. auteur, œuvres, etc.), ces entités sont structurées différemment au sein de chaque espace (ex. temporellement via l'ontologie SEM pour la dimension historique). C'est cette structure qui nous permet dans la suite de définir des règles de focalisation contextuelle et de relaxation.

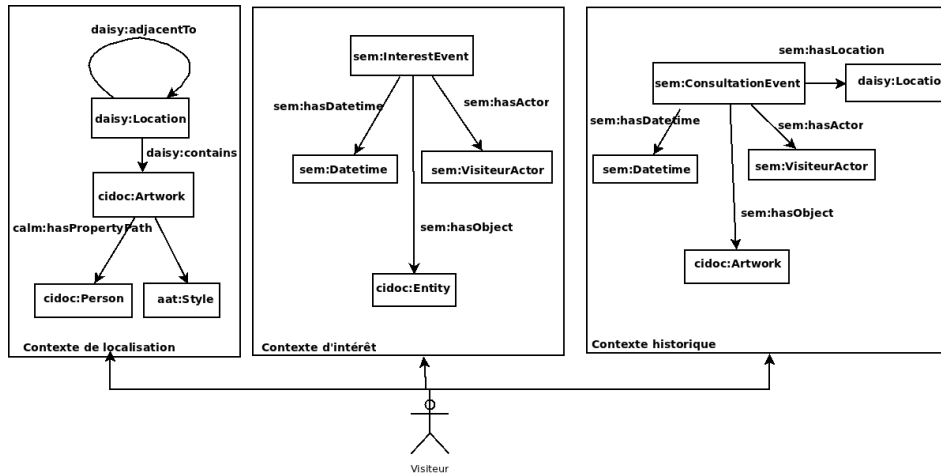


FIGURE 4 – Modèle sémantique du contexte

5 Opérationnalisation du modèle du contexte

Nous décrivons ici l'utilisation de notre modèle du contexte pour la génération de quiz. Nous explicitons tout d'abord les règles de focalisation contextuelle, nécessaires dans le cas du contexte historique, qui permettent de sélectionner des entités répondant à des contraintes de la forme "Un personnage historique que l'utilisateur a vu sur une œuvre il y a dix minutes". Nous détaillons notre méthode de génération de quiz à partir des entités communes peuplant les différents espaces contextuels. Enfin, nous présentons des règles de relaxation dans le cas où l'intersection entre ces différents espaces est vide.

5.1 Focalisation contextuelle

La focalisation contextuelle n'a d'objet que pour le contexte historique. Cet espace contextuel est en effet constitué d'un ensemble d'entités croissant au fur et à mesure que l'utilisateur se déplace dans le musée. Les contextes de localisation et d'intérêt sont quant à eux constitués d'un nombre réduit d'instances, pouvant varier, mais n'augmentant pas indéfiniment.

L'objectif de la focalisation contextuelle est de traduire des contraintes didactiques sur les entités à prendre en compte pour la génération des quiz. En effet, la dimension temporelle est particulièrement importante dans le processus d'acquisition et de pérennisation de nouvelles connaissances. La

focalisation contextuelle permet de traduire des contraintes du type "Proposer un quiz sur les œuvres vues il y a dix minutes".

La focalisation contextuelle permet d'obtenir un ensemble d'instances avec lesquelles l'utilisateur a été en contact (*via* les œuvres) à un moment donné. Le *focus historique* est l'ensemble d'entités (instances de la base de connaissances muséales) issu de la focalisation contextuelle.

Nous présentons maintenant notre formalisme de règles de focalisation contextuelle. Une règle de focalisation est constituée de deux paramètres : une fonction de **sélection des événements** et une **amplitude**.

La fonction de sélection des événements F_{se} est une fonction de l'espace contextuel historique dans un ensemble d'instances de *sem:Event*, l'amplitude est une durée exprimée en minutes. La fonction de sélection des événements repose techniquement sur une requête SPARQL exprimant un ensemble de contraintes sur le contexte dans lequel les entités ont été vues.

Les deux règles suivantes illustrent la focalisation contextuelle exprimée à partir de contraintes pédagogiques, *VISITOR* représentant dans ces règles l'URI de l'instance de visiteur à laquelle s'applique la règle (le visiteur courant).

Règle 1

- *Contrainte pédagogique* : Prendre en compte les œuvres vues il y a 10 minutes plus ou moins 5 minutes.
- F_{se} : `SELECT ?artwork WHERE { ?event rdf:type sem:ConsultationEvent.
?event sem:hasDateTime DATETIME.
?event sem:hasActor VISITOR.
?event sem:hasObject ?artwork.
setDateTime(DATETIME,currentDatetime(), 10). }`
- *Amplitude* : 5 min

Règle 2

- *Contrainte pédagogique* : Prendre en compte tous les personnages historiques vus.
- F_{se} : `SELECT ?character WHERE { ?event rdf:type sem:ConsultationEvent.
?event sem:hasActor VISITOR.
?event sem:hasObject ?artwork.
?artwork calm:depicts ?character }`
- *Amplitude* : 0 min

5.2 Génération de quiz à partir du contexte

Notre objectif est de traduire de manière formelle les connaissances des experts du domaine (guide-conférencier, conservateurs, etc.) sur les questions "intéressantes" à poser aux utilisateurs en fonction du parcours de visite. L'hypothèse est que le caractère "intéressant" des questions dépendra essentiellement des éléments qui ont été vus, qui intéressent le visiteur ou qui sont autour de lui (c'est-à-dire des entités des contextes historique, de localisation et d'intérêt).

Nous proposons alors de définir une règle de génération de quiz comme un quadruplet $\{T_L, T_I, T_H, R_H\}$, où T_L, T_I, T_H désignent respectivement les taux d'adéquation aux contextes de localisation, d'intérêt et historique, et R_H la règle de focalisation employée.

Les taux d'adéquation au contexte varient dans l'ensemble $\{0, \frac{1}{N} \dots \frac{N}{N}\}$, N étant le nombre d'instances impliquées dans le quiz, et expriment, pour un quiz et un espace contextuel, le nombre d'éléments (instances) du quiz existant dans cet espace. Ainsi, un quiz faisant intervenir uniquement des éléments appartenant au contexte de localisation aura un taux d'adéquation au contexte de localisation de 1.

Pour déterminer ce taux, nous adaptons le calcul de l'indice de Jaccard entre deux ensembles. Les deux ensembles à comparer sont l'ensemble des instances impliquées dans le quiz et l'ensemble des instances présentes dans l'espace contextuel. On définit donc :

$$T_X(Q) = \frac{\|Q \cap D_X\|}{\|Q\|}$$

Où T_X est le taux d'adéquation à la dimension X , D_X l'ensemble des instances présentes dans l'espace contextuel correspondant et Q l'ensemble des entités présentes dans le quiz.

La génération d'un quiz à partir du contexte et respectant ces contraintes consiste alors à énumérer l'ensemble des questions possibles à partir de l'ensemble des entités contextuelles (c'est-à-dire l'ensemble $\{D_L, D_I, D_H\}$) et à déterminer, pour chacun des quiz ses taux d'adéquation aux différents contextes. L'énumération des questions possibles à partir des instances des différents espaces est réalisée en utilisant le processus de génération de quiz présenté en 3.3.

Cette méthode présente cependant une faiblesse, due au caractère "tout ou rien" de l'indice de Jaccard. En effet, un élément est soit dans les deux ensembles, soit n'est pas pris en compte. Il n'y a pas de notion de "proximité" d'un élément avec un ensemble. La conséquence directe de ce ca-

ractère tout ou rien est que, si les taux d'adéquation aux contextes sont hauts et si il y a peu d'entités communes aux différents contextes, aucun quiz ne respectera les contraintes de taux d'adéquation. La section suivante présente une solution à ce problème basée sur la relaxation des contraintes sémantiques et contextuelles dans le choix des instances peuplant les espaces.

5.3 Relaxations sémantiques et contextuelles

Le processus de relaxation est classiquement employé dans les systèmes de requêtes basés sur des technologies sémantiques. Il s'agit, en l'absence de résultats de la requête, de relâcher de manière appropriée certaines contraintes afin de retourner des résultats (Hurtado *et al.* (2006)).

Dans le problème qui nous occupe, nous souhaitons relaxer les contraintes sur les entités peuplant les espaces contextuels afin de permettre la génération de quiz ayant les taux d'adéquation définis par l'expert ou le pédagogue. Il s'agit donc, pour chaque espace, de définir une méthode de relaxation R permettant de passer d'un ensemble E d'instances à un ensemble E_R tel que $E \subset E_R$. Nous proposons deux types de relaxation suivant les espaces contextuels à relaxer : la relaxation sémantique et la relaxation contextuelle.

5.3.1 Relaxation sémantique

La relaxation sémantique concerne l'espace contextuel "intérêts du visiteur". Cet espace est en effet peuplé d'instances de la base de connaissances qui ne sont pas liées à un contexte physique particulier. Notre hypothèse est alors que si un utilisateur possède un intérêt pour une instance de la base de connaissances (ex. Napoléon Bonaparte), il possédera également un intérêt pour les propriétés d'intérêt de cette instance.

Ainsi, si un utilisateur possède un intérêt pour l'ensemble E constitué de l'instance {NapoleonBonaparte}, l'ensemble E_R est constitué de E et de l'ensemble des valeurs des propriétés d'intérêt de cette instance (table 1). Ici on aura donc : $E_R = \{NapoleonBonaparte, Josephine, BatailleWaterloo...\}$.

Cette relaxation nous permet donc bien d'obtenir un ensemble E_R tel que $E \subset E_R$, le caractère sémantique de la relaxation étant dû au fait que cette relaxation est basée sur la matrice des propriétés d'intérêt de l'ontologie que nous avons définie plus tôt.

5.3.2 Relaxation contextuelle

La relaxation contextuelle concerne les espaces de localisation et historique. Dans ces espaces, les conditions physiques dans lesquelles ont été vues les instances de la base de connaissances muséales ont en effet une importance primordiale. Nous avons donc choisi de définir une relaxation élémentaire du contexte de localisation comme l'ajout au contexte de localisation de l'ensemble des entités *daisy:Location* immédiatement adjacentes à celles du contexte de localisation.

La relaxation du contexte historique dépend essentiellement des règles de focalisation utilisées. Ces règles peuvent être relaxées de deux façons, en relaxant la contrainte sur la fonction de choix des événements ou en relaxant l'amplitude. Nous avons choisi de retenir cette dernière méthode, en effet une relaxation sur la fonction de choix des origines risque de ne plus faire correspondre la règle aux contraintes pédagogiques qu'elle exprime. La limite de cette relaxation est que dans le cas où la règle pédagogique ne porte pas sur les aspects temporels (ex. Règle 2), l'augmentation de l'amplitude ne permettra pas d'augmenter le nombre d'instances.

6 Conclusion

Nous avons présenté un modèle ontologique permettant la description des aspects culturels des artefacts muséaux et détaillé les mesures sémantiques utilisables sur ce modèle pour la génération automatique de suggestions et de quiz en fonction du contexte du visiteur.

L'originalité de cette approche réside dans notre modèle du contexte de visite qui structure des connaissances propres au domaine de la muséologie à l'aide d'ontologies annexes suivant les espaces contextuels considérés. Une limite actuelle de notre modèle est l'absence de formalisation de l'activité de l'utilisateur, qui se justifie par le caractère très contraint de notre terrain d'application, les visiteurs étant en activité de visite de musée. L'intégration d'un modèle de l'activité n'est cependant pas triviale, et nous considérons pour cela des alternatives aux représentations ontologiques, comme les graphes contextuels proposés par Brezillon & Tijus (2005).

Une première expérimentation du système a eu lieu en situation réelle au musée du Palais Impérial de Compiègne. Cette expérimentation a porté sur 40 visiteurs "grand public" et nous a permis de valider l'utilisabilité du système de suggestion contextualisée en fonction de la position de l'utilisateur. Une seconde expérimentation nous permettra prochainement de considérer plus finement l'impact des calculs sémantiques sur le processus

d'apprentissage informel.

Références

- AL-YAHYA M. (2011). OntoQue: a question generation engine for educational assesment based on domain ontologies. In *Proceedings of ICALT 2011*, p. 393–395.
- BREZILLON P. & TIJUS C. (2005). Une representation basee sur le contexte des utilisateurs a travers leurs pratiques. In *Proceedings of the EGC-2005 Workshop on Modelisation de l'Utilisateur et Personnalisation*.
- COLLEY H., HODKINSON P. & MALCOLM J. (2003). The interrrelationships between informal and formal learning. *Journal of Workplace Learning*, **15**, 313–318.
- DEY A. K. & ABOWD G. D. (2000). Towards a better understanding of context and context-awareness. In *Proceedings of CHI 2000 workshop on the what, who, where, when, and how of context-awareness*.
- HATALA M., WAKKARY R. & KALANTARI L. (2005). Ontologies and rules in support of real-time ubiquitous application. *Journal of Web Semantics, Special Issue on Rules and ontologies for Semantic Web*, **3**, 5–22.
- HURTADO C., POULOVASSILIS A. & WOOD P. (2006). A relaxed approach to RDF querying. In *Proceedings of the 5th international conference on The Semantic Web*, p. 314–328.
- OPPERMANN R. & SPECHT M. (2000). A context-sensitive nomadic information system as an exhibition guide. *Proceedings of the handheld and ubiquitous computing second international symposium*, p. 127—142.
- PIRRO G. & EUZENAT J. (2010). A feature and information theoretic framework for semantic similarity and relatedness. *Proceedings of The Semantic Web ISWC 2010*, p. 615–630.
- VAN HAGE W., MALAISE V., SEGERS R., HOLLINK L. & SCHREIBER G. (2011). Design and use of the simple event model (sem). *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, **9**(2).
- WANG Y., STASH N., AROYO L., HOLLINK L. & SCHREIBER G. (2009). Using semantic relations for content-based recommender systems in cultural heritage. In *Proceedings of the Workshop on Ontology Patterns (WOP) at ISWC*, p. 16–28.
- WU Z. & PALMER M. (1994). Verbs semantics and lexical selection. In *Proceedings of the 32nd annual meeting on Association for Computational Linguistics*, p. 133–138.
- ZIMMERMANN A., LORENZ A. & OPPERMANN R. (2007). An operational definition of context. In *Proceedings of the 6th international and interdisciplinary conference on Modeling and using context*, p. 558–571.