

L'existant et l'ayant existé : Documenter le patrimoine dans la diachronie

Muriel van Ruymbeke, Cyril Carré, Roland Billen

CV des auteurs :

Muriel van Ruymbeke est directrice de la Bibliothèque Générale de Philosophie et Lettres de l'Université de Liège. Archéologue, elle travaille notamment sur des questions de modélisation de l'information archéologique et collabore à divers projets liés à la documentation du patrimoine archéologique.

Cyril Carré, est doctorant en géomatique à l'Université de Liège. Ingénieur de Recherche, diplômé de l'Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes, ses recherches portent sur la modélisation de bâtiment 3D et les modèles d'information spatio-temporels.

Roland Billen est Professeur au département de Géographie de l'Université de Liège (Unité de Géomatique) depuis 2005. Il est actif dans divers domaines des sciences de l'information géographique et plus particulièrement spécialisé en modélisation 3D et base de données à grandes échelles et en raisonnement spatio-temporel. Plus récemment, il a développé des recherches originales dans le domaine de la gestion de l'information archéologique. Il a dirigé et pris part à de nombreux projets de recherche et d'expertise dans le domaine des infrastructures de données spatiales. Il dirige actuellement l'action COST TU0801 sur l'enrichissement sémantique des modèles 3D urbains.

NUMERISER LE PATRIMOINE DANS UN BUT ARCHEOLOGIQUE

Utilisé dans plusieurs disciplines, le terme « patrimoine » recouvre un grand nombre de réalités différentes : allant du meuble à l'œuvre d'art en passant par les archives, les bâtiments classés ou les vestiges archéologiques, le patrimoine sera qualifié tantôt d'artistique, tantôt d'architectural, parfois de monumental voire d'autres adjectifs définissant peu ou prou la matière concernée. A cette variété sémantique se superpose une disparité de fonction : en effet, la perception du rôle tenu par le patrimoine et l'idée de la manière dont il convient de le traiter divergent aussi d'une profession à l'autre: un architecte n'abordera pas un bâtiment ancien de la même manière qu'un archéologue : ils ne le regarderont pas avec les mêmes yeux et par conséquent n'y verront pas les mêmes choses. Pour les archéologues en effet, l'étude du patrimoine, quel qu'il soit, n'est pas une fin en soi. Ce n'est qu'un moyen comme un autre de documenter le passé. S'il convient de le préserver coûte que coûte, c'est parce qu'il représente un vecteur d'informations précieux et non renouvelable. Numériser le patrimoine dans une optique archéologique équivaut par conséquent à préserver de manière digitale non seulement les données géométriques d'un objet, mais aussi et surtout l'ensemble des informations recueillies à son sujet. C'est précisément avec cette ambition d'enrichissement sémantique que travaille le pôle Archéomatique du Centre Européen d'Archéométrie (CEA) de l'Université de Liège. Dans les pages qui suivent, nous nous proposons de présenter brièvement ce pôle Archéomatique, nous décrirons rapidement les spécificités de l'information archéologique dont il faut tenir compte lorsque l'on ambitionne de la modéliser, nous brosserons un rapide état de l'art des relations entretenues entre l'archéologie et la géomatique et en insistant sur les dernières tendances de la recherche scientifique, et enfin nous expliquerons comment notre équipe participe à ce débat et ce qu'elle pense avoir déjà contribué à y apporter.

LE PÔLE ARCHÉOMATIQUE DU CEA

Fondé en 2003, le CEA opère en tant que centre de recherche interdisciplinaire. Sa spécificité consiste à compléter les méthodes d'enquêtes traditionnelles de l'histoire, l'histoire de l'Art et

L'existant et l'ayant existé : Documenter le patrimoine dans la diachronie

l'Archéologie par des techniques et protocoles relevant des sciences exactes, des sciences de la Vie et des Sciences de la Terre. Au départ, le centre s'est constitué autour du laboratoire de dendrochronologie. Grâce aux chercheurs de l'Institut de physique nucléaire atomique et de spectroscopie, le CEA procède depuis une dizaine d'années à des analyses par faisceaux d'ions (PIXE, PIGE) et à des analyses en spectrométrie Raman. Lié à l'Unité de géomatique, le pôle Archéomatique pour sa part réunit des archéologues, des géomaticiens et des géométrologues autour des questions liées à la modélisation du patrimoine.

Né au Québec à la fin des années nonante, le néologisme « Archéomatique » désigne une discipline située aux confins de l'archéologie, de la géomatique et de l'informatique. Cette spécialisation se caractérisait à l'origine par l'utilisation des instruments topographiques et des ressources informatiques tout au long de la chaîne d'opérations archéologiques, depuis la phase de relevés sur le terrain jusqu'à la publication des résultats de l'étude post-fouille. Actuellement, les techniques utilisées s'étendent à la photogrammétrie, la lasergrammétrie, le positionnement par satellites pour l'acquisition des mesures, et aux Systèmes d'Information Géographique (et bases de données spatiales) pour la gestion des mesures et la production d'information. L'Archéomatique recourt également à la télédétection satellitaire et aérienne.

Au fur et à mesure des projets de recherche auquel il a participé, le pôle Archéomatique du CEA a élargi son périmètre d'intervention. Celui-ci englobe désormais la plupart des outils de la géomatique (au sens large) : acquisition des données, traitement des données, analyse spatiale mais également modélisation conceptuelle, ontologies, etc.... A l'occasion de chacune de ces collaborations, il est cependant apparu de plus en plus évident que les outils « traditionnels » de la géomatique n'étaient pas parfaitement adaptés à la modélisation archéologique entreprise dans une optique scientifique. Pourquoi ? Parce que pour documenter le passé, les archéologues doivent en réalité enregistrer toute la chaîne d'information, liée aux composantes géométriques de l'objet de leur travail. Parce que cette chaîne d'information est complexe, multiple, incertaine, imprécise et parfois même contradictoire.

L'INFORMATION ARCHÉOLOGIQUE ET SES CARACTÉRISTIQUES

La nature hétérogène de l'information archéologique est intrinsèquement liée à un principe fondamental de l'approche scientifique : tout objet sera systématiquement étudié de manière diachronique : Si son état actuel est évidemment important à considérer, c'est l'ensemble de son évolution qu'il convient de retracer. Le scientifique étudiant un bâtiment ancien s'attachera donc à observer et documenter toutes les phases de fondation, construction, transformation, décoration, usure, dégât, abandon, destruction, réparation voire même restauration de l'édifice. Il voudra comprendre les effets des processus de sédimentation et - ou d'érosion ainsi que ceux produits par les phénomènes post-dépositionnels qu'ils soient naturels ou anthropiques¹.

Au-delà de ces considérations techniques principalement constatées et enregistrées au moment de la fouille, l'étude de l'édifice se poursuivra en tâchant d'enrichir les données le concernant : on travaille donc prioritairement à restituer ses fonctions. Cette tâche s'avère généralement délicate compte tenu du fait qu'un même bâtiment revêt souvent plusieurs fonctions simultanées : prenons l'exemple des églises dont la fonction première consiste à héberger la célébration du culte catholique. Nous savons tous que ce type d'édifice remplit également d'autres fonctions que l'on pourrait qualifier de secondaires. Celles-ci sont notamment de nature logistique (zones d'inhumation p.ex.), épisodique (refuge lors des périodes troublées p. ex.), symbolique (lieu de l'incarnation, ...). Il est également avéré que

L'existant et l'ayant existé : Documenter le patrimoine dans la diachronie

certaines édifices, au fil du temps, changent de fonction principale : à Marche-en-Famenne (B) par exemple, une ancienne église jésuite est devenue un hôtel-restaurant après avoir été un casino. En règle générale, le changement de fonction principale provoque la modification des fonctions secondaires (principalement celles de nature symbolique).

L'enquête archéologique relative à l'édifice étudié se doit aller encore plus loin : les investigations se poursuivront dans le but d'identifier des individus auxquelles relier le bâtiment (des propriétaires, des habitants, des voisins, un commanditaire, un maître d'œuvre, un architecte, un artisan, ...). On tentera enfin de le positionner par rapport à des faits historiques, ou à des tendances générales (traditions culturelles, habitudes techniques, courants artistiques, mouvements religieux, événements politiques, conditions économiques, ...).

Pour être validé le raisonnement scientifique archéologique, d'essence inductive, nécessite d'être documenté. Le contrôle des sources citées par un auteur permet à la communauté scientifique de vérifier la teneur du discours en éprouvant sa solidité apparente. Ces sources font donc partie intégrante de l'information archéologique : elles témoignent des observations enregistrées, et soutiennent les interprétations proposées. Ces sources prennent la forme de documents rédigés (carnets de fouilles, rapports, publications, monographies) ou figurés (dessins, plans, relevés, photos). Elles ne sont pas toujours précises, loin s'en faut et nécessitent une critique systématique. S'accumulant tout au long des enquêtes, ces sources ont malheureusement parfois la propriété de se révéler finalement contradictoires, voire complètement incompatibles. Dans ce cas, en extraire une vérité scientifique revient à sélectionner, en fonctions de critères rigoureux, les informations qui paraissent les plus fiables au moment de l'analyse définitive.

