



HAL
open science

Quand le tout n'égale pas la somme des parties : technologies et modèles de représentation pour l'archéologie des villes et des territoires

Jean-François Coulais, Christian Pere

► To cite this version:

Jean-François Coulais, Christian Pere. Quand le tout n'égale pas la somme des parties : technologies et modèles de représentation pour l'archéologie des villes et des territoires. Virtual Retrospect 2009, Robert Vergnieux, Nov 2009, Pessac, France. pp.83-92. halshs-01864290

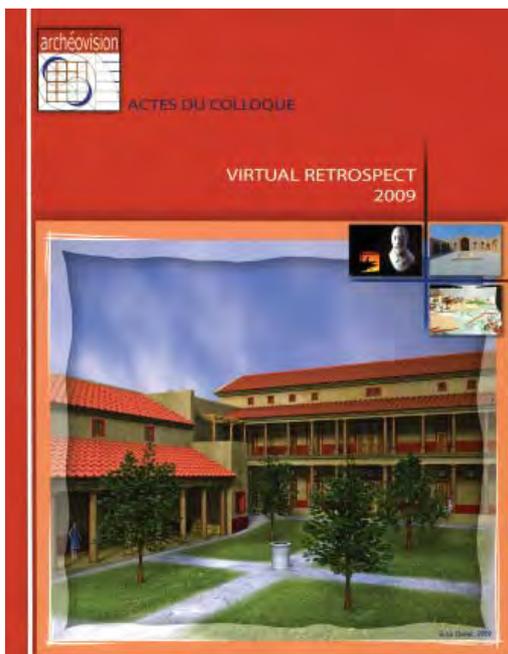
HAL Id: halshs-01864290

<https://shs.hal.science/halshs-01864290>

Submitted on 31 Aug 2018

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.



Vergniew R. et Delevoie C., éd. (2010),
Actes du Colloque Virtual Retrospect 2009,
Archéovision 4, Editions Ausonius, Bordeaux

Tiré-à-part des Actes du colloque **Virtual Retrospect 2009**

Pessac (France) 18, 19 et 20 novembre 2009



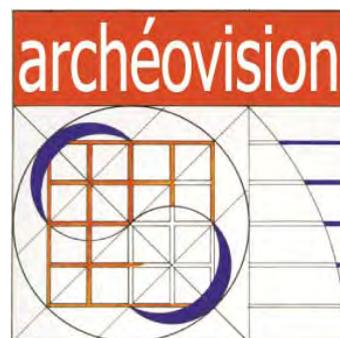
J.-F. COULAIS, C. PERE,
*Quand le tout n'égale pas la somme des parties : technologies et
modèles de représentation pour l'archéologie des villes et des territoires*
pp. 83-92



tge **ADONIS**



Conditions d'utilisation :
l'utilisation du contenu de ces pages est limitée à un usage
personnel et non commercial.
Tout autre utilisation est soumise à une autorisation
préalable.
Contact : virtual.retrospect@archeovision.cnrs.fr





Virtual Retrospect 2009

Collection Archéovision
Volume 4

AUSONIUS ÉDITIONS

*Ouvrage financé avec le concours du
Très Grand Équipement ADONIS du CNRS*



— Bordeaux 2010 —

Quand le tout n'égale pas la somme des parties : technologies et modèles de représentation pour l'archéologie des villes et des territoires

Jean-François Coulais
jean-francois.coulais@cluny.ensam.fr

Christian Père
christian.pere@cluny.ensam.fr

Arts et Métiers ParisTech - Projet Gunzo, CNRS, Le2i, institut image
rue Porte de Paris 71250 Cluny
www.cluny.eu

Résumé : Au-delà de l'évidente question de l'échelle spatiale, l'archéologie des villes et des territoires soulève des problèmes méthodologiques redoutables qui doivent être posés préalablement à tout projet de restitution. Car une ville et un paysage ne sont pas des objets archéologiques comme les autres : relevant d'une multitude de disciplines, ils s'inscrivent dans une multitude de spatio-temporalités et sont soumis à d'incessantes transformations mettant en jeu l'ensemble des éléments qui les constituent. Nous souhaitons mettre ici en évidence quelques unes des spécificités de ces objets archéologiques à grande échelle, et ouvrir des pistes de réflexion sur la manière dont nos outils nous conduisent à les représenter. Nous nous appuyons sur trois études de cas issues de travaux de restitution récents : paléogéographie fluviale de la Seine (questions d'échelles et d'interdisciplinarité posées par l'étude d'un site urbain antique tel que Lutèce) ; référencement spatial des tissus urbains, réseaux viaires et objets architecturