

Penser l'espace du terrain à la toile : d'Arkéoplan à Chronocarto.

Auteurs : Michel Dabas ¹, Yadh Riahi²

1 : CNRS- UMR8546 – Laboratoire AOROC ENS Paris

2 : Société Yebni Information et Communication, Tunis

1 Introduction

L'archéologue, tout comme le géographe, raisonne sur l'espace et le temps. Tous les objets que l'archéologue manipule font donc *a priori* référence à un cadre spatial. Pour manipuler cette information spatiale, des outils nouveaux ont été créés depuis plus de quarante ans, très souvent dans des secteurs éloignés de la discipline archéologique. L'appropriation de ces outils aux recherches archéologiques ne va pas de soi. Barrière technologique, complexité de mise en œuvre, difficulté de transfert de concepts entre champs disciplinaires complètement différents sont autant de points qui freinent leur assimilation en archéologie. Pour autant, ces outils offrent un renouvellement complet des méthodes de travail aussi bien sur le terrain qu'au bureau. Leur utilisation n'est bien évidemment pas une fin en soi : un archéologue n'est pas un géomaticien ou un topographe. Ces outils sont présents pour (mieux) résoudre les problématiques archéologiques : leur application, voire leur développement, doit être sous-tendu par un questionnement archéologique. Mais force est d'admettre que l'archéologue qui commence à les découvrir et à les utiliser risque d'y consacrer une grande partie de son temps, faisant oublier la finalité archéologique sous-jacente. En effet, ces derniers sont complexes d'utilisation pour deux raisons : d'une part leur foisonnement nécessite très souvent une connaissance approfondie des sciences annexes si l'archéologue n'a pas à sa disposition de personne ressource, et d'autre part la plupart du temps ils n'ont pas été créés spécifiquement pour des applications archéologiques et ils doivent être "détournés" pour être adaptés aux raisonnements archéologiques. Mais nous serions tentés de dire, dans une vision optimiste, que l'évolution des produits en géomatique ou en topographie, par exemple, va dans le sens de la simplification et donc d'une utilisation plus aisée pour le non initié. Si l'on prend par exemple les globes virtuels, leur usage est devenu à la fois standard et intuitif. Ils n'ont évidemment que peu de ressemblance avec des SIG, mais il devient possible d'y déclencher des opérations qui étaient l'apanage des SIG professionnels : croiser des informations, importer des cartes provenant d'autres serveurs, créer des nouvelles couches, les importer/ exporter, ajouter des photographies en les géo-référençant, partager des vues. De la même manière, sans rien connaître de la géodésie et des référentiels spatiaux, il est devenu possible d'effectuer un levé topographique professionnel avec un GPS de classe centimétrique et ce directement dans un SIG sur le terrain.

On se rend compte que pour au moins les deux premières phases de l'analyse spatiale, à savoir la collecte des données primaires et leur diffusion, la situation a beaucoup évolué depuis les années 2000. La troisième phase, qui correspond l'analyse et la modélisation spatiale, reste le domaine d'outils spécialisés qui évoluent moins vite puisque leur application par le grand public est moindre. Car les développements rapides actuels sont liés aux activités grand public (localisation de véhicules sur des cartes en temps réel, mise à disposition de nombreuses données dans le cadre du mouvement de l'open data, etc.). L'archéologue, comme nous l'avons signalé ci-dessus, n'a plus qu'à "détourner" ces produits grand public et se les accaparer. Par exemple, quel archéologue du paysage n'a pas rêvé de pouvoir comparer des dizaines de photographies aériennes et des cartes anciennes parfaitement superposées sur un écran et ce,

pour toute région du monde ? Sans parler des moteurs de recherche capables de rechercher et associer des informations qui sont de plus en plus numérisées.

Nous allons illustrer au travers de trois exemples développés sous l'impulsion de K. Gruel à AOROC l'évolution des outils de l'archéologie spatiale.

2 Penser l'espace sur le terrain : Arkéoplan

Le premier exemple concerne le système Arkéoplan, pour lequel, en 1992, Katherine Gruel et Olivier Buchsenschutz recevaient le prix Anvie. Commencé en 1989, ce projet était lié à une réflexion pour la mise au point d'outils spécifiques pour et par les archéologues dans la gestion de différentes données spatiales associées à une fouille archéologique. Les auteurs, Olivier Buchsenschutz et Katherine Gruel, partaient d'une analyse fine des phases de fouille, des relevés et des enregistrements en particulier de grands chantiers comme celui du Mont Beuvray (Buchsenschutz, Gruel 1994 p. 231). Cette analyse avait en fait déjà commencé avec des programmes tels que "Centrar" (Buchsenschutz *et al.* 1986 ; Buchsenschutz, 1987), introduit lui aussi au mont Beuvray en 1984, qui gérait l'enregistrement d'objets et la réalisation de cartes de répartition de ces derniers sur des fonds réalisés à la main. 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. L'analyse faite par Katherine Gruel a alors été d'identifier le point commun à tous les archéologues : le relevé de terrain. Le constat était que les phases de dessin et d'enregistrement étaient les plus longues et fastidieuses, interrompant les fouilles. Un deuxième constat, encore plus fondamental, était que la précision du levé était mal contrôlée. L'idée a été alors de coupler une photographie prise en temps réel sur le terrain avec un logiciel de dessin. La photographie était prise par une caméra CCD suspendue au bout d'une tripode de 9 m de long et contrôlée à distance (focale, ouverture et orientation) (ill.1). Les photographies visualisées sur un moniteur en temps réel sur le terrain pouvaient être redressées grâce à trois points connus et associées éventuellement à d'autres photographies. Une imprimante était également disponible. Il ne restait plus qu'à dessiner, soit directement sur le terrain, soit plus tard, sur l'image rectifiée les structures sur différents calques. Le chantier ne s'est donc pas arrêté pendant la phase des relevés. *In fine*, l'archéologue disposait à la fois des originaux, à savoir les photographies et des plans, couche par couche, et ce, sur chaque secteur avec des coordonnées géographiques. De plus, pour chaque objet du plan, une fiche descriptive pouvait être créée. Arkeoplan peut donc être considéré comme un mini-SIG. Mais sa particularité est vraiment la saisie, en temps réel ou différé, sur le terrain permettant une précision moyenne de 1cm par mètre (échelle de 1/1 à 1/1000). Evidemment la possibilité de revenir aux clichés est aussi le point fort quand dans la phase interprétation on doit revenir aux données de terrain.

Seulement trente minutes étaient nécessaires pour l'installation de tout le système (ill.2) (voir par exemple le film du CNRS en ligne : <http://videotheque.cnrs.fr/doc=687>). Ce produit était donc extrêmement novateur pour l'époque. Sa complexité d'utilisation (formation de quatre jours nécessaire), son prix (200 000F à l'époque soit 42900€ en 2016 en tenant compte de l'érosion monétaire) et la lenteur de sa base de données ont été des freins à son développement. Nous serions tentés aussi d'ajouter que la communauté archéologique n'était pas prête à accepter une telle évolution des relevés au début des années 90.

3 Penser l'espace sur la toile : de Celtecophys à Chronocarto

Un peu moins de vingt ans après le lancement d'Arkéoplan, commençait sous la direction de K. Gruel le programme de recherche Celtecophys (ANR 2006-2010) couplant, pour la fin de l'âge du Fer, une étude spatiale de sites d'ateliers artisanaux aux monnaies associées et à leurs méthodes de fabrication. Un des résultats attendus était de mettre à disposition des archéologues une nouvelle méthode de détection magnétique et électromagnétique applicable sur de grandes surfaces. À la fin de ce programme, plus de huit sites couvrant des centaines d'hectares avaient été prospectés grâce à une nouvelle machine développée par Géocarta, un des partenaires du projet. Cette machine baptisée AMP continue d'être améliorée et est encore en cours d'utilisation : plus de 1100ha ont été cartographiés pour l'archéologie depuis sa création en 2006. On peut remarquer que l'évolution technologique entre les deux projets est importante : les données sont maintenant relevées en temps réel directement sur le terrain grâce à des GPS centimétriques. Un ordinateur autonome (Arkéoplan nécessitait un groupe électrogène) de type tablette durcie dans lequel tourne un programme apparenté à un SIG temps réel acquière les données géophysiques et de positionnement spatial. La vitesse et le prix de l'informatique ne sont plus des freins. Un autre résultat attendu était la mise à disposition de la communauté scientifique d'une application Internet qui générerait les données issues des différentes prospections au sein d'un système serveur-client sécurisé. Rapidement, cet outil, qui portait le nom à l'époque de GCServer, est devenu central dans la gestion de ce projet complexe et il a été adapté au fur et à mesure aux besoins des archéologues et des géophysiciens. Site vers lequel les informations issues des différents chantiers convergeaient, il a permis un partage des résultats cartographiques à travers une interface web simple, ne nécessitant pas d'installation de programme/*plugin* spécifique de la part des utilisateurs (ill. 3). Nous nous sommes alors rendu compte que la diffusion de l'information spatiale devenait primordiale. Plateforme unique utilisée par les géophysiciens et les archéologues de ce projet, elle a permis pour la première fois de stocker et partager les informations spatiales déposées d'une façon interactive, pouvant gérer les huit projets à la fois. Rejoignant d'une certaine manière Arkéoplan, des outils simples de dessin sur les couches avaient été ajoutés afin d'annoter les cartes (ill. 3 bandeau de droite). Même si ces annotations peuvent être sauvegardées sous forme d'objets compréhensibles par tout SIG et qu'une base de données gère toutes les entités graphiques, il n'était pas dans la finalité de ce produit de développer des processus d'analyse et d'interrogation de cette base.

K. Gruel a parfaitement compris les avantages de l'utilisation d'une telle plateforme stockée et gérée au sein d'AOROC jusqu'en 2016 : le format des données importe peu, les données en ligne sont toujours à jour, la gestion des supports mémoire à long terme n'est plus un problème, la taille des fichiers n'est (presque) plus un problème, le logiciel n'est pas en fonction de la plateforme (il peut tourner aussi bien sur plusieurs systèmes d'exploitation ou sur différents medias comme une tablette ou un PC), il n'y a pas à gérer de licences et enfin la sécurité des données est meilleure que sur un PC. Petit à petit, au fur et à mesure des demandes des archéologues, la plateforme a évolué pour faire partie d'un projet encore plus ambitieux lancé par K. Gruel dans la continuité de GCserver : le portail Chronocarto. Celui-ci s'intègre dans l'optique actuelle de l'open-data. Il vise en effet à rendre toutes les données déposées sur ce portail moissonnables, qu'elles soient des collections (vidéos, références bibliographiques, plateformes d'objets 3D), des bases de données ou des cartes. L'idée est aussi de pouvoir exploiter et sauvegarder des données primaires issues de sites qui sont devenus des références européennes en les mettant en ligne (dépôt et création des métadonnées, moteur de recherche spécifique). Plusieurs outils spécialisés ont été aussi adjoints à ce portail comme les moteurs de

recherche ISIDORE ou IOTA ainsi qu'un extracteur de données textuelles pour alimenter automatiquement des Bases de Données à partir d'une ontologie donnée. Nous donnerons comme premier exemple de mise en ligne sur le portail Chronocarto une application qui permet de générer à la volée des cartes calculées à partir de requêtes simples (Où ? Quand ? Quoi ?) dans la Base Fer, elle-même en ligne (ill. 4). Au-delà de cette requête dynamique, il est possible d'associer des cartes thématiques publiées par des chercheurs et dont les mots clefs sont associés automatiquement à la requête. Cet atlas dynamique est en train d'être étendu à toute l'Europe et il existe en cinq langues différentes (site lui-même et thésaurus). Le second exemple correspond à un ensemble de cartes mises en ligne par des chercheurs (ill. 5). Ces cartes organisées en fonction de leur échelle se proposent comme une véritable publication électronique comme l'illustrent les sites de l'ANR Celtecophys qui y figurent en libre accès tout comme un certain nombre de programmes de recherche du laboratoire.

En guise de conclusion, nous pouvons dire que la plateforme Chronocarto administrée par K. Gruel, M. Dabas et M. Cartereau a pu migrer fin 2016 sur les serveurs de la très grande infrastructure de recherche (TGIR) Humanum. Celle-ci apporte au laboratoire AOROC une garantie sur le long terme (trente ans) pour la conservation, l'accès et l'interopérabilité des données numériques ainsi qu'un référencement optimal. Plus de mille cartes sont actuellement visibles au niveau public. De nombreux sites candidats commencent à y être intégrés ~~dans cette infrastructure~~, garantissant à la fois la pérennité de la connaissance apportée par les anciennes fouilles de nombreux sites et la confidentialité pour les études en cours de sites non encore publiés.

Liste des figures :

Ill.1 : Schéma d'un relevé terrain avec Arkeoplan (d'après Buchsenschutz, Gruel 1994, p. 234)

Ill.2 : Photographie prise sur un chantier archéologique (vidéothèque CNRS; <http://videotheque.cnrs.fr/doc=687>)

Ill. 3 Ferme fortifiée de Meunet-Planches. Rendu dans Chronocarto : superposition à la photographie aérienne Google de la prospection magnétique AMP (densité de gris) et du cadastre napoléonien (en gris tireté)

Ill. 4 : Extrait de la plateforme Chronocarto avec les fiches résumées des projets

Ill. 5 : Carte dynamique générée à la volée à partir d'une interrogation sur la Base Fer (Question : Tous les sites funéraires de L'Auvergne ; réponse 116 sites localisés dont une des fiches est montrée et il existe aussi 11 cartes déjà publiées relatives à ces 2 questions).

Bibliographie :

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

Buchsenschutz 1987: BUCHSENSCHUTZ (O.) — Archaeological excavation management aid system: the Centrar system and its use in the Levroux site. *In* : HACKENS T. (éd.), DUCASSE H. (éd.). — Informatique et mathématiques appliquées à l'archéologie : 3rd European intensive course, Valbonne - Montpellier, 1983. PACT, 1987, 16, p. 85-94, ill., bibliogr. (3 réf.). = Systèmes d'aide à la gestion des fouilles archéologiques : le système Centrar et son application sur le gisement de Levroux, p. 95-101.

Buchsenschutz et al. 1994 : BUCHSENSCHUTZ (O.), GRUEL (K.) — Le relevé de terrain en archéologie : le système Arkéoplan. *Histoire & Mesure*, 9, 3-4, 1994, Archéologie II, p. 231-237.

Gruel et al. 1993: GRUEL (K.), BUCHSENSCHUTZ (O.), ALLIOT (J.F.), MURGALE (H.) — Arkeoplan: a new tool for the archaeologist. *In*: Proceedings of the 20th CAA conference. Aarhus University Press, Feb. 1993, p. 81-84.

Gruel et al. 1994 : GRUEL (K.), BUCHSENSCHUTZ (O.) — De l'usage d'Arkéoplan pour l'enregistrement d'éléments en élévation : étude d'un mur du couvent du mont Beuvray (Bourgogne). *Le Médiéviste et l'ordinateur*, 1994, 29, p. 12-18.