Qui dit archéologie dit également chronologie ; les différentes catégories de données charpentant l'information archéologique décrites ci-dessus possèdent toutes une ou plusieurs composantes temporelles. Cet aspect est relativement complexe à manipuler. En archéologie, les données chronologiques se classent en deux catégories : les datations absolues, et les datations relatives. Ces dernières signifient que la seule indication chronologique que l'on puisse donner d'un phénomène est qu'il est survenu avant (ou après) tel autre, ou telle date. Les subdivisions stratigraphiques générées par la matrice de Harris, typiquement, génèrent ce cas de figure. Les datations absolues quant à elles fournissent des dates ponctuelles ou des intervalles datés, mais ces données ne sont cependant pas nécessairement précises ni certaines. De manière schématique, en adaptant les concepts temporels définis en 1984 par J.-F. Allen² on peut décrire et caractériser les données chronologiques manipulées par les archéologues de la manière présentée sur la figure 1 :

(Fig. 1)

Premièrement ces données se présentent soit comme des instants (en fonction de la granularité adoptée, un simple point sur l'échelle du temps), soit comme des intervalles (des durées avec un commencement et une fin), soit comme des agglomérats des deux catégories précédentes. Deuxièmement ces données chronologiques sont connues avec précision ou sont floues (c'est le cas par exemple des intervalles dont on connaît la fin mais pas le début, ou vice-versa) et troisièmement ces données temporelles présentent un degré de certitude variable.

LA MODÉLISATION ARCHÉOLOGIQUE A L'AIDE DES OUTILS DE LA GEOMATIQUE:

L'existant et l'ayant existé : Documenter le patrimoine dans la diachronie

La géomatique en tant que telle est une science relativement jeune. Si elle repose sur des disciplines centenaires telles que la topométrie, la géodésie ou la cartographie, elle a vraiment éclo à la fin des années 80 avec l'informatisation des techniques cartographiques (vers les bases de données spatiales et les SIG) et l'amélioration des techniques de saisie de l'information (télédétection satellitaire, photogrammétrie digitale, GPS, lasergrammétrie...). Au départ les systèmes d'information géographique se résument essentiellement à de la cartographie numérique (DAO élaborée). Les années 90 et 00 ont vu ensuite le développement de systèmes profondément ancrés dans la gestion et le traitement de l'information géographique (ou spatialisée). On est alors passé de cartes numérisées à des bases de données spatialisées dont la carte n'est désormais plus qu'un sous-produit. Ces nouvelles possibilités de traitements couplées à l'explosion de la disponibilité des données (GPS, satellites, etc.) ont révolutionné cette discipline qui déborde désormais largement de son cadre originel.

Dès la fin des années '90, les archéologues désireux d'exploiter les instruments et logiciels conçus pour la géomatique n'avaient d'autre choix que de les utiliser de manière quelque peu empirique. Qu'il s'agisse de l'usage des SIG ou de la mise en œuvre de projets de réalité virtuelle, les données traitées se devaient de correspondre aux exigences de qualité et de précision que nécessite pareil outillage. Les données archéologiques étant le plus souvent fragmentaires, la palette des utilisations possibles s'avéra relativement réduite et se limita d'abord principalement à la réalisation d'inventaires archéologiques, ou à des restitutions 3D ne permettant que de la visualisation. Suite à ces premiers résultats, somme toute assez décevants, des réflexions méthodologiques ont été entamées par quelques archéologues soucieux de continuer à tirer parti d'une technologie pour la maîtrise de laquelle ils avaient beaucoup investi. Les archéologues anglo-saxons d'abord, les Français ensuite se sont alors attelés à proposer diverses tactiques pour contourner ou dépasser les limites qui leur étaient imposées. Deux grandes tendances se sont alors profilées. La première consistant à transformer la manière d'aborder les problématiques archéologiques de manière à correspondre au mieux aux questions que peuvent traiter les instruments géomatiques³. L'autre courant s'attachait plutôt à mettre en exergue les spécificités (pour ne pas dire les complications) des données archéologiques en essayant de stimuler la mise au point de solutions techniques permettant de les manipuler avec succès⁴. Précisons que ces deux écoles ne sont pas concurrentes mais qu'elles travaillent de concert, un fait suffisamment rare pour être souligné. Ces deux approches, conduites principalement par des archéologues et des architectes ont de multiples qualités. Elles n'ont cependant pas encore abouti à l'établissement d'un système complet et nécessitent d'être poursuivies.

D'un point de vue technologique, les outils proposés par la géomatique deviennent de plus en plus performants : les bases de données spatialisées se complexifient, intègrent la composante temporelle, prennent en compte les manques de données et les incertitudes. Les systèmes évoluent également en proposant des fonctionnalités nouvelles (3D, analyse temporelle, etc.) via des interfaces de plus en plus ergonomiques améliorant la communication et la diffusion des résultats et des informations aux utilisateurs. D'autre part, il est important de noter une nette tendance à la standardisation des structures de données mais aussi des processus d'analyse et de diffusion des données. Les recherches actuelles en géomatique portent largement sur des modélisations toujours plus complexes de l'information prenant en compte les aspects de spatio-temporalités, de représentations multiples, de dynamique et de mouvement... avec un souci de formalisation et de standardisation sous-jacent. L'archéologie comme l'étude du patrimoine en général ont toujours été grandes consommatrices de techniques de levés et de représentation cartographique. Compte tenu de l'évolution de ces

L'existant et l'ayant existé : Documenter le patrimoine dans la diachronie

deux disciplines leur utilisation en archéologie pose à présent un double problème : celui de la de la critique des données saisies et traitées et celui de leur gestion. Dans ce contexte de recherche, soucieux d'apporter une contribution à ce débat interdisciplinaire, le pôle Archéomatique du CEA a plus particulièrement travaillé à traiter deux spécificités des données archéologiques : la multitemporalité et la multispatialité.

MULTITEMPORALITÉ

De 2008 à 2010 nous avons collaboré à un projet Belspo-Unesco, confié à un consortium scientifique réunissant des équipes de l'UGent, de la KU Leuven et de l'ULg autour d'une société privée (GIMnv). Ce projet avait pour objectif le développement d'un SIG 4D en vue de gérer la gestion du site mexicain de Calakmul (un site classé Patrimoine mondial). A cet effet, le pôle Archéomatique de l'ULg fut chargé de concevoir et d'implémenter une base de données relationnelle destinée à héberger la quintessence de l'information archéologique, laquelle devrait, par la suite, enrichir des données spatiales implémentées par un autre partenaire du projet. Le contenu hébergé par cette base devait correspondre aux informations que l'on trouve habituellement dans les fiches techniques, les textes des rapports de fouilles et des publications définitives consécutives au travail de terrain. Il s'agissait donc d'une information de type sémantique destinée à enrichir des données de nature spatiale. Après l'indispensable phase de collecte et d'analyse des données disponibles, nous nous sommes attelés à la modélisation conceptuelle puis à l'implémentation de la base de données. Notre principale obligation consistant à y incorporer les quatre sphères d'actions spécifiques aux domaines de l'archéologie et du patrimoine culturel: la documentation, l'enregistrement, l'interprétation et le traitement, il en résulta une base de données relativement complexe : elle se compose de neuf tables principales : bibliographie, iconographie, mobilier archéologique, immobilier, opérations archéologiques et actions de conservation - restauration, intervenants, faits historiques, personnages historiques. Ces tables sont liées entre elles par un réseau de relations présentant le double avantage d'éviter toute redondance de l'information et de permettre des analyses croisées. Précisons également que certaines de ces tables contiennent des objets (comme les monuments par exemple) liés à une composante spatiale et des champs dédiés à l'enregistrement d'une composante temporelle (les données chronologiques essentiellement).

Lors de la phase de concertation et d'analyse préalable à la modélisation proprement dite, le directeur du projet archéologique de Calakmul, a émis le souhait de pouvoir visualiser les données chronologiques en utilisant les systèmes chronologiques mayas (le compte long et les deux calendriers cycliques). Le temps long des mayas fonctionne comme une hiérarchie cyclique de 20 en 20 : 1 jour égale un kin, 20 kin égalent un uinal, 18 uinal forment 1 tun (seule exception au cycle des 20), 20 tun font 1 katun, 20 katun font 1 baktun puis 20 baktun forment 1 pictun, 20 pictun égalent un calabtun et 20 calabtun font 1 kinchiltun, enfin 20 kinchiltun forment un alautun (un peu plus de 63 millions d'années). Par convention, les dates mayas sont écrites : baktun.katun.tun.uinal.kin. Le premier jour de ce calendrier est donc noté le 0.0.0.0.0 (une date souvent mentionnée dans la mythologie maya). D'autre part, le calendrier maya dispose aussi d'un temps cyclique, parfois appelé temps court, constitué de deux calendriers intégrés : le calendrier Tzolk'in à caractère religieux et divinatoire, et le calendrier Haab à visées plus logistiques et civiles. Cette triple annotation chronologique apparaissant sur la plupart des inscriptions lisibles sur les stèles du site de Calakmul, pouvoir les enregistrer et surtout pouvoir effectuer des requêtes à leur sujet était donc une fonctionnalité particulièrement précieuse aux yeux de l'équipe archéologique. Pour répondre à cette demande, nous avons prévu que les tables munies de champs chronologiques le soient

L'existant et l'ayant existé : Documenter le patrimoine dans la diachronie

dans les quatre calendriers : le nôtre (grégorien) et les trois calendriers mayas. Grâce à des tables de concordances avec le calendrier grégorien établies peu après la conquête espagnole, on peut heureusement parfaitement traduire les dates d'un calendrier à l'autre, et calculer par exemple que la date 0.0.0.0 (temps long) 8 Cumku (Haab) 4 Ahau (Tzolk'in) correspond très probablement au 11 Août – 3113, tandis que le 31 décembre 2012 s'écrira 13.0.0.0.10 (temps long) 13 Kankin (Haab) 1 Oc (Tzolk'in).

(Fig. 2)

MULTISPATIALITE

Le projet *Virtual Leodium* est un projet coordonné par l'équipe du pôle Archéomatique de l'ULg. Il a pour objectif final le développement d'un système d'information archéologique relatif à l'évolution du Centre-Ville liégeois. Il ambitionne de concevoir une maquette digitale évolutive permettant de visualiser, pour un même moment, toutes les hypothèses de restitutions envisagées par les chercheurs et documentées par des sources, qu'elles soient historiques ou iconographiques. Cela exige de permettre à un même objet d'avoir, pour une même tranche chronologique, plusieurs spatialités distinctes.

Le point de départ de ce projet fut la numérisation d'une première source d'information: une véritable maquette ancienne. Celle-ci avait été construite entre 1900 et 1910 par un érudit liégeois, Gustave Ruhl. D'une échelle d'1/1200 environ, elle se déploie sur un peu plus d'1m² et représente le centre de la Cité Ardente entre 1725 et 1730. Cette impressionnante œuvre d'art possède un profond intérêt pédagogique notamment parce qu'elle présente une reconstitution de la ville avant la révolution industrielle. Malheureusement jusqu'à présent elle est relativement sous exploitée et ce, pour plusieurs raisons : elle est difficile d'accès et nécessite des conditions de conservation très strictes. Peu de visiteurs peuvent donc l'admirer. D'autre part, compte tenu de sa très petite taille et de sa fragilité, aucune explication ou système de mise en valeur physique ne peut être placée à son contact direct. Ce projet a nécessité la collaboration d'autres services et laboratoires de l'Université de Liège : Les collections artistiques tout d'abord, propriétaire de l'œuvre désormais conservée dans la salle des manuscrits de la Bibliothèque Générale de Philosophie et lettres. Celle-ci, également partenaire du projet, abrite les archives de Gustave Ruhl ainsi que bon nombre des documents dont il s'est servi pour sa reconstitution. Le laboratoire de physique optique Hololab a pour sa part pris en charge tout le processus de scanning.

Au stade actuel, le projet *Virtual Leodium* offre l'apparence d'une maquette virtuelle documentée. Il peut être décomposé en quatre modules : le module dédié au modèle d'information et à l'implémentation de la base de données, deux modules d'acquisition et d'intégration des données, et enfin un système d'information virtuel. Le composant central est une base de données des connaissances, bâti en utilisant un modèle historique dédié liant les sources historiques aux objets urbains. Ce modèle fut conçu en UML, puis convertit ensuite en modèle relationnel pour correspondre au format des bases de données ArcGis.

(Fig. 3)

La base de données créée fut peuplée avec deux types d'information : de la documentation historique et des objets 3D. Les documents historiques se composent surtout de textes et d'images décrivant la construction de la maquette, mais aussi d'informations nécessaires aux restitutions des bâtiments d'époque et des anciens quartiers de la ville. Les objets 3D proviennent principalement des éléments de la maquette physique. Celle-ci a été scannée au moyen d'une technique d'inspection optique basée sur la projection de franges

L'existant et l'ayant existé : Documenter le patrimoine dans la diachronie

d'interférence⁵. Le résultat de cette opération dépasse les 650 scans individuels. Ceux –ci ont dû être nettoyés et fusionnés avant d'obtenir finalement un modèle de surface digital. Les reconstructions individuelles d'objet ont ensuite été réalisées avec deux logiciels de modélisation 3D : SketchUp d'abord, Maya ensuite. Les textures furent produites en drapant les surfaces des bâtiments avec leurs photographies redressées. Par la suite, les restitutions d'édifices liées à des sources d'information divergeant de ce qui pouvait s'observer sur la maquette ont été également réalisées sous Maya.

Le système virtuel en lui-même est composé de deux modules : un viewer 3D, et un browser permettant de naviguer tant dans les sources documentaires numérisées que dans les bâtiments. Les objets 3D et les sources sont liés. La sélection soit d'une source, soit d'un objet permet de retrouver et d'afficher les sources ou les objets correspondants.

(Fig. 4)

Si les nombreuses étapes techniques de la phase d'acquisition des données géométriques sont extrêmement complètes et intéressantes à décrire nous n'avons malheureusement pas la place ici de nous y consacrer et nous nous attarderons plutôt sur le développement du modèle de données. Il constitue le fondement même de notre système. Mais surtout c'est à ce stade que nous avons adopté la manière de gérer les spatialités multiples d'un objet. Dans l'illustration ci-dessous, nous ne présentons qu'un modèle simplifié, sans attributs. Il est composé de plusieurs objets : un objet source, qui héberge tous les types de documentation. Comme nous l'avons expliqué ci-dessus, ces sources peuvent avoir des interprétations multiples et parfois contradictoires. Chaque interprétation, faite par une ou plusieurs « Personnes » génère une « Version » d'un objet archéologique. Cette « Version » constitue la notion centrale de notre approche. Elle peut posséder- mais ce n'est pas nécessaire - une géométrie (par exemple une représentation 3D complète d'un bâtiment ou d'une partie de bâtiment). Elle peut aussi simplement se manifester sous forme de « fait », juste une courte mention détaillant un élément architectural par exemple. L'objet « City Object » est tiré de CityGML⁶. Dans notre modèle implémenté, nous utilisons certains objets City GML (building, building element, vegetation, terrain, etc...) qui sont en fait des spécialisations des « City Object ». Ces « City Object » n'ont de représentation géométrique que via leur association avec une ou plusieurs « Version ». Cette association leur permet également d'agir dans le système sous forme de « Fact ». Dans notre système les « Personnes » peuvent agir soit en tant qu'acteur (l'architecte d'un édifice par exemple) mais aussi comme sujet (représenté sur un tableau) voire comme simple associé (l'habitant d'un bâtiment par exemple. La catégorie « Event » gère la temporalité et les interactions entre les « Personnes », les « Source » et les « City Object ». Sur la figure cinq, la catégorie « Event » est représentée en grisé parce qu'elle n'a pas encore été implémentée dans le prototype actuel. Par conséquent, dans l'état actuel de notre prototype, « Person » est directement lié à « Source » et à « City Object ». Il faut bien avouer aussi qu'à ce stade, l'objet « Version » demeure sous-exploité puisque la plupart des versions que nous avons dérivent d'une seule et même source : la maquette de G. Ruhl et ce à l'exception d'un bâtiment qui a fait l'objet d'un travail de recherche documentaire spécifique.

(Fig. 5)

POUR CONCLURE

Si l'on est encore loin de la création d'un véritable système d'information archéologique qui répondrait aux attentes des professionnels et qui permettrait à la fois de manipuler des données pour la gestion et pour la recherche, il faut bien reconnaître que ces cinq dernières années de nombreux progrès ont déjà été accompli. Menés au sein d'un dialogue

L'existant et l'ayant existé : Documenter le patrimoine dans la diachronie

interdisciplinaire fécond, les débats ont fait progresser certes les technologies et les instruments disponibles mais ils ont également conduit les archéologues à repenser en profondeur leurs processus de travail et leurs raisonnements scientifiques. L'apport de notre équipe à cet effort collégial permet de tenir compte, pour un même objet, de la multiplicité de l'information archéologique y afférent, qu'elle soit temporelle ou spatiale. Notre approche se propose donc d'appréhender dans la diachronie non seulement l'objet archéologique étudié, mais également la recherche relative à cet objet.

Résumé :

L'étude du patrimoine, d'un point de vue archéologique, n'est pas une fin en soi. Ce n'est qu'un moyen comme un autre de documenter le passé. Numériser le patrimoine dans une optique archéologique équivaut par conséquent à préserver de manière digitale non seulement les données géométriques d'un objet, mais aussi et surtout l'ensemble des informations recueillies à son sujet. Or, l'information archéologique est complexe, et les outils actuels ne permettent pas de gérer cette complexité. L'Archéomatique, une discipline en plein développement, propose quelques pistes de réflexion pour résoudre ce conflit. Dans cet article nous présentons deux projets qui rendent compte à la fois des problèmes archéologiques rencontrés et des solutions proposées.

Légendes des illustrations :

Fig. 1 : Modélisation d'intervalles et d'instant : différents niveaux de temporalité

Fig. 2 : Les quatre calendriers, permettant d'enregistrer soit une date, soit une durée

Fig. 3 : Workflow général du système actuel

Fig. 4 : Capture d'écran du système actuel

Fig. 5 : Modèle simplifié de données de *Virtual Leodium*

Bibliographie :

- ALLEN J.-F., "Time and time again: The many ways to represent time" dans *International Journal of Intelligent Systems*, vol. 6, 1991, pp. 341 – 355.
- BILLEN R. et al., "Virtual model of the city of Liège in the eighteen century - Virtual Leodium", dans VERLY J., (ed.), *Proceedings of 3D Stereo MEDIA 2009, International 3D Stereo Film and Technology Festival (3D Stereo MEDIA), Liège, Belgium, 1-3 Dec. 2009*, Liège, 2009.
- BILLEN R. et al., "3D historical models: the case studies of Liege and Nantes", dans BILLEN R. et al. (eds.), *3D issues in urban and environmental systems*. Bologne, sous presse.
- BILLEN R. et al., "A generalized approach for historical mock-up acquisition and data modelling: towards historically enriched 3D city models" dans LEDUC T. et al.(eds.), *Usage, Usability, and Utility of 3D City models*, London, sous presse.
- BLAISE J.-Y. et DUDEK I., "Modélisation informationnelle : un cadre méthodologique pour représenter des connaissances évolutives spatialisables", dans *Journal RNTI - E6, Proceedings EGC 2006 (Knowledge discovery and management)*, Lille, France, 2006, pp.347- 358.
- DJINDJIAN F., « Quantifier le processus archéologique », dans *Archeologia e Calcatore* 21, 2010, pp. 233 – 247.
- GILLINGS M. et WHEATLEY D., *Spatial technology and archaeology : the archaeological applications of GIS*, London - New York, 2002.
- GRÖGER G. et al., *OpenGIS City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard, Version 1.0.0*, Open Geospatial Consortium Document n° 08-007r1, 2008.

L'existant et l'ayant existé : Documenter le patrimoine dans la diachronie

- METRAL C. et al., “Ontology-based approaches for improving the interoperability between 3D urban models”, dans *Journal of Information Technology in Construction* vol. 15, 2010, pp. 169-184.
- RODIER X. et al. (dirs.), *Information spatiale et archéologie*, (Archéologiques), éditions Errance, Paris, 2011.

Notes de fin :

1. DJINDJIAN F., « Quantifier le processus archéologique », dans *Archeologia e Calatori* 21, 2010, pp. 237 – 240.
2. ALLEN J.-F., “Time and time again: The many ways to represent time” dans *International Journal of Intelligent Systems*, vol. 6, 1991, pp. 341 – 355.
3. RODIER X. et al. (dirs.), *Information spatiale et archéologie*, (Archéologiques), éditions Errance, Paris, 2011, p. 13.
4. Voir par exemple : BLAISE J.-Y. et DUDEK I., "Modélisation informationnelle : un cadre méthodologique pour représenter des connaissances évolutives spatialisables", dans *Journal RNTI - E6, Proceedings EGC 2006 (Knowledge discovery and management)*, Lille, France, 2006, pp.347- 358.
5. BILLEN R. et al., “Virtual model of the city of Liège in the eighteen century - Virtual Leodium”, dans VERLY J., (ed.), *Proceedings of 3D Stereo MEDIA 2009, International 3D Stereo Film and Technology Festival (3D Stereo MEDIA), Liège, Belgium, 1-3 Dec. 2009*, Liège, 2009.
6. GRÖGER G. et al., *OpenGIS City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard, Version 1.0.0*, Open Geospatial Consortium Document n° 08-007rl, 2008.

Fig. 1:

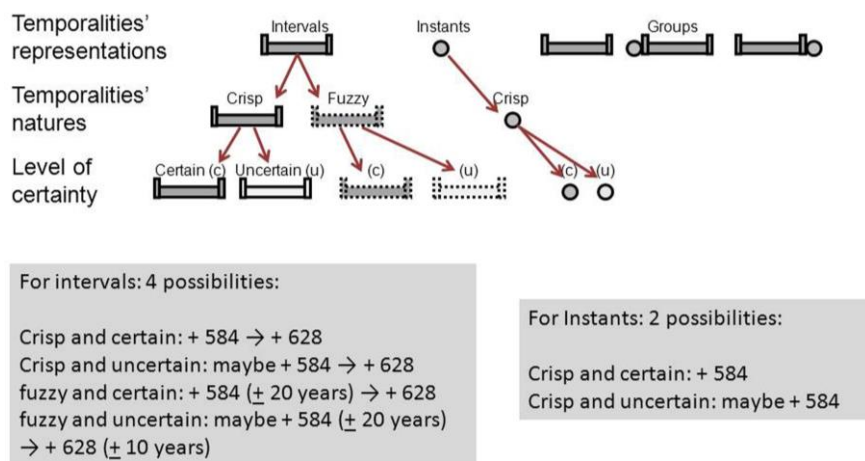


Fig. 2:

The screenshot shows a web application interface for historical events. The title is 'EVENTOS_HISTORICOS'. The form contains the following fields:

- N°: 1
- Tipo de evento: Acenso al trono
- Nombre: Entronizacion
- Descripción:
- Fecha probable de inicio: 411 - 12 - 30
- Fecha probable de termino: 411 - 12 - 30
- Fecha maya probable de inicio: 00.18.15.12.13
- Fecha maya probable de termino: 00.18.15.12.13
- Numero Tzolk'in inicio: 10
- Tzolk'in inicio: B'en
- Numero Tzolk'in termino: 10
- Tzolk'in termino: B'en
- Numero Haab inicio: 6
- Haab inicio: Mak
- Numero Haab termino: 6
- Haab termino: Mak

At the bottom, there are buttons for 'BIBLIO' and 'PERSONAJES ASOCIADOS'.

L'existant et l'ayant existé : Documenter le patrimoine dans la diachronie

Fig. 3:

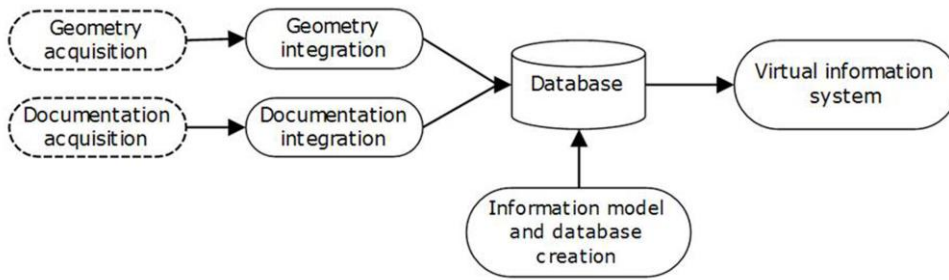


Fig. 4:

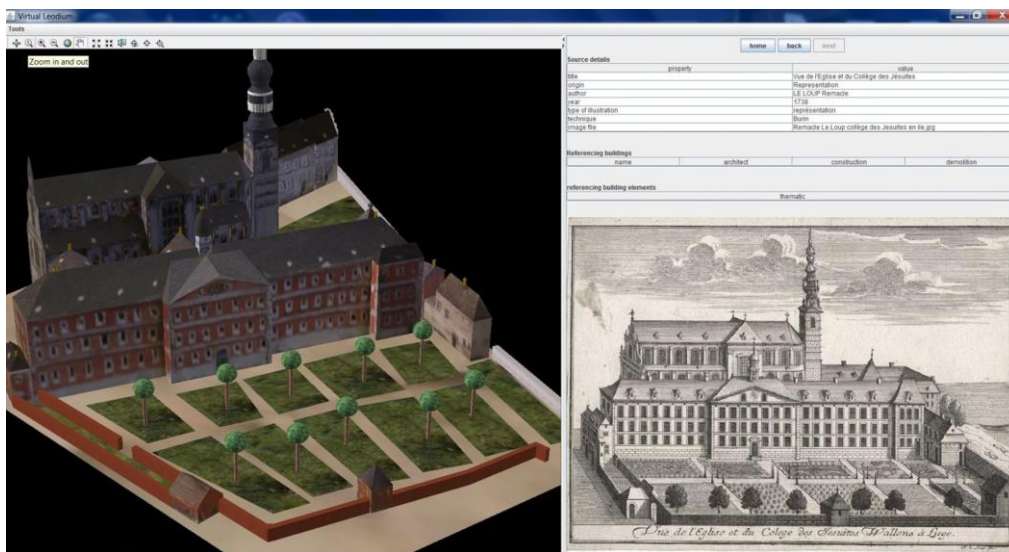


Fig. 5:

