



HAL
open science

Archéologie urbaine et archéologie numérique

Christophe Tuffery, Stéphane Augry

► **To cite this version:**

Christophe Tuffery, Stéphane Augry. Archéologie urbaine et archéologie numérique. Les Nouvelles de l'archéologie, 2021, L'archéologie urbaine en mouvement, 164, pp.64-70. 10.4000/nda.12439 . hal-03647018

HAL Id: hal-03647018

<https://inrap.hal.science/hal-03647018v1>

Submitted on 21 Feb 2023

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

Archéologie urbaine et archéologie numérique

Contribution à un retour sur quatre décennies d'expériences

Christophe Tufféry et Stéphane Augry



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/nda/12439>

DOI : [10.4000/nda.12439](https://doi.org/10.4000/nda.12439)

ISSN : 2425-1941

Éditeur

Editions de la maison des sciences de l'homme

Édition imprimée

Date de publication : 1 décembre 2021

Pagination : 64-70

ISBN : 9782735127726

ISSN : 0242-7702

Ce document vous est offert par Nantes Université



Référence électronique

Christophe Tufféry et Stéphane Augry, « Archéologie urbaine et archéologie numérique », *Les nouvelles de l'archéologie* [En ligne], 164 | 2021, mis en ligne le , consulté le 21 février 2023. URL : <http://journals.openedition.org/nda/12439> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/nda.12439>



Creative Commons - Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale 4.0 International - CC BY-NC 4.0
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Archéologie urbaine et archéologie numérique

Contribution à un retour sur quatre décennies d'expériences

Christophe Tufféry

INRAP, DIRECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
UMR 7324 - CITERES « TERRITOIRES, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉS »
christophe.tuffery@inrap.fr

Stéphane Augry

INRAP, CENTRE DE RECHERCHES ARCHÉOLOGIQUES DE CARQUEFOU
UMR 6566 - CREAHAH « CENTRE DE RECHERCHE EN ARCHÉOLOGIE,
ARCHÉOSCIENCES, HISTOIRE »
stephane.augry@inrap.fr

Cet article propose une lecture de l'évolution de l'archéologie française sous l'effet du déploiement de dispositifs numériques en contexte préventif. Il s'appuie sur nos expériences respectives et nos observations de nombreuses opérations archéologiques en milieu urbain en France métropolitaine, mises en perspective sous l'angle de l'informatisation¹ de l'archéologie entre 1980 et 2020. La lecture de plusieurs rapports d'opération et bilans des Commissions territoriales de la recherche archéologique (CTRA)² a aussi alimenté notre réflexion. Dans ce numéro consacré au fait urbain, il nous a paru intéressant d'analyser l'évolution des pratiques des archéologues intervenant dans ce type de contextes à travers les outils et méthodes qu'ils mettent en œuvre au sein des organisations du travail dans lesquelles ils s'inscrivent. L'introduction de la micro-informatique, au début des années 1980, puis l'extension progressive de la numérisation ont considérablement reconfiguré les métiers des archéologues, leurs pratiques, leurs discours et leurs capacités à produire des volumes considérables de données et à les traiter dans les cadres contraints qui s'imposent à eux.

Précisions terminologiques et méthodologiques

Sous le vocable d'archéologie numérique ou d'archéomatique, contraction d'archéologie et d'informatique, sont regroupés aussi bien des outils, des méthodes, des productions, des compétences, des discours et des pratiques. Force est de constater que l'écrasante majorité des publications semble réduire cet ensemble hétérogène à sa dimension purement technique. Rares sont les réflexions de nature épistémologique ou sur ses impacts organisationnels (Costa 2009; Tallon & Bellan, 2000; Zorzin 2015 et 2016; Vandeveld-Rougale & Zorzin 2019).

1. Le terme d'informatisation précède celui de numérisation, arrivé plus tardivement.
2. <http://www.culture.gouv.fr/Sites-thematiques/Archeologie/Le-Conseil-national-de-la-recherche-archeologique>.

Notre contribution s'inscrit dans le prolongement de plusieurs publications qui retracent l'histoire récente de l'archéologie préventive (Chapelot 2001 et 2010; Demoule 2007; Demoule & Stiegler 2008; Demoule & Landes 2009; Schnapp 2012). Une telle contribution peut sembler risquée, tant les discours sur le subactuel sont souvent exposés à des critiques, en raison du manque de recul dont ils seraient coupables. À cette apparente impasse méthodologique, plusieurs historiens contemporanéistes ont répondu qu'il n'y a pas d'impossibilité fondamentale à écrire l'histoire du très récent (Ory 1983 et 1989). Malgré des limites et des biais méthodologiques, cette modalité du récit historique sur le très récent présente aussi des avantages. Comme le montre l'histoire émotionnelle des savoirs (Waquet 2015 et 2019), mobiliser des souvenirs, de la documentation personnelle et des archives de fouille peut contribuer à une lecture complémentaire des sources traditionnellement utilisées que sont les publications scientifiques.

