

# Les publications scientifiques en archéologie au format électronique : du CD-Rom au Web sémantique

Scientific publications in archaeology using digital format : from CD-Rom to the Semantic Web

Olivier Marlet<sup>1,\*</sup>, Xavier Rodier<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UMR7324 CITERES-LAT, CNRS, Université de Tours, France

## Abstract

For several years, we have been experimenting with new formats for the scientific publication of archaeological excavation results. In 2014, the results of the excavations on the site of the Château de Tours (Indre-et-Loire, France) were published in a mixed paper/digital format. In 2021, the publication of the excavations at the Marmoutier Abbey in Tours is entirely electronic in the form of a website. How then to retranscribe in electronic format what makes the strength of the paper reading? The logicist publication of the excavations of the parish center of Rigny (Indre-et-Loire, France) in 2020 also marks an important turning point since the structure of the publication itself is new for an archaeological monograph. Each of these publications has taken advantage of the digital technologies available to offer the scientific community other ways of using and structuring information. In the age of the semantic web, these publication projects are part of the process of FAIRizing data for Open Science.

## Keywords

scientific publishing, archaeology, logicism, Semantic Web, FAIR principles

## 1. Introduction

Bien avant l'apparition du concept d'Humanité Numérique, la recherche archéologique a exploité les outils informatiques disponibles, tant pour la gestion et l'analyse que pour la communication des résultats. Avec l'arrivée d'Internet, ont fleuri de nombreux sites Web pour présenter les données et les résultats scientifiques. Le Laboratoire Archéologie et Territoires (UMR 7324 CITERES-LAT) a exploré ainsi plusieurs pistes depuis 1998 pour moderniser les publications scientifiques et profiter des avantages qu'offre le support numérique. Cette réflexion tient compte de l'évolution technique des solutions numériques disponibles, en particulier pour la publication des données en archéologie. Les choix effectués pour les projets présentés dans cet article sont en fonction de l'état des connaissances techniques au moment de la préparation de ces publications.

Parallèlement aux questions d'éditions numériques, CITERES-LAT a participé activement aux travaux du consortium MASA (Mémoire des Archéologues et des Sites Archéologiques) dont l'objectif principal est d'accompagner les archéologues vers les bonnes pratiques numériques.

---

. *Workshop on Digital Humanities and Semantic Web*

\*. Corresponding author.

. ✉ [olivier.marlet@univ-tours.fr](mailto:olivier.marlet@univ-tours.fr) (O. Marlet); [xavier.rodier@univ-tours.fr](mailto:xavier.rodier@univ-tours.fr) (X. Rodier)

. 🌐 <https://www.univ-tours.fr/annuaire/m-olivier-marlet> (O. Marlet);

<https://www.univ-tours.fr/annuaire/m-xavier-rodier> (X. Rodier)

. 🆔 0000-0001-9422-1418 (O. Marlet); 0000-0002-1243-3167 (X. Rodier)

Depuis 2016, CITERES-LAT s'est investi dans une approche qualitative des données numériques selon les principes FAIR<sup>1</sup> (Faciles à trouver, Accessibles, Interopérables et Réutilisables). Ce processus s'inscrit dans la longue durée, surtout lorsqu'il s'agit de corpus constitués avant que les Principes FAIR ou même les « *5 Stars Linked OpenData* »<sup>2</sup> n'entrent en scène dans le monde de la recherche. Pour les publications, la mise en œuvre des bonnes pratiques implique, comme pour les données, un travail conséquent.

À partir de trois exemples de publications de CITERES-LAT, cet article propose d'offrir une vision critique des avantages et des inconvénients des solutions retenues selon les techniques disponibles au moment de leur réalisation. Nous présenterons donc à la fois les premières réflexions sur le CD-Rom jusqu'à des solutions fondées sur les principes de publication logiciste de Jean-Claude Gardin [1].

## 2. Du CR-Rom au site Web

### 2.1. La fouille du château de Tours

La fouille du château de Tours a été conduite de 1974 à 1978 par Henri Galinié. Au-delà des rapports scientifiques annuels et après le temps long de l'exploitation des données, le travail de publication a commencé en 1998. Le processus d'informatisation des données du laboratoire était engagé depuis 1990, alors que les données de cette fouille n'existaient qu'au format papier. Le choix s'est porté sur une publication mixte, associant un ouvrage imprimé à un CD-Rom. Ce CD-Rom ne devait pas être un doublon de l'ouvrage imprimé mais comporter plusieurs parties pour enrichir le texte de synthèse de l'ouvrage papier.

Cette partie numérique donne accès à l'enregistrement de terrain, à des analyses de collections (céramique, verre) et à une visite du site à travers quelques illustrations commentées des vestiges et des objets découverts (Fig. 1). L'intégralité des données a été numérisée en se limitant toutefois à la stricte granularité d'information nécessaire à l'articulation avec les démonstrations de la synthèse. Cela a démontré, comme l'indique Henri Galinié dans la préface de la publication que « l'informatisation systématique des données a alors mis au jour de façon catégorique des contradictions que le traitement traditionnel avait laissé esquiver ou sous-estimer ». Les révisions nécessaires pour lever ces contradictions expliquent en grande partie que le travail sur cette publication ait pu courir sur plus de dix ans, étant donné la quantité considérable de données produites par cette fouille.

Le choix du CD-Rom, encore pertinent en 1998, s'est révélé inapproprié quand la publication est devenue imminente en 2012. Il a alors été décidé de convertir la partie électronique de la publication en un site Web. Le CD-Rom avait été structuré depuis 1998 selon une arborescence de fichiers HTML statiques dans lesquels la navigation s'effectue via des liens hypertextes. Un choix s'est alors offert à nous : soit conserver cette architecture statique de fichiers HTML tout en profitant de l'informatisation des données pour produire une extraction de la base de données, soit élaborer un site Web dynamique alimenté par une base de données relationnelles.

---

1. En 2016, le groupe FORCE11 publie *FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship* dans la revue *Scientific Data* : <https://www.nature.com/articles/sdata201618>.

2. En 2010, Tim Berners-Lee, un des inventeurs du Web, a proposé une méthode basée sur 5 étoiles pour évaluer le niveau d'ouverture des données sur le « *Linked Open Data* » : <https://5stardata.info/fr/>.

**RT9-site 3 : Partie électronique de la publication**

VISITE DE LA FOUILLE    SECTION 2 : L'INFORMATION STRATIGRAPHIQUE    SECTION 3 : ARCHITECTURE - CONTEXTES

Lisez-moi    Chercher Ensemble    Synthèse des Périodes

TOURS SITE 3 - TABLEAU GENERAL DES ENSEMBLES													
Archéologie	Résultats modélisation		Datation par zone (en quarts de siècle)						Périodes	Interprétation			
	Ensemble	date <	date >	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5			Zone 6	Zone 7	Zone 8
137							av. 1b-c						Berge de la Loire - Toit des alluvions
138							1b-c						Période 1a - Thermes Etat1
139							1b-c						Période 1a - Thermes Etat1
29				1b-c									Période 1a - Thermes Etat1
80				1b-c									Période 1a - Thermes Etat1
30				1d-2a									Période 1a - Thermes Etat1
140							2c-d						Période 1a - Thermes Etat1
141							3b-d						Période 1ab - Thermes Etat1 ?
142							3c-d						Période 1b - Destruction partielle des Thermes
31				2b-c			4a-d						Période 1b - Destruction partielle des Thermes
14										2c-d			Période 1c - Construction de l'enceinte urbaine
1											2c-d		Période 1c - Construction de l'enceinte urbaine
15							3c-d						Période 1c - Construction de l'enceinte urbaine
2							3c-d						Période 1c - Construction de l'enceinte urbaine
156										2c-d			Période 1c - Construction de l'enceinte urbaine
32				2c-3a									Période 1c - Construction de l'enceinte urbaine
33				3a-c-d									Période 1c - Construction de l'enceinte urbaine
157										sd			Période 1c-2a-g - Seuil de la Poterne
143							3d-4b						Période 1d - Thermes Etat2
144							3d-4b						Période 1d - Thermes Etat2
114									4c-d				Période 1d - Thermes Etat2
115									sd				Période 1d - Thermes Etat2
34	315	391		4c-d									Période 1d - Thermes Etat2
81	313	392		4c-d									Période 1d - Thermes Etat2
35	317	392		4c-d									Période 1d - Thermes Etat2
82				4c-d									Période 1d - Thermes Etat2
36	319	392		4c-d									Période 1d - Thermes Etat2
83	329	403		4c-d									Période 1d - Thermes Etat2
37	324	395		4c-d									Période 1d - Thermes Etat2
38	316	392		4c-d									Période 1d - Thermes Etat2
39				4c-d									Période 1d - Thermes Etat2
84	330	398		4c-d									Période 1d-2a Transition Thermes-Habitat
40	409	469		5a-c									Période 1d-2a Transition Thermes-Habitat
41	334	405		5a									Période 2a - Bâtiment 1
116									5a-b				Période 2ab - Bâtiment 2
117a									5a-b				Période 2ab - Bâtiment 2
42	357	425		5a-5d									Période 2a-2c Formation de sols
73	433	528		5c-7a									Période 2a-2c Formation de sols
117b	446	529		5c-6c									Période 2a-2c Formation de sols
85				5c-6c									Période 2a-2c Formation de sols
95				5c-6c									Période 2a-2c Formation de sols
43	541	618		6b-7a									Période 2c-2e Formation de sols
118	477	560		5c-6c									Période 2b-2d Formation de sols
87				5d-6c									Période 2c - Bâtiment 3
88	498	584		6a-7d									Période 2c - Bâtiment 3
89	476	557		5d-6c									Période 2c - Bâtiment 3
44	523	610		6d-7d									Période 2c - Bâtiment 3
119	540	617		6b-7a									Période 2d - Bâtiment 4
120	504	585											Période 2d - Bâtiment 4
90				6d-7a									Période 2c - Bâtiment 3
46				6d-7a									Période 2c - Bâtiment 3

FIGURE 1: Partie électronique de la publication sur le site 3 à Tours.

Malheureusement, le manque de moyens nous a conduit à en rester à la reproduction de la structure du CD-Rom directement sur un site Web. Cela posait bien entendu le problème des mises à jours extrêmement laborieuses, mais cette question était secondaire puisque les données mises à disposition correspondent à l'état des connaissances publié. Des mises à jour seraient d'ailleurs potentiellement incohérentes avec la synthèse du volume imprimé. La publication a paru en 2014 [2], sous la forme d'un volume de synthèse imprimé, accompagné d'un site Web constitué de pages HTML statiques<sup>3</sup> comprenant une visite de la fouille et deux sections intitulées « L'information stratigraphique » et « Architecture – Contextes ».

D'un point de vue des bonnes pratiques numériques, il est évident que cette partie électronique ne répond pas du tout aux recommandations déjà exprimées à l'époque par les « 5 Stars Linked Open Data » de Tim Berners-Lee (les principes FAIR n'ont été publiés que deux ans après la publication). Il ne s'agit pas là de mauvais choix mais simplement d'une situation particulière justifiée par une mise en œuvre inscrite dans la longue durée qui a rendu désuet les choix initiaux.

3. <http://citeres.univ-tours.fr/rt9/>.

L'accumulation de pages statiques (plus de 3000 fichiers HTML) constituent un frein évident à la mise en place du site Web, à sa mise à jour et à la migration éventuelle vers d'autres supports. Sauf si l'obsolescence du site Web dans le futur nous l'imposait, ces deux derniers points sont *a priori* écartés pour une publication finale. De plus, la structuration de la partie électronique élaborée pour cette publication n'est pas reproductible automatiquement. Toutefois, d'un point de vue strictement scientifique, les sections numériques sont parfaitement fonctionnelles et offrent un accès structuré aux corpus de preuves structurés, issus de l'enregistrement de terrain et des analyses des collections d'artefacts.

## 2.2. Le CD-Rom en complément d'un volume imprimé

D'autres publications de CITERES-LAT ont utilisé le CD-Rom en complément d'un volume imprimé. Tout en tirant partie des apports du numérique (vidéos, navigation), ils ne présentent que des annexes à une publication traditionnelle et n'ont pas ou peu conduit à en repenser fondamentalement la structure. C'est le cas de *Tours antique et médiéval, 40 ans d'archéologie urbaine* [3], dont le CD-Rom présente une visite en image d'une exposition, un PDF des sources et références bibliographiques et plusieurs films courts présentant des restitutions 3D de différents monuments de la ville. En 2016, le contenu de ce CD-Rom a été mis en ligne<sup>4</sup> pour en faciliter à la fois l'accessibilité et la conservation.

Les publications du Projet Collectif de Recherche sur la céramique médiévale et moderne du Centre-Ouest de la France ont également fait appel au CD-Rom. La première a paru en 2003 accompagnée d'un CD-Rom comprenant 700 fichiers HTML statiques qui fournissent de manière structurée les sources typo-chronologiques sur lesquels s'appuient la publication [4]. La seconde a paru en 2013, elle-aussi accompagnée d'un CD-Rom comprenant 3700 fichiers HTML statiques, toujours parfaitement structuré et plus élaboré que le précédent [5]. Lors de la publication de 2013, le contenu du CD-Rom a également été mis en ligne<sup>5</sup>. Le même traitement a été appliqué à celui de 2003<sup>6</sup>. Dans les deux cas, le format des fichiers et le contenu est rigoureusement identique sur le CD-Rom et sur le site Web. La prochaine publication de ce projet collectif de recherche est prévue pour 2022 et sera exclusivement en ligne<sup>7</sup> selon le format logiciériste de Jean-Claude Gardin, suivant l'exemple de la publication de Rigny (voir *infra*, section 4), changeant complètement les modalités d'écriture et de lecture.

## 3. La publication Web des fouilles de l'hôtellerie de Marmoutier

### 3.1. Lecture et navigation

Au-delà du débat sur le plaisir de lire un support imprimé plutôt que sur écran, la publication Web offre des possibilités de lecture inenvisageable avec le support imprimé.

Ainsi, la publication Web des fouilles de l'hôtellerie de Marmoutier<sup>8</sup> [6] propose deux ni-

---

4. <http://citeres.univ-tours.fr/tam/>.

5. <http://citeres.univ-tours.fr/cera2013/>.

6. <http://citeres.univ-tours.fr/cera2003/>.

7. <https://ceramedvaldeloire.huma-num.fr/>.

8. <https://marmoutier.univ-tours.fr/>.

veaux de lecture : le premier synthétique donnant les grandes lignes de l'argumentation de l'archéologue, le second détaillé donnant accès au raisonnement et aux preuves sur lesquelles s'appuie l'argumentation. Le lecteur peut ainsi profiter d'une lecture rapide, constituée d'un texte synthétique et d'une sélection de figures pertinentes à ce niveau. Il s'agit alors d'une lecture proche d'une simple consultation comme on pourrait le faire d'un ouvrage en le feuilletant pour se faire une idée de son contenu. À tout moment, le lecteur peut basculer vers le texte détaillé pour accéder à l'argumentaire complet et aux corpus de preuves archéologiques (fiches d'enregistrement des couches, mobilier, etc.) dans la base de données en ligne ArSol<sup>9</sup> (Archives du Sol, [7]) qui permet la gestion des archives de fouilles du LAT. Donner l'accès aux preuves, c'est-à-dire les sources d'information mobilisées telles qu'elles ont été enregistrées sur le terrain, permet de donner plus de légitimité à l'argumentation proposée [8].

Un autre avantage de la publication Web est incontestablement l'exploitation des liens hypertextes. D'un simple clic depuis un appel dans le texte, il est possible d'afficher en surimpression à l'écran des informations complémentaires telle qu'une illustration, une référence bibliographique complète, l'équivalent d'une note de bas de page, un lien vers une ressources extérieures (les preuves dans ArSol par exemple).

Pour la publication des fouilles de l'hôtellerie de Marmoutier, la gestion des renvois a également été améliorée et ne se limite plus à de simples liens hypertextes. En effet, renvoyer à une autre section du texte implique de mettre en place des liens retour permettant de revenir à la lecture initiale, à l'image des notes de bas de page mis en place sur Wikipédia par exemple. Toutefois, plusieurs renvois pouvant faire référence à une même section, il aurait été nécessaire de mettre en place plusieurs liens retours afin de ne pas perdre le lecteur. Pour pallier à cela, un système de marque-page numérique a donc été imaginé de telle sorte que lors de l'activation d'un renvoi, une petite icône en marge du texte permet à tout moment de revenir, d'un simple clic, à l'endroit précis où la lecture a été interrompue. Le système ne limite pas le nombre de marque-page que le lecteur peut positionner, il est donc libre de suivre tous les renvois qu'il souhaite sans risque de perdre le fil principal de sa lecture.

Enfin, à l'image des sommaires, table des matières et index, la publication Web de Marmoutier propose un accès permanent au sommaire, à l'index des figures et aux références bibliographiques. Depuis l'index des figures et la liste des références bibliographiques, il est possible d'atteindre toutes les parties du texte où ces éléments sont mobilisés.

### 3.2. Bonnes pratiques

Depuis l'introduction des principes FAIR en 2016, les pratiques de gestion des données ont changé. Les principes FAIR impliquent que les ressources numériques soient Faciles à trouver, Accessibles, Interopérables et Réutilisables. L'objectif est de faciliter le traitement des données par les systèmes informatiques pour aider les humains à mieux les gérer, leur volume étant en croissance constante. Les bonnes pratiques qui s'appliquent aux données se révèlent aussi valables pour les publications scientifiques.

---

9. ArSol est le système d'enregistrement de terrain développé par CITERES-LAT depuis 1990 pour l'enregistrement et l'exploitation des données de terrain et des collections archéologiques (<http://citeres.univ-tours.fr/spip.php?article505>). Il est accessible en ligne depuis 2014 (<http://arsol.univ-tours.fr/>).

Le respect de ces bonnes pratiques, fortement préconisées par nos tutelles pour progresser vers la Science Ouverte, nous a conduit à choisir d'encoder l'ensemble de la publication au format ouvert de la TEI<sup>10</sup>. Ainsi chaque information de dates, de ressources documentaires, d'éléments archéologiques sont encadrés de balises afin d'être reconnus par la machine. Cela permet en outre de proposer une interaction permanente entre le texte, le plan de localisation des vestiges et la frise chronologique (Fig. 2). Chaque section du texte est associée à une datation qui, durant la lecture, est représentée sur une frise chronologique. En outre, chaque date mentionnée dans le texte est également positionnée sur la frise au survol du pointeur. De même, en fonction de la section affichée à l'écran, le plan de localisation ne mobilise que les vestiges qui sont concernés et, à l'instar des dates, chaque fait archéologique mentionné est localisé spécifiquement sur le plan au survol du pointeur.

FIGURE 2: La publication Web des fouilles de l'hôtellerie de Marmoutier (Tours).

Outre l'intérêt de l'exploitation sémantique du contenu du texte encodé en TEI, cela permet également d'accéder à l'information indépendamment de toute application. Le fichier au format TEI est ainsi accessible et lisible tel quel, sans nécessiter d'application spécifique et peut donc être lu par l'homme comme par la machine.

Par ailleurs, à quelque échelle que ce soit, chaque partie du texte (chapitre, partie, sous-partie et paragraphe) est citable. Une petite icône discrète en face de chaque titre ou paragraphe permet d'ouvrir une petite fenêtre indiquant comment le citer et fournissant le lien d'accès direct.

Au-delà de l'emploi de l'ensemble de ces outils pour cette publication, le code est disponible pour son exploitation par d'autres publications scientifiques qui souhaiteraient emprunter la même voie.

10. Text Encoding Initiative : <https://tei-c.org/>.

Si la publication des fouilles de l'hôtellerie de Marmoutier mobilise des outils numériques pour offrir au lecteur un confort de lecture, elle en reste néanmoins une publication traditionnelle, formant un récit dont la lecture est principalement linéaire, à l'inverse de celle des fouilles du centre paroissial de Rigny qui se distingue par la mise en œuvre du logicisme.

## 4. La publication logiciste des fouilles du centre paroissial de Rigny

Les fouilles du centre paroissial de Rigny de 1986 à 1989 ont fait l'objet d'une synthèse publiée en 2020 selon les principes du logicisme, élaborés dans les années 1970 par Jean-Claude Gardin [1], et dans un format intégralement numérique.

### 4.1. Logicisme et publication électronique

Le programme logiciste a été élaboré par Jean-Claude Gardin dans le but de condenser et de schématiser l'architecture des écrits scientifiques. Dès l'origine, il a eu deux objectifs. Le premier était d'ordre épistémologique : il s'agissait de rendre explicites les étapes du raisonnement en distinguant, d'une part, les données de base (ou « propositions initiales »), et d'autre part, les opérations d'inférence effectuées sur ces données pour fonder les hypothèses interprétatives, de manière à constituer une arborescence qui donne une représentation synoptique de l'argumentation et permet d'en évaluer rapidement le bien-fondé [1, p. 244-273]. L'argumentation prend l'allure d'une suite d'opérations d'inférence de  $P_0$  (propositions initiales) à  $P_n$  (propositions terminales) en passant par des propositions intermédiaires  $P_i$  [9, p. 19] (Fig. 3). Le second objectif était d'ordre éditorial. Comme toute modélisation, la structuration logiciste est une réduction, mais elle conserve la totalité des éléments constitutifs de la construction cognitive, dégagée de l'appareil rhétorique auquel font appel traditionnellement les publications. Elle constitue donc un moyen de réduire le déséquilibre constaté entre volume de production et capacités de consommation bibliographique, et ouvre la voie à une forme de publication adaptée à la prépondérance croissante de la consultation sur la lecture [10].

Dans les décennies 1980-1990, l'analyse logiciste a été expérimentée dans le domaine de l'archéologie, de l'histoire de l'art et de l'histoire, mais sa diffusion est restée très limitée, car l'exercice a longtemps été jugé rébarbatif. Cette première phase à caractère exploratoire a montré l'intérêt épistémologique de l'analyse logiciste mais elle n'a pas eu d'effet concret sur les modes d'édition.

C'est le développement des technologies de l'information qui a permis d'exploiter les possibilités de lecture non-linéaire offertes par les schématisations logicistes, tout en les rendant moins ascétiques grâce à une « mise en scène » multimédia [11]. Le format SCD, acronyme de *Scientific Constructs and Data*, conçu par Valentine Roux (CNRS) et Philippe Blasco (Editions Epistèmes) pour l'édition numérique des réécritures logicistes et des données associées a été utilisé pour des publications en archéologie des techniques : d'abord dans la collection Référentiels (2003-2010), constituée de petits volumes imprimés accompagnés d'un CD-ROM contenant les schématisations logicistes, puis dans la revue en ligne Arkeotek<sup>11</sup>, créée par Valentine Roux

---

11. [www.thearkeotekjournal.org](http://www.thearkeotekjournal.org).

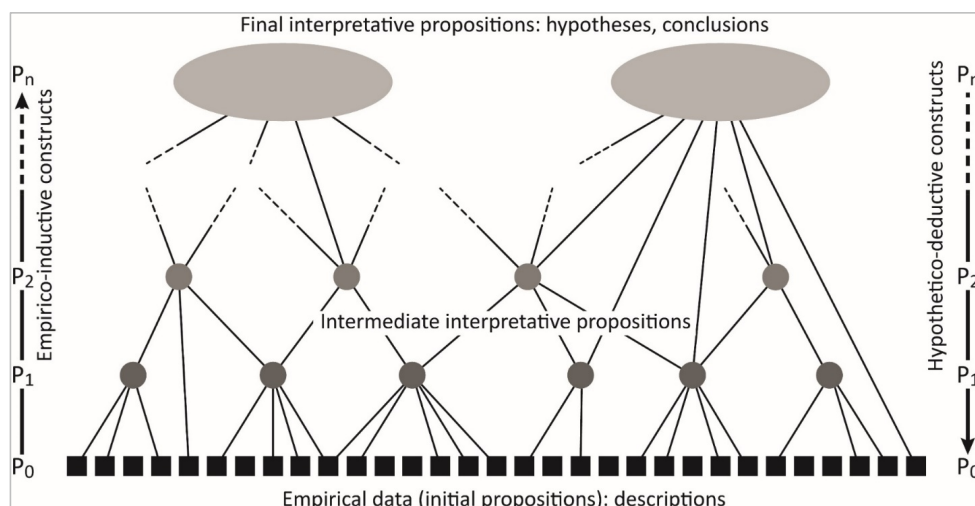


FIGURE 3: Organisation des propositions logiciques [10, p. 6].

en 2007 pour la publication d'articles et de corpus en archéologie des techniques.

Depuis 2011, grâce au développement des nouvelles technologies du Web, le format SCD a été entièrement reprogrammé en XML-TEI par le Pôle du document numérique de la MRSH de Caen. C'est dans ce format XML-TEI, qui offre des possibilités nouvelles de navigation entre le texte, les schématisations logiciques et les bases de données en ligne, qu'a pu voir le jour en 2020 la publication de la fouille de Rigny, initialement préparée pour une publication dans la collection Référentiels [12].

#### 4.2. L'apport du Web à l'accessibilité des données de fouille

Détruisant son objet d'étude au cours de la fouille, l'acte archéologique est irréversible et ne permet pas de renouveler l'expérience. De ce fait, une fois la fouille terminée, l'enregistrement de terrain constitue la source primaire de l'archéologue et devient particulièrement précieux. Dans les années 1980, le développement de l'informatique a permis le développement et même la multiplication de nombreuses bases de données pour enregistrer les données de terrain. La généralisation d'Internet et l'amélioration des systèmes d'information permet désormais de donner l'accès à ces bases de données de terrain et donc de donner la possibilité à tout chercheur de vérifier une interprétation.

Ainsi, dès 1996, le Royaume-Uni a mis en place l'*Archaeology Data Service* (ADS)<sup>12</sup>, centre de ressources numériques de l'université de York donnant accès à l'ensemble des archives de fouilles numérisées (bases de données, documents graphiques, photographies, rapports d'études spécialisées, littérature grise etc.). En outre, la revue *Internet archaeology*<sup>13</sup> a mis en place des publications en ligne dont les liens hypertextes dans le texte renvoient aux données mobilisées,

12. <http://archaeologydataservice.ac.uk>.

13. <http://intarch.ac.uk/>.



même si celui-ci reste d'un formalisme classique. En ce qui concerne la numérisation des données de terrain en France, on pourra noter quelques initiatives locales comme la base du Laboratoire Archéologie et territoires de Tours : ArSol<sup>14</sup> (Fig. 4). Depuis 2013, le consortium MASA<sup>15</sup> (Mémoires des Archéologues et des Sites Archéologiques) de l'IR\* Huma-Num<sup>16</sup> s'est donné pour objectif d'accompagner les archéologues pour numériser et mettre à disposition leurs archives de fouille en suivant les bonnes pratiques tels que les principes FAIR. À l'échelle européenne, ces publications de bases de données sont en voie de développement grâce au programme ARIADNEplus et la mise en place d'une plate-forme d'accès aux données archéologiques<sup>17</sup>. L'accès en ligne aux données primaires qui permet au lecteur de prendre connaissance de l'enregistrement de terrain constitue une avancée décisive, qui doit permettre d'alléger les publications de fouille des descriptions interminables qu'elles contiennent habituellement et dont seule une faible partie est mobilisée dans l'argumentation.

The screenshot shows the ArSol web interface. At the top, it says 'ArSol Archives du Sol - © 1996 - 2014 UMR 7324 CITERES - Laboratoire Archéologie et Territoires'. There are two main tabs: 'RECHERCHE' (selected) and 'CONSULTATION STRATIGRAPHIQUE'. Below the tabs, there are links for '+ Recherche' and '+ Résultats', along with a link 'Retour à la Fiche du Départ'. The main content area displays 'Tours site 17 - Marmoutier' and 'sol carrelé'. Below this, it says 'Fait 14' and shows a table with columns 'Nom', 'Secteur', 'Structure', and 'Zone'. The table contains one row: 'sol carrelé', '1', 'Structure : 1', 'Zone : 1'. Below the table is a 'Description' section with the text 'Dallage de carreaux de terre cuite'. Underneath, it says 'Le Fait contient 6 US.' and a table with columns 'Numéro' and 'Description'. The table lists six US (US 10172 C1 to C6) with their descriptions. Below the table are links for 'Aide à la datation par la céramique' and 'Affichage du fichier RDF'. At the bottom, there is a section for '36 PHOTOS' with three visible photo thumbnails showing archaeological sites with labels like 'TOURS 17 2007 Z1 SECT 1 US 10172 C1'. At the very bottom, there are logos for 'citeres UMR 7324', 'MSH', and 'UNIVERSITÉ FRANÇOIS RABELAIS TOURS'.

FIGURE 4: Base de données en ligne ArSol pour les opérations menées par le LAT.

14. <http://arsol.univ-tours.fr>.
15. <https://masa.hypotheses.org>.
16. <https://www.huma-num.fr/>.
17. <http://portal.ariadne-infrastructure.eu>.

### 4.3. De la fouille de Rigny à la publication logiciste

L'enregistrement sur le terrain commence par la description des unités stratigraphiques, leur regroupement en entités spatiales hiérarchisées (Faits, Murs Sépultures ou Structures), leur mise en phase, puis leur interprétation fonctionnelle, chronologique et morphologique selon une démarche empirico-inductive. L'écriture logiciste suit l'ordre inverse, partant de l'interprétation pour reconstituer la chaîne des inférences mise en place entre les conclusions  $P_n$  et les données de base  $P_0$  mobilisées dans le raisonnement, permettant ainsi de reconstituer à partir des traces observées les modes de vie et les pratiques sociales des hommes (Fig. 5). Les propositions initiales

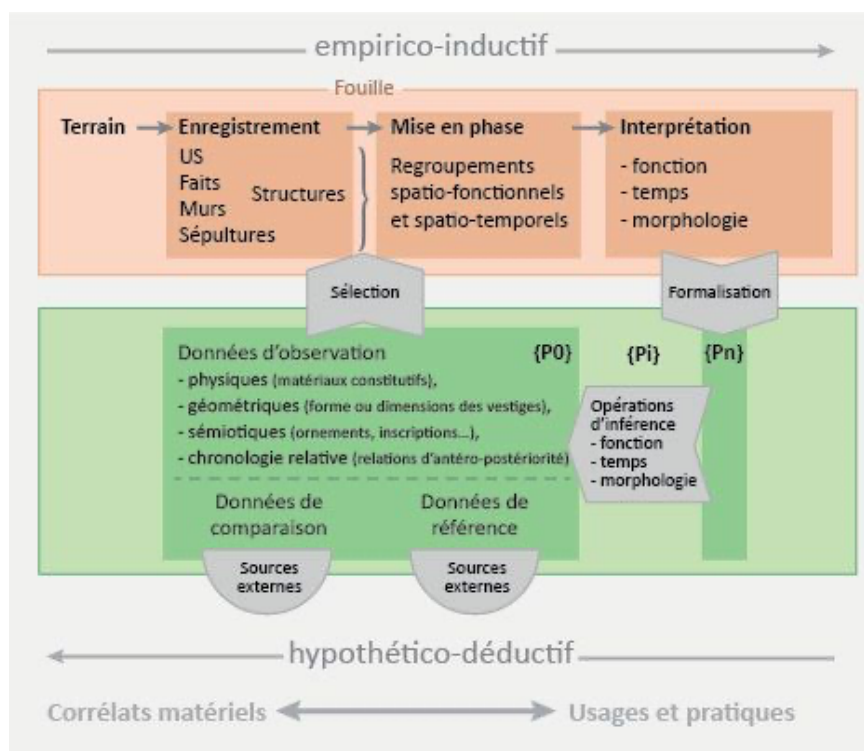


FIGURE 5: Processus d'interprétation archéologique et de formalisation logiciste.

$P_0$  se répartissent en trois catégories :

1. Les données d'observation qui sont sélectionnées à partir de l'enregistrement de la fouille. Ces traits descriptifs mobilisés dans l'argumentation peuvent concerner soit des propriétés intrinsèques des entités archéologiques (matériaux, forme...), soit encore leur chronologie relative (relations d'antéro-postériorité).
2. Les données de comparaison ont, comme les données d'observation, le statut de propositions initiales  $P_0$  parce que le constat de ressemblance, qui fonde le raisonnement par analogie, si courant en archéologie, n'est jamais le produit d'une procédure bien définie, mathématique ou logique. Ce constat de ressemblance, une fois déclaré, constitue le fondement de ce que Jean-Claude Gardin appelle le « transfert d'attribut » (« SI deux objets

ou monuments X et Y sont déclarés comparables, au vu de certaines propriétés communes (formes, matériaux, décors etc.), et que Y présente par ailleurs un ou plusieurs attributs connus (date, origine, fonction), ALORS l'on est en droit de transférer à X les mêmes attributs ») [9, 235].

3. Les données dites de référence correspondent à des savoirs tenus pour établis par référence au sens commun [13] ou à des connaissances spécialisées. Entrent dans cette dernière catégorie les analyses de laboratoire (par exemple des datations par le radiocarbone), ainsi que les datations de mobilier lorsqu'elles reposent sur une typo-chronologie établie par d'autres publications. Les données de référence sont considérées comme des données de base  $P_0$ , au même titre que les données d'observation et les données de comparaison, parce qu'elles ne font l'objet d'aucune démonstration dans la publication.

Sous leur variété apparente, les opérations d'inférence sont relativement standardisées : à tous les niveaux, depuis les propositions intermédiaires successives ( $P_1, P_2, \dots, P_i$ ) jusqu'aux propositions terminales ( $P_n$ ), elles consistent presque toujours à attribuer à une ou plusieurs entités une fonction (au sens large du terme), une chronologie (datation, durée...) ou une reconstitution morphologique. Leur compilation dans une base de règles logicistes permettrait de tester leur degré de généralité, et de discuter par exemple des caractéristiques qu'on juge nécessaires pour attribuer à un bâtiment une fonction de stockage, d'habitation ou de lieu de culte dans tel ou tel contexte chrono-culturel.

#### 4.4. Structuration de la publication Web de Rigny

La publication Web des fouilles de Rigny est constituée de plusieurs blocs, qui fournissent autant de niveaux d'accès au contenu, permettant à la fois une lecture rapide et une consultation approfondie. Le premier bloc, intitulé Récit, permet d'avoir accès rapidement, sous forme d'un texte condensé, à l'ensemble des résultats de la fouille, et de consulter si on le souhaite le détail de l'argumentation en accédant, par des liens hypertextes, au bloc qui contient les propositions logicistes, depuis les données (propositions initiales) jusqu'aux propositions terminales (Fig. 6).

Un autre bloc contient les diagrammes logicistes, qui donnent une vision synoptique de l'argumentation sous la forme d'une arborescence qui se développe de gauche à droite. Ces diagrammes, qui permettent une prise de connaissance rapide, sous forme graphique, de l'argumentation, sont interactifs et permettent d'accéder à l'argumentation détaillée (Fig. 7). Celui-ci est produit dynamiquement à partir des textes encodés en XML-TEI et permet d'accéder à toutes les propositions et leurs antécédents et ainsi d'avoir une vue synthétique de l'ensemble des raisonnements. La publication Web offre également la possibilité d'avoir des liens vers la bibliographie, de faire des renvois internes et d'accéder aux fiches d'enregistrement dans la base de données en ligne ArSol. Le lecteur peut ainsi visualiser toutes les chaînes d'inférence dans la structure des diagrammes mais aussi consulter la base de données ArSol contenant les enregistrements de terrain.

Par rapport à une monographie de fouille classique, le recours à l'analyse logiciste entraîne une réduction, sans perte de contenu, du volume du texte, et fait apparaître l'enchaînement des opérations d'inférence en les dégagant de tout appareil rhétorique. La mise en évidence des arguments permet de rendre explicites les articulations du raisonnement et elle facilite la

critique et la comparaison des processus interprétatifs. Elle permet aussi de pratiquer différents niveaux de lecture, depuis la prise de connaissance rapide des résultats jusqu'à l'examen des preuves, et les diagrammes logiciens, qui permettent d'accéder à l'argumentation détaillée, se prêtent bien à une consultation non-linéaire de la publication.

RIGNY
Accueil [Sommaire](#)

SECTION 4 - LE PRESBYTÈRE DE RIGNY ET SES DÉPENDANCES (MILIEU 15E-MILIEU 19E S.)

- [\[-\] Le bâtiment 11](#)
- [\[+\] Etat 1, datation et fonction](#)
- [\[+\] Etat 2, datation et fonction](#)
- [\[+\] Etat 3, datation et fonction](#)
- [\[-\] Le bâtiment 9](#)
- [\[+\] Etat 1, datation et fonction](#)
- [\[+\] Etat 2, datation et fonction](#)
- [\[+\] Transformation du centre paroissial](#)
- [\[+\] Le bâtiment 5](#)
- [\[+\] Le bâtiment 8](#)


---

[Ciruler dans les illustrations](#)

[Accéder au diagramme logisticien](#)

### ETAT 3, DATATION ET FONCTION

**P0\_12.** Dans l'Etat 3, le mur pignon ouest (M42) et le mur nord (M35) sont détruits : le bâtiment 11 devient plus long et plus étroit.



Commentaire :

*Le nouveau mur nord (M36) du bâtiment 11 est construit en retrait de l'ancien, dans le prolongement du mur nord (M85) du bâtiment 22. Le four construit à l'ouest, sur l'emprise du bâtiment 22, prend appui sur le conduit des anciennes latrines du bâtiment 11 et scelle la tranchée de destruction de l'ancien mur pignon M42.*

**P0\_13.** D'après un procès-verbal de 1824, le bâtiment 11 sert de cuisine au nouveau presbytère construit plus au nord en 1822 (bâtiment 5).

Commentaire :

*« Le conseil... a reconnu que la réclamation de M. le desservant était juste ... et a examiné que le four qui est en dehors est en très mauvais état sans pouvoir cuire le pain attendu qu'il reçoit toute l'eau de la toiture... Le conseil a aussi remarqué que le plancher de ladite cuisine est très vieux, qu'il fond de toutes parts et qu'il est urgent de la refaire à neuf » (A.D.I.L., série D, conseil municipal du 8 mai 1824).*

**P1\_3.** L'étage du bâtiment 11 est supprimé.

FIGURE 6: Partie logicienne de la publication des fouilles de Rigny.

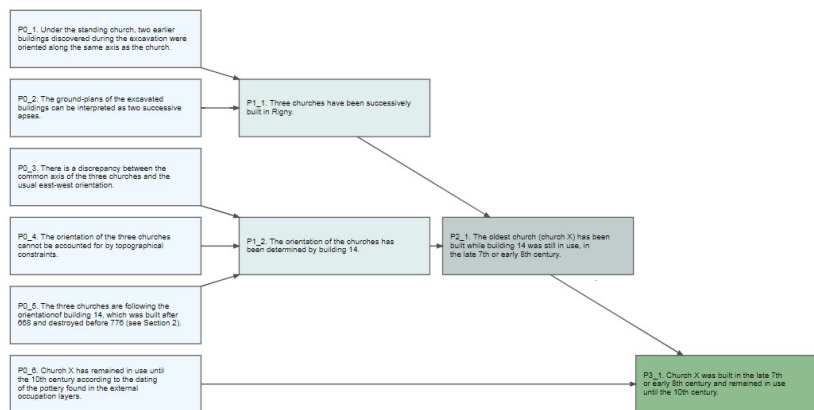


FIGURE 7: Diagramme logicien généré automatiquement à partir du texte en XML-TEI.

## 4.5. Les raisonnements archéologiques dans le Web de données

Puisque toute la publication en elle-même est rigoureusement structurée, son contenu et en particulier les chaînes d'inférences constituent une source de données qui peut être exploitée au même titre qu'une base de données. Ainsi, en procédant à l'appariement des propositions sur les entités du CIDOC CRM<sup>18</sup> et en particulier sur celles du CRMinf<sup>19</sup>, nous pouvons assurer l'interopérabilité de cette publication au sein du Web de données [8].

Les propositions initiales  $P_0$  ont été typées selon qu'il s'agit de données d'observation, des données de comparaison, servant de support à un raisonnement par analogie aboutissant à un transfert d'attribut de Temps ou de Fonction, ou des données de référence correspondant à des savoirs tenus pour établis par le sens commun ou par la bibliographie dans le cas de connaissances spécialisées.

Un typage des règles logicistes a également été mise en place en typant les inférences selon qu'il s'agit d'exploiter la Fonction, le Temps ou la Morphologie des éléments faisant l'objet des propositions mobilisées en prémisses. La Fonction est prise au sens large depuis la fonction d'une structure ou d'un bâtiment jusqu'aux interprétations socio-culturelles des usages du site. Le Temps concerne les datations, la chronologie relative, la durée. La Morphologie concerne les hypothèses de reconstitutions architecturales ou les partitions de l'espace (Fig. 8).

Les enregistrements de fouille de la base ArSol sont appariées avec le CRM de base et les extensions CRMSci<sup>20</sup> et CRMArcheo<sup>21</sup> et les chaînes d'inférence sont appariées avec le CRMinf (Fig. 9). Ainsi les données de terrain, rendues interopérables sont mises à dispositions à la fois pour elles-mêmes mais aussi en tant que preuves étayant un raisonnement scientifique.

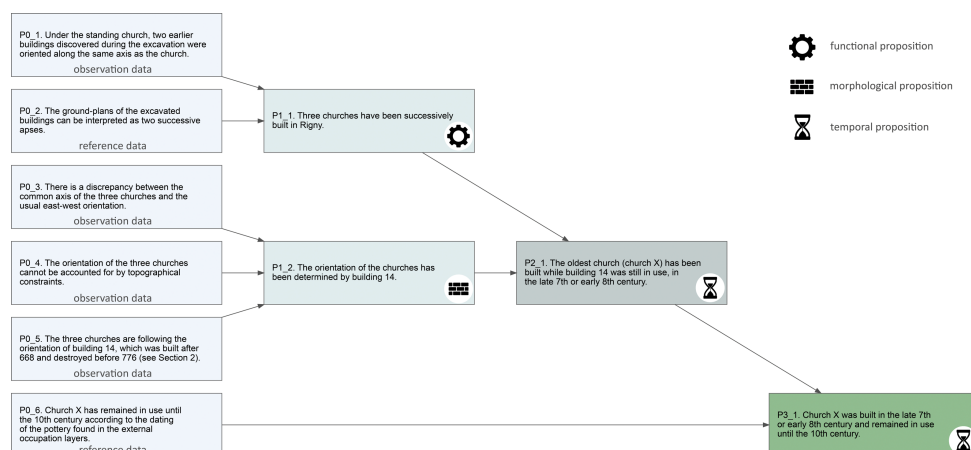


FIGURE 8: Exemple de typage des propositions.

18. Le CIDOC CRM (Modèle Conceptuel de Référence du Comité International pour la Documentation) est l'ontologie de référence pour modéliser le patrimoine culturel : <https://cidoc-crm.org/> (norme ISO 21127 :2014).

19. Le CRMinf est une extension du CIDOC CRM dédié aux inférences et fondé sur la modélisation logiciste : <https://cidoc-crm.org/crminf/>.

20. Extension du CIDOC CRM pour les observations scientifiques : <https://cidoc-crm.org/crmsci/>.

21. Extension du CDICO CRM dédié à l'archéologie de terrain : <https://cidoc-crm.org/crmarcheo/>.

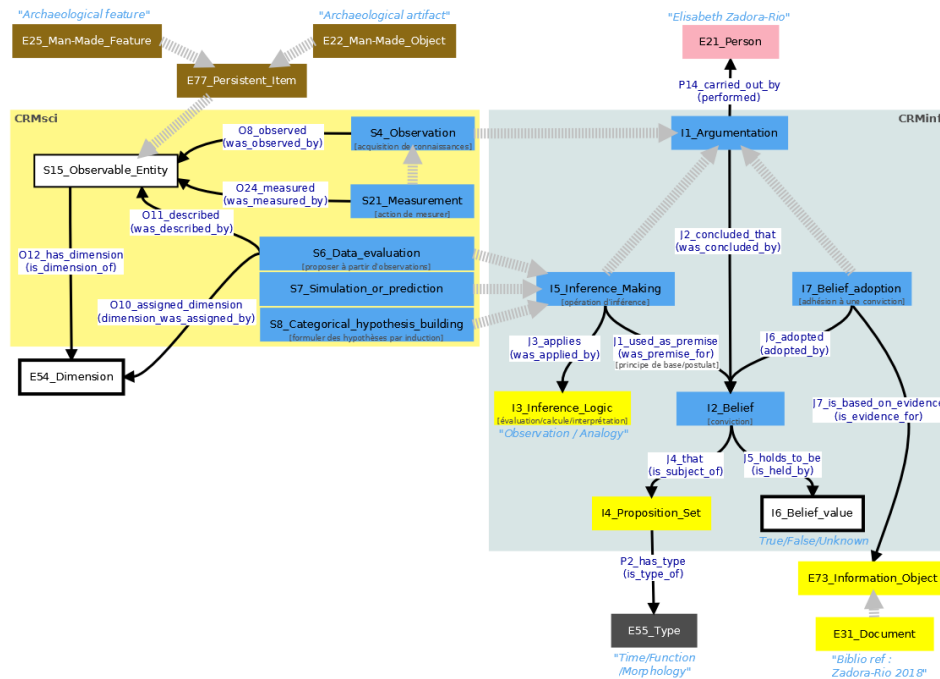


FIGURE 9: Modèle ontologique explicitant la structuration du CRMInf.

Les propositions initiales  $P_0$  peuvent s'apparier avec les éléments du CRMInf selon qu'elles s'appuient sur des données d'observation et de comparaison ou qu'elles renvoient à des données de références.

L'arborescence des raisonnements et les textes des propositions logicistes sont formalisés dans des fichiers XML-TEI structurés de manière à ce que les balises soient associées explicitement aux entités et propriétés du CIDOC (Fig. 10). Générer un graphe RDF à partir de ces fichiers peut donc se faire aisément avec XSLT.

Ces modèles et appariements sont expérimentaux et nécessitent d'être mis en œuvre avec d'autres sources de données identiques (c'est-à-dire des publications logicistes) pour être éprouvés. Les caractères innovants de la publication de Rigny nécessitent d'être explorés et critiqués avant de pouvoir être déployés pour d'autres fouilles.

Pour le développement de la publication Web de Rigny, le Pôle du Document Numérique de la MRSH de Caen a mis en place un outil permettant de générer automatiquement le graphe des raisonnements en format SVG à partir du fichier source en XML-TEI (Fig. 10). Pour aider les archéologues à exploiter le logicisme pour leurs publications, le consortium MASA a décidé de faire de la rétro-ingénierie et d'exploiter le processus inverse en développant l'application LogicistWriter<sup>22</sup>. Le principe de cette application est de permettre à l'auteur de commencer la rédaction d'une publication logiciste en abordant la construction de l'arborescence de ses raisonnements de manière graphique. Ainsi, l'auteur relie les propositions les unes aux autres depuis les propositions initiales (les preuves) jusqu'aux propositions finales (la synthèse), de

22. <https://masa.hypotheses.org/logicistwriter>.

```

<div type="chapitre" xml:id="main_div">
  <div type="section1" xml:id="sec1_1">
    <div type="i4_proposition_set" xml:id="section1P0_1" subtype="evidence:observation">
      <head>proposition title</head>
      <figure>illustration</figure>
      <p>comment
        <ref><!-- link to arsol data --></ref>
      </p>
      <div type="i5_inference_making" subtype="inference:function/time/morphology">
        <ptr subtype="j1_used_as_premise">premise</ptr>
      </div>
    </div>
  </div>
</div>

```

**FIGURE 10:** Encodage du fichier TEI en utilisant les entités et propositions du CRMinf.

manière visuelle, sous la forme de graphe. De ce graphe, est généré automatiquement un fichier TEI-XML comportant toute la structure logiciste des raisonnements. Un éditeur XML permet alors de compléter les propositions par du texte, des illustrations, de la bibliographie ou des renvois.

## 5. Conclusion

Ces publications électroniques ont suivi les développements informatiques en vigueur à un moment donné. Le temps d'appropriation de ces technologies, nécessaire à leur mise en œuvre, n'est jamais négligeable, qu'il s'agisse d'une publication sur CR-Rom ou en ligne, les exigences de l'édition scientifique nécessitant une structuration très différente d'un simple site Web.

À chaque étape, les possibilités offertes par les formats informatiques disponibles ont été exploitées au mieux, afin de proposer des modèles éditoriaux innovants, d'abord en donnant accès à des données complémentaires et structurées sur des annexes numériques (corpus, vidéo), puis en proposant, dans des formats mixtes ou intégralement numériques, une articulation entre texte, argumentaires et preuves. La publication de la fouille du site du château de Tours propose une entrée originale par les données stratigraphiques articulées avec un texte de synthèses et les corpus de preuves mobilisés. Celle des fouilles de l'hôtellerie de Marmoutier offre une interaction dynamique entre tous les éléments de la publication à partir de la lecture linéaire du texte. Enfin, la monographie de fouille du centre paroissial de Rigny met en œuvre l'architecture logiciste élaborée par Jean-Claude Gardin, offrant ainsi des modalités de lecture des résultats et de la démonstration scientifique totalement innovantes.

Chacune de ces expériences constitue une étape qui contribue à renforcer la robustesse éditoriale des productions scientifiques archéologiques, en livrant *in fine* à la fois la synthèse interprétative mais aussi l'intégralité des inférences qui y conduisent, en relation avec les corpus de preuves.

## Références

- [1] J.-C. Gardin, *Une archéologie théorique*, Hachette, Paris, 1979.
- [2] H. Galinié, P. Husi, J. Motteau (Eds.), *Des Thermes de l'Est de Caesarodunum au Château de Tours. Le site 3*, volume 50 of *Supplément à la RACF*, FERACF, Tours, 2014. Numéro spécial de la collection "Recherches sur Tours", + 1 CD-Rom.
- [3] H. Galinié (Ed.), *Tours antique et médiéval. Lieux de vie, temps de la ville. 40 ans d'archéologie urbaine*, volume 30 of *Supplément à la RACF*, FERACF, Tours, 2007. Numéro spécial de la collection "Recherches sur Tours", + 1 CD-Rom.
- [4] P. Husi (Ed.), *La céramique médiévale et moderne du Centre-Ouest de la France (11e-17e s.)*, volume 20 of *Supplément à la Revue Archéologique du Centre de la France*, FERAC, Tours, 2003. + 1 CD-Rom.
- [5] P. Husi (Ed.), *La céramique du haut Moyen Âge dans le Centre-Ouest de la France : de la chrono-typologie aux aires culturelles*, volume 49 of *Supplément à la Revue Archéologie du Centre de la France*, FERACF, Tours, 2013. + 1 CD-Rom.
- [6] E. Marot (Ed.), *Le monastère de Marmoutier : de l'hôtellerie à la maison du Grand Prieur (10e-19e siècle)*, volume 77 of *Supplément à la Revue archéologique du Centre de la France*, FERACF, Tours, 2021. URL : <http://marmoutier.univ-tours.fr/hotellerie.php>.
- [7] H. Galinié, P. Husi, X. Rodier, C. Theureau, Élisabeth Zadora-Rio, *Arsol, la chaîne de traitement des données de fouilles du laboratoire archéologie et territoires*, Les petits cahiers d'Anatole 17 (2005). URL : [http://citeres.univ-tours.fr/doc/lat/pecada/F2\\_17.pdf](http://citeres.univ-tours.fr/doc/lat/pecada/F2_17.pdf).
- [8] O. Marlet, E. Zadora-Rio, P.-Y. Buard, B. Markhoff, X. Rodier, *The archaeological excavation report of rigny : An example of an interoperable logicist publication*, *Heritage* 2 (2019) 761–773. URL : <https://www.mdpi.com/2571-9408/2/1/49>. doi :10.3390/heritage2010049.
- [9] J.-C. Gardin, O. Guillaume, P. Q. Herman, A. Hesnard, M.-S. Lagrange, *Systèmes experts et sciences humaines : le cas de l'archéologie*, Eyrolles, Paris, 1987.
- [10] J.-C. Gardin, *La Surproduction des publications en sciences humaines : ses rapports avec la question du mélange des genre*, *Maison des sciences de l'homme*, Paris, 1999. Document de travail publié dans le cadre du séminaire *Le Modèle et le Récit*, séance du 3 février 1999.
- [11] V. Roux, P. Blasc, *Faciliter la consultation de textes scientifiques : nouvelles pratiques éditoriales*, Hermès et CNRS-Éditions, Paris, 2004.
- [12] E. Zadora-Rio, H. Galinié (Eds.), *L'église de Rigny et ses abords. De la colonia de Saint-Martin de Tours au transfert du centre paroissial (600-1865)*, Presses universitaire de Caen, Caen, 2020. URL : <https://www.unicaen.fr/puc/rigny//accueil>.
- [13] J.-C. Gardin, *The role of local knowledge in archaeological interpretation*, in : S. Shennan (Ed.), *Archaeological Approaches to Cultural Identity*, Unwin Hyman, Londres, 1989, pp. 110–122.