Rappel sur la place du fait urbain dans l'histoire de l'archéologie préventive en France

Selon leur localisation, la part prise par les opérations d'archéologie de sauvetage dans l'ensemble de l'activité archéologique entre les années 1970 et 1990 n'a pas été homogène. Les grands travaux d'aménagement du territoire n'ont pas concerné toutes les régions avec la même intensité. En métropole, la plupart des centres urbains ont vu s'ouvrir des chantiers d'envergure, par exemple à Tours, Lyon, Marseille, Metz ou Bordeaux. Ces opérations ont fait évoluer la notion d'« archéologie urbaine » à celle d'« archéologie du fait urbain », puis à celle d'« archéologie de l'espace urbain (médiéval) », qui s'est imposée au milieu des années 1990 (Burnouf & Desachy 2012). Les informations contenues dans les bilans scientifiques édités par les services régionaux de l'archéologie (Masquillier 2008) ou les Annuaires des opérations de terrain en milieu urbain édités par le Centre national d'archéologie urbaine

(CNAU)³ ont alimenté la base de données documentaires Terres Urbaines⁴, enrichie par le dépouillement et l'indexation des questionnaires renseignés par les responsables d'opération. Ces données ont servi à la publication des Documents d'évaluation du patrimoine archéologique des villes de France (DEPAVF) ainsi qu'à la publication d'un rapport de synthèse (CNAU 2007).

Parmi les principaux chantiers d'archéologie préventive en contexte urbain, certains, comme les fouilles du Grand Louvre, conduites entre 1984 et 1986, font aujourd'hui figure de référence (Schnapp 1985; Besson & Chaouderieux 2019). Ils ont formé plusieurs générations d'archéologues, ont renouvelé le cadre méthodologique de la discipline, ont impulsé de nouvelles problématiques et ouvert de nouveaux champs à la recherche (archéologie du bâti, géomorphologie, etc.). Ils ont permis d'atteindre une « masse critique » d'emplois permanents et ont formé des équipes aguerries, ce qui a conduit à la professionnalisation des métiers de l'archéologie et assuré le financement des opérations (Demoule 2012). En donnant une visibilité accrue au travail des archéologues, leur médiatisation a assis la légitimité de l'archéologie préventive, qui s'affrontait dans le même temps aux intérêts économiques et aux pressions politiques, comme ce fut le cas pour l'opération de la Bourse à Marseille (Bouiron 1994; Treziny 1996) ou celle de la colline Sainte-Croix à Metz (Trapp 2012).

Les débuts de l'informatique dans l'archéologie française

Plusieurs publications (Chaillou 2003, Desachy 2008) se sont déjà penchées sur l'histoire de l'informatique en archéologie en France, en insistant sur le rôle pionnier joué par Jean-Claude Gardin (1925-2013). Lors des deux colloques consacrés aux usages des calculateurs et des banques de données en archéologie qu'il coorganisa au cours des années 1970, il souligna les problèmes à la fois sémiologiques, mathématiques, théoriques, techniques et institutionnels que posait, selon lui, la mise en œuvre de ces nouveaux moyens techniques (Gardin 1974). François Giligny et Bruno Desachy ont précisé combien la décennie 1980-1990 fut celle de l'équipement en micro-ordinateurs personnels (Giligny & Desachy 2019). L'objectif premier des archéologues qui s'en dotaient et s'y formaient était de répondre aux besoins de gestion d'une documentation de fouille considérable produite sur les grands chantiers : « assurer de façon effective la conservation et la disponibilité du matériel et de la documentation [qui] implique d'une part l'organisation et la gestion de réserves (de musées ou de dépôts de fouilles), classées et facilement accessibles, d'autre part la création d'archives archéologiques rigoureusement protégées tout en demeurant aisément consultables [...]. Il apparaît avec une vraisemblance croissante que seul le recours aux diverses formes de la saisie et de la



Fig. 1. Copie d'écran du menu principal de la pile de base du système documentaire Syslat. © Michel Py, 1988-1991.

gestion informatique et micro-informatique est susceptible de répondre à de telles obligations » (Delporte 1984 : 138). Les archéologues qui adoptèrent les premiers ces nouveaux outils les appliquèrent surtout aux traitements des textes et des données dans des tableurs. Plus rarement, ils développèrent des programmes dédiés à la gestion de données de terrain⁵. En 1986, Michel Py commença à coordonner la mise au point du programme Syslat⁶ (fig. 1) pour la fouille programmée du site de Lattara (Bats *et al.* 1986; Py *et al.* 1991). Ce programme, qui a utilisé successivement plusieurs progiciels et environnements de programmation (Microbase, File, FileMaker, Hypercard, Revolution, LiveCode, MySQL), s'appuie sur la méthode de fouille stratigraphique et la matrice d'Edward Harris (Harris 1989). À ce jour, il est probablement l'un des plus anciens outils dédiés à l'enregistrement et à la gestion des données archéologiques de terrain et il est toujours en usage.

Au cours des années suivantes, d'autres projets d'informatisation furent entrepris à l'AFAN, dans les services des collectivités territoriales ou sur des chantiers-écoles. Les premières difficultés d'adoption de tels équipements semblent avoir été identifiées sur le site du Mont-Beuvray avec le système Centrar, mis au point par Olivier Buchsenschutz (Buchsenschutz *et al.* 1986) : « La résistance des équipes en 1984 à l'utilisation de tels outils tenait à la non familiarité de celles-ci à l'informatique, et au fait qu'elles tenaient à garder leur propre système d'enregistrement » (Dabas et Riahi 2018 : 77).

Une évolution mal maîtrisée

Après une première décennie « d'initialisation » de l'archéologie urbaine liée aux débuts de l'informatisation, le mouvement a pris de l'ampleur. Si les premiers usages concernaient surtout la saisie informatique des fiches

3. <https://www.culture.gouv.fr/Sites-thematiques/Archeologie/Archeologie-de-la-ville/Documentation-scientifique-technique/L-Annuaire-des-operations-de-terrain-en-milieu-urbain>.

4. <https://www.culture.gouv.fr/Sites-thematiques/Archeologie/Archeologie-de-la-ville/TerresUrbaines-cartographie>.

5. Ce fut le cas pour l'un d'entre nous en 1985, sur un chantier de fouille programmée des Rivaux à Espaly-Saint-Marcel en Haute-Loire. Baptisé RIVALO et développé en Pascal sur Apple II, ce programme fut conçu et développé pour l'enregistrement des données de terrain provenant de fiches normalisées.

6. <https://syslat.hypotheses.org/>.

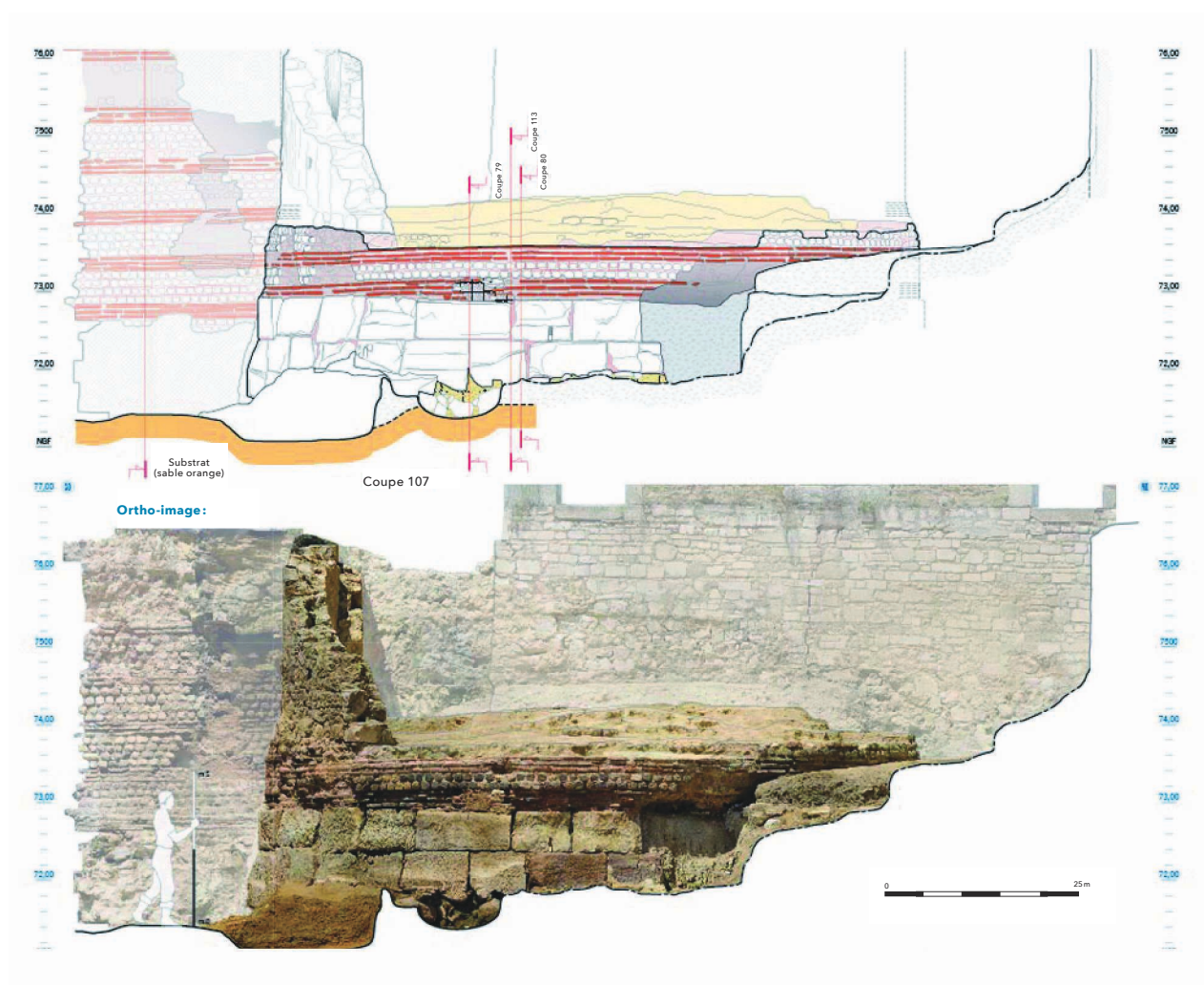


Fig. 2. Tour romaine de l'enceinte du Mans. Exemple d'acquisition des données de terrain, relevé photogrammétrique et CAO/DAO en 2018.
© Stéphane Augry, INRAP.

de terrain, comme par exemple à Marseille, les années 1990 ont vu apparaître des applications d'enregistrement de données archéologiques s'appuyant sur des systèmes de gestion de bases de données (SGBD)⁷. On peut citer le système ArSol⁸, développé à Tours par le laboratoire Archéologie et Territoires autour du progiciel 4^e Dimension ou 4D (Galinié et *al.*, 2005) ou, au Mont-Beuvray, le système Arkéoplan, qui a pris la suite du système Centrar (Buchenschutz & Gruel 1994).

Parallèlement à l'enregistrement informatique des données de terrain, des retours d'expérience ont été formalisés et des interrogations ont émergé sur la place à faire à de tels équipements, les besoins en formation et en accompagnement qu'ils supposaient, la reconfiguration des tâches de travail qu'ils impliquaient. Divers rapports publiés par le

ministère de la Culture⁹ l'attestent ainsi qu'une enquête conduite par l'AFAN en 1994.

Au même moment, de nouveaux matériels et des logiciels de topographie numérique ont suscité la création de postes spécifiques entièrement dédiés à ces tâches, à l'AFAN notamment. Les données relevées à l'aide de théodolites et de carnets électroniques de terrain, remplacés depuis les années 2000 par des tachéomètres manuels ou robotisés, ont pu être transférées sur ordinateur et traitées avec des logiciels dédiés à ces types de données comme CalTop, AutoCAD et Covadis¹⁰. Les dessinateurs devenus infographes se sont formés aux logiciels de dessin assisté par ordinateur (DAO), comme Adobe Illustrator, puis ont élargi leurs compétences à la publication assistée par ordinateur (PAO) autour d'InDesign (fig. 2).

7. Cette application permet l'exploitation des données des fouilles réalisées par ses membres et de celles d'autres fouilles conduites par l'INRAP ou des services de collectivités territoriales (<http://citeres.univ-tours.fr/spip.php?article505>).

8. <http://citeres.univ-tours.fr/spip.php?article505>.

9. On peut en trouver une liste non-exhaustive ici: <http://www.culture.gouv.fr/Sites-thematiques/Archeologie/Archeologie-de-la-ville/Documentation-scientifique-technique>.

10. Topographie.net, fiche logiciel; AutoCAD, Wikipédia (wikipedia.org); COVADIS : logiciel de topographie, terrassement, infrastructure-VRD (geo-media.com).

Depuis la fin des années 1990 et le début des années 2000, les logiciels de système d'information géographique (SIG) ont été intégrés dans la panoplie des archéologues, comme c'est le cas par exemple d'ArSol – l'ambition étant d'inscrire les divers logiciels dans une chaîne intégrée pour aboutir à des véritables systèmes d'information archéologique (Rodier 2016)¹¹.

Pour les applications de saisie des données descriptives, le choix entre de simples tableurs et des logiciels de systèmes de gestion de bases de données (SGBD) est souvent le fait du responsable d'opération. Sur le terrain, l'usage d'applications dédiées comme Syslat¹² ou Arkeoplan est favorisé grâce à l'apparition de nouvelles interfaces graphiques (Buchenschutz *et al.* 1986, Buchenschutz & Gruel 1994). Les ordinateurs et les applications dédiées permettent un enregistrement et une sauvegarde de l'information archéologique ainsi qu'un suivi de l'avancement de la fouille sur le terrain. Ils permettent également un contrôle de son enregistrement en évitant le travail fastidieux de saisie numérique pour la production d'inventaires. Pour autant, les diagrammes restent souvent relégués en annexes des rapports d'opération quand ils n'en sont pas purement absents. La relative rareté des fouilles urbaines en archéologie programmée, jusque dans les années 2000, et les délais souvent très contraints des opérations d'archéologie préventive, de plus en plus nombreuses après la loi de 2001, favorisent trop rarement la réflexion et la mise en œuvre de solutions applicatives adaptées à ce type de contexte. À l'AFAN puis à l'INRAP, des dizaines d'applications sont ainsi développées. La plupart n'étant que très peu réutilisables d'une opération à l'autre, des besoins d'harmonisation se font jour (Koehler & Tufféry 2012). Le Stratifiant, application d'aide au raisonnement stratigraphique, même s'il n'est pas largement adopté, constitue toutefois un tournant théorique et pratique majeur (Desachy 2008). Conçue à partir de l'expérience de son auteur sur plusieurs sites archéologiques en contexte stratifié dense (Mayotte puis Noyon), cette application permet le traitement de données provenant de l'application d'enregistrement Stratibase¹³ sur FileMakerPro et d'autres systèmes. Un début d'interopérabilité se dessine alors pour permettre les échanges de données entre applications complémentaires.

Des synthèses archéologiques urbaines ont pu exploiter les données spatiales en leur donnant une autre dimension géographique, notamment par l'usage de modèles issus de la chorématique (Tours, Reims, Noyon, etc.). En parallèle, la photographie numérique a progressivement émergé au cours des années 2000 et s'est généralisée depuis une dizaine d'années pour des usages diversifiés. Depuis le début des années 2010, la photogrammétrie, qui existait depuis une quarantaine d'années, a pris une grande ampleur, que ce soit pour produire des orthophotographies ou des modèles 3D (Raymond *et al.* 2010). Le

succès de cette méthode s'explique par la disponibilité de logiciels à faible coût ou gratuits et par la possibilité de produire des images numériques en altitude, en élévation ou au sol, avec différents équipements relativement accessibles: perches manuelles, ballons, ailes volantes, drones. Ce développement soutenu de la photogrammétrie soulève parfois des questions méthodologiques (Eusèbe 2019).

En revanche, la lasergrammétrie, qui concerne essentiellement l'archéologie du bâti, reste encore peu exploitée ou plutôt mal exploitée. Des applications de visualisation et de consultation de données spatiales et descriptives se sont aussi multipliées (Archéozoom et Atlas multimedia de l'INRAP¹⁴, Atlas archéologique de la ville de Paris¹⁵, C'herlocQ de la ville de Chartres¹⁶). Elles regroupent des données sur de nombreuses opérations archéologiques et participent de la diffusion et de la valorisation des données archéologiques sous forme parfois très ponctuelle et/ou synthétique. Des projets de recherche sur de multiples archives sur l'évolution des villes, comme le projet Alpage, ont intégré aussi des données archéologiques¹⁷. Enfin, l'accès à la littérature grise, notamment grâce à la plateforme Dolia de l'INRAP mais également aux publications en ligne, constitue un changement majeur pour l'archéologue.

Dans ce contexte de production foisonnante, qu'en est-il des changements observables dans les pratiques des archéologues, que ce soit lors de la production des données sur le terrain ou dans les publications ?

Observations et réflexions

De notre lecture de nombreux rapports d'opération de l'AFAN, de l'INRAP et des bilans dressés par les commissions interrégionales de l'archéologie (CIRA), devenues en 2016 commissions territoriales de la recherche archéologique (CTRA), ressortent plusieurs constats que nous mettons en discussion.

L'introduction des dispositifs de saisie nativement numérique sur le terrain s'est traduite par une reconfiguration des métiers de l'archéologie professionnelle, en particulier dans le contexte de l'archéologie préventive. Les archéologues ont dû souvent se former eux-mêmes à l'usage de nouveaux outils numériques pour les adopter et adapter leurs méthodes de travail (Djindjian 2016). Des actions de formation ont été progressivement mises en place et ont parfois permis de corriger ou de compléter les autoformations qui les avaient précédées. À ce titre, l'usage exponentiel de la photogrammétrie est assez emblématique des modalités d'adoption d'une technique numérique dans la communauté archéologique. Dans presque tous les domaines d'utilisation, le pragmatisme a été et reste encore souvent la règle. De façon liée, les changements

11. Le lien entre ArSol et le logiciel de Sig ArcGIS a été mis en œuvre à la fin des années 1990 dans le cadre d'une chaîne de traitement de l'information graphique.

12. Syslat SIA (système d'information archéologique): <http://www.syslat.fr/index.php/syslat/>.

13. Stratibase - ArchéoFab - Archéologies du Bassin Parisien: <https://abp.hypotheses.org/4080>.

14. <http://www.inrap.fr/archeozoom>; <https://multimedia.inrap.fr/atlas/>.

15. <http://geoapps.huma-num.fr/adws/app/a031b266-40f4-11e9-8252-9bef4db631c3/>.

16. <http://archeologie.chartres.fr/decouvertes/cherloq-la-carte-archeologique-interactive/>. L'application C'herloQ a été réalisée par la direction de l'archéologie de Chartres métropole et le consortium Huma-Num Paris Time Machine.

17. Analyse diachronique de l'espace urbain parisien: approche géomatique: <http://alpage.huma-num.fr/>.



Fig. 3. Utilisation d'une tablette durcie sur le chantier de fouilles des jardins de la cathédrale du Mans (2017-2018).
© Emmanuelle Collado, INRAP, 2018.

d'outils techniques, de méthodes de travail et de nouvelles compétences mises en œuvre ont parfois conduit à une spécialisation des tâches. Des difficultés sont apparues, au sein des équipes de terrain d'abord puis des collectifs de travail de façon générale, pour maintenir des communautés de pratiques. Ainsi, il a été constaté que des archéologues maîtrisant des outils exigeant des compétences numériques ne les délèguent pas ou les délèguent peu, sauf dans le cadre d'actions de formation. Or, la scission des équipes selon ce type de compétences comporte des risques (Tufféry 2019a). Il est couramment affirmé que les dispositifs numériques sont adoptés avec plus d'aisance par les jeunes générations d'archéologues, les plus anciens y étant moins disposés. Ce découpage, un peu simpliste, ne se vérifie pas sur le terrain. Ainsi, les équipes de fouille sur les chantiers urbains de Nantes ou du Mans ont montré une grande diversité de réactions face aux nouveaux dispositifs comme les tablettes ou différents dispositifs d'acquisition numérique 3D des données de terrain (Augry 2019).

Par ailleurs, la question de la pérennité des données numériques est également sous-estimée. Lors de la reprise de documentation ancienne, on peut constater la disparition de logiciels pourtant communément utilisés par le passé ou l'impossibilité de lire les formats de logiciels propriétaires. Les exemples de réutilisation de données anciennes de fouille avec de nouveaux outils restent également très

rare alors que le potentiel existe très certainement pour de nombreux cas.

Les bilans annuels des CTRA fournissent un reflet atténué de certaines dérives ou difficultés parmi celles mentionnées précédemment. Les nouvelles pratiques numériques se sont imposées sans qu'une réelle réflexion par rapport au cadre général n'ait été posée, alors que ces outils bouleversent profondément les pratiques de terrain. Les équipes subissent des injonctions de modernité dont les divers services de communication s'emparent avec parfois beaucoup de maladresse. La présentation des méthodes de fouille, et donc d'enregistrement, dans les rapports s'impose du point de vue réglementaire. Au-delà des aspects formels, ces choix ne sont pas anodins puisqu'ils devraient être la réponse aux problématiques propres à chaque opération. En raison des délais d'intervention contraints, c'est souvent une approche la plus pratique possible et un peu « mécaniste » qui s'impose au responsable d'opération, une démarche illustrée par les choix faits en matériels et applications numériques.

Les fouilles en contexte urbain produisent de grands volumes de données. Dans le même temps, et comme l'attestent plusieurs opérations récentes, l'usage d'outils numériques sur le terrain modifie en profondeur les pratiques et les méthodes des archéologues.

La fouille de la nécropole des berges de la Robine à Narbonne, conduite en 2019-2020 sous la responsabilité de Valérie Bel, a mobilisé d'importants moyens humains, financiers et techniques. Cette opération a bénéficié notamment de moyens numériques conséquents : une quarantaine de tablettes Samsung 7 pouces sous Android, équipées de l'application iSyslight¹⁸ et connectées à des serveurs de la Très grande infrastructure de recherche (TGIR) HumaNum¹⁹, accessibles en temps réel pour la sauvegarde et le partage des données entre trois sites, des actions soutenues de formation et d'accompagnement des utilisateurs, un module spécifique développé pour l'opération (SyslatFUN) permettant l'enregistrement des données funéraires. De façon incontestable, l'application d'enregistrement de terrain a grandement facilité le travail des archéologues ainsi que la gestion des phases de terrain et de post-fouille. Elle a modifié les processus de saisie, correction, validation, échange, réutilisation et sauvegarde des données depuis le terrain jusqu'au laboratoire. Pour autant, les gains en rapidité et en qualité dans la saisie des données nativement numériques n'ont été possibles qu'après une première phase chronophage d'apprentissage et d'appropriation des outils numériques sur le terrain²⁰. Sur les opérations de fouille aux abords de la cathédrale du Mans, sous la responsabilité de Stéphane Augry, les relevés manuels des structures sur calques sont toujours présents mais les fiches d'enregistrement sont entièrement dématérialisées (fig. 3).

Il ressort des rapports consultés et de nos expériences que les gains qualitatifs dans les usages des données numé-

18. iSyslight2 - Syslat SIA.

19. L'infrastructure des humanités numériques Huma-Num (www.humanum.fr) est une très grande infrastructure de recherche (TGIR) visant à faciliter le tournant numérique en sciences humaines et sociales.

20. Retour d'expérience communiqué par Valérie Bel, que nous remercions vivement.

riques produites ne sont vérifiés que si leurs conditions de production, de traitement, de stockage et d'archivage sont maîtrisées à toutes les étapes du cycle de vie des données archéologiques. De même, des investissements conséquents et réguliers dans des actions d'accompagnement et de formation des archéologues sont indispensables pour limiter les risques de fracture numérique ou de trop grande spécialisation des tâches autour des dispositifs techniques mis en œuvre.

Étonnement, les réflexions de nature épistémologique sur les effets de ces transformations sur les pratiques comme sur les catégories des nouveaux savoirs archéologiques restent rares. Ainsi, il peut paraître étonnant qu'il n'existe pas à ce jour d'axe transversal dans la programmation nationale du Conseil national de la recherche archéologique (CNRA 2018) sur la question des outils numériques. Des travaux en cours tentent de remédier à cette absence (Tufféry 2019b).

Il nous paraît donc judicieux que soient mises en place des initiatives recensant à plusieurs échelles les pratiques

numériques des archéologues et leurs évaluations. Dans ce cadre, les opérations concernant le fait urbain pourraient constituer une des catégories d'opération étudiées, pour en faire ressortir les spécificités et les similitudes avec des opérations dans d'autres contextes. La comparaison entre la situation française et celle des pays étrangers mériterait aussi d'être entreprise. Des programmes européens, comme l'infrastructure Ariadne et AriadnePlus²¹, renseignent sur des pratiques numériques très diverses, du terrain à la publication, dans des contextes réglementaires, culturels et scientifiques qui varient d'un pays à l'autre. À titre d'exemple, le bilan en demi-teinte fait par les chercheurs sur le site emblématique de Çatalhöyük en Turquie²² qui, depuis des années, a concentré d'importants investissements en matériels, logiciels, applications et compétences numériques, illustre la possibilité de retours d'expériences distancés (Taylor *et al.* 2018).

Bibliographie

AFAN (ASSOCIATION POUR LES FOUILLES ARCHÉOLOGIQUES NATIONALES) 1994.

« Réponses aux questionnaires transmis aux contractuels de l'AFAN. Essai de mise en place d'un système d'enregistrement informatisé à Nîmes ». *Rapport d'activités intermédiaires, Commission « Techniques de fouille et informatique, méthodes et formation »*. AFAN Méditerranée et SRA PACA (inédit).

AUGRY, S. 2019. « Un espace urbain singulier : les abords de la cathédrale du Mans, enjeux et méthodes ». In : S. Eusèbe, T. Nicolas, V. Gouranton & R. Gaugne (dir.). *Archéologie : imagerie numérique et 3D. Actes du 3^e séminaire scientifique et technique de l'INRAP, 26-27 juin 2018*. Rennes, INRAP.

BATS, M., BESSAC, J.-C., CHABAL, L., CHAZELLES, C.-A. DE, FICHEQ, J.-L.,

POUPET, P. & PY, M. 1986. Enregistrer la fouille archéologique : le système élaboré pour le site de Lattes (Hérault). Lattes, Éditions de l'Association pour la recherche archéologique en Languedoc Oriental.

BESSAON, C. & CHAQUI-DERIEUX, D. 2019. « Un regard illustré sur l'aventure de la fouille dite du Grand-Louvre », *Les nouvelles de l'archéologie*, 157-158 : 150-157.

BOUIRON, M. (DIR.), 1994. *Marseille, du Lacydon au faubourg Sainte-Catherine (V^e siècle avant J-C - XVIII^e siècle). Les fouilles de la place Général-de-Gaulle à Marseille*. Paris, Éditions de la Maison des sciences de

l'homme (coll. « Documents d'archéologie française », 87).

BURNOUF, J. & DESACHY, B. 2012. « Archéologie de l'espace urbain ». In : J. Burnouf, D. Arribet-Deroin, B. Desachy, F. Journot & A. Nissen-Jaubert, *Manuel d'archéologie médiévale et moderne*. Paris, Armand Colin.

BUCHSENSCHUTZ, O. CARTEREAU, M. & LAMBERT, G.-N. 1986. « CENTRAR : un système de gestion et de représentation graphique des données archéologiques », *Bulletin de la Société préhistorique française*, 83-10 (Applications informatiques en archéologie) : 325-327.

BUCHSENSCHUTZ, O. & GRUEL, K. 1994. « Le relevé de terrain en archéologie : le système Arkéoplan », *Histoire & Mesure*, 9, 3-4 : 231-237.

CHAILLLOU, A. 2003. *Nature, statut et traitements informatisés des données d'informations archéologiques*. Lyon, université Lumières Lyon 2 (Thèse de doctorat).

CHAPELOT, J. 2001. « Association pour les fouilles archéologiques nationales (AFAN) ». In : *Dictionnaire des politiques culturelles de la France depuis 1959*. Paris, Larousse et CNRS éditions : 55-56.

CHAPELOT, J. (DIR.), 2010. *Trente ans d'archéologie médiévale en France. Un bilan pour un avenir*. Caen, Centre de recherches archéologiques et historiques anciennes et médiévales.

CNAU 2007. « Les données du Centre national d'archéologie urbaine. Aperçus statistiques ». Tours, CNAU.

CNRA 2018. *Programmation nationale de la recherche archéologique*. Paris, ministère de la Culture et de la Communication, direction générale des patrimoines, sous-direction de l'archéologie.

COSTA, L. 2009. « Impacts des approches géomatiques dans les organisations de l'archéologie ». Nanterre, Université de Paris-Ouest Nanterre (Thèse de doctorat).

DABAS, M. & RIAHI, Y. 2018. « Penser l'espace du terrain à la toile : d'Arkéoplan à Chronocarto ». In : E. Hiriart, J. Genechesi, V. Cicolani, S. Martin, S. Nieto-Pelletier & F. Olmer. *Monnaies et archéologie en Europe celtique : mélanges en l'honneur de Katherine Gruel*. Glux-en-Glenne, Bibracte (Bibracte, 29) : 75-80.

DELPORTE, H. 1984. *Archéologie et réalité : essai d'approche épistémologique*. Paris, Picard.

DEMOULE, J.-P. 2007. *L'archéologie préventive dans le monde : apports de l'archéologie préventive à la connaissance du passé*. Paris, INRAP-La Découverte.

—. 2012. « Quarante ans après : une génération ». In : G. Gernez & J. Girard (éd.), *Aux marges de l'archéologie : recueil en hommage à Serge Cleuziou*. Nanterre, Maison de l'archéologie & de l'ethnologie. Paris, De Boccard : 19-33.

21. <http://ariadne-infrastructure.eu/>.

22. <http://www.catalhoyuk.com/research/database>.

- DEMOULE, J.-P. & LANDES, C. 2009.** *La fabrique de l'archéologie en France*. Paris, INRAP-La Découverte.
- DEMOULE, J.-P. & STIEGLER, B. 2008.** *L'avenir du passé: modernité de l'archéologie*. Paris, INRAP-La Découverte.
- DESACHY, B. 2008.** « De la formalisation du traitement des données stratigraphiques en archéologie de terrain ». Paris, Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne (Thèse de doctorat).
- DJENDIAN, F. 2016.** « Archéologie, de l'analogique au numérique: évolution technique ou révolution méthodologique? », *Les nouvelles de l'archéologie*, 146: 6-11.
- EUSÈBE, S. 2019.** « Imagerie numérique et représentation des données en archéologie », *In Situ*, 39.
- GALINIÉ, H., HUSI, P., RODIER, X. THEUREU, C. & ZADORA-RIO, É. 2005.** « ArSol, la chaîne de gestion des données de fouilles du Laboratoire "Archéologie et Territoires" », *Les petits cahiers d'Anatole*.
- GARDIN, J.-C. & BORILLO, M. 1974.** *Les banques de données archéologiques*. Paris, Éditions du CNRS (Colloques nationaux du CNRS).
- GILIGNY, F. & DESACHY, B. 2019.** « Informatique et archéologie en France: les années 1980 », *Les nouvelles de l'archéologie*, 157-158: 114-118.
- HARRIS, E.C. 1989.** *Principles of archaeological stratigraphy*. Londres (Royaume-Uni), San Diego (États-Unis): Academic Press.
- KOEHLER, A. & TUFFERY, C.** « Harmonisation des méthodes et outils pour l'information archéologique à l'INRAP: constats, enjeux et perspectives pour un établissement national ». *Archeologia e Calcolatori*, 23: 229-238.
- MASQUILIER, A. 2008.** « Les opérations récentes en Lorraine ». In: Y. Henigfeld & A. Masquillier (dir). *Archéologie des enceintes urbaines et de leurs abords en Lorraine et en Alsace (XII^e-XV^e siècle)*. Dijon, Université de Bourgogne, ARTEHIS Éditions (Archéologie, terre, histoire et société).
- PY, M., LOPEZ, J. B., BUXO, I., CAPDEVILA, R., AROHER, A., AUROUX, A., GARCIA, D., WERDEL, P. & FEUGÈRE, M. 1991.** *Système d'enregistrement, de gestion et d'exploitation de la documentation issue des fouilles de Lattes*. Lattes, Éditions de l'Association pour la recherche archéologique en Languedoc oriental (Lattara, 4).
- RAYMOND, P. & BELARBI, M. 2010.** « Modélisation des structures archéologiques à partir de données topographiques ». *Virtual Retrospect*: 195-201.
- RODIER, X. 2016.** *Espace-temps des sociétés du passé: archéologie et Préhistoire*. Besançon, Université de Franche-Comté (Habilitation à diriger des recherches).
- SCHLANGER, N. 2012.** « Entre la France et l'Angleterre, l'archéologie à l'aune de la crise », *Les nouvelles de l'archéologie*, 127: 16-20.
- SCHNAPP, A. 1985.** « Les fouilles archéologiques du Louvre, bilan et perspectives », *Les nouvelles de l'archéologie*, 21: 45-480.
- **2012.** « La crise de l'archéologie, de ses lointaines origines à aujourd'hui », *Les nouvelles de l'archéologie*, 128: 3-6.
- TALON, M. & BELLAN, G. 2009.** « Développement et professionnalisation de l'archéologie préventive en France: l'AFAN (1973-2001) ». In: J.-P. Demoule (éd.), *La fabrique de l'archéologie en France*. Paris, La Découverte: 251-265.
- TAYLO, J.-S., ISSAVI, J., BERGGREEN, Å., LUKAS, D., MAZZUCATO, C., TUNG, B. & DELL'UNTO, N., 2018.** « The Rise of the Machine: the impact of digital tablet recording in the field at Çatalhöyük », *Internet Archaeology*, 47.
- TRAPP, J. 2012.** « L'archéologie à Metz: institutions, pratiques et résultats: des travaux de Johann Baptist Keune à l'archéologie préventive (1896-2008) ». Metz, Université de Metz (Thèse de doctorat).
- TRÉZINY, H. 1996.** « Les fouilles de la Bourse à Marseille (1977-1994) », *Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, 140-1: 225-250.
- TUFFERY, C. 2019a.** « Les compétences numériques en archéologie: un défi majeur et des risques de déni », *Interrogations? Revue pluridisciplinaire de sciences humaines et sociales*, 28.
- **2019b.** « L'éthique du care en archéologie préventive: un retour d'expérience et quelques pistes de réflexion », *Canadian Journal of Bioethics/Revue canadienne de bioéthique*, 2-3: 128-137.
- VANDELDELDE-ROUGALE, A. & ZOERZIN, N. 2019.** « De la « professionnalisation » à la « vassalisation ». L'archéologue entre « éthique professionnelle » et « responsabilité sociale d'entreprise » », *Canadian Journal of Bioethics/Revue canadienne de bioéthique*, 2-3: 109-119.
- WAQUET, F. 2015.** *L'ordre matériel du savoir: comment les savants travaillent (XVI^e-XXI^e siècles)*. Paris, CNRS Éditions.
- **2019.** *Une histoire émotionnelle du savoir, XVII^e-XXI^e siècle*. Paris, CNRS Éditions.
- ZORZIN, N. 2015.** « New managerial strategies in British commercial archaeology ». In: P. Aparicio Resco (éd.), *Archaeology and Neoliberalism*. Madrid, JAS Arqueología: 297-325.
- **2016.** « Archaeology and capitalism - Successful relationship or economic and ethical alienation? ». In: C. Gnecco & D. Lippert (éds.), *Ethics and Archaeological Praxis*. New York (États-Unis), Springer: 115-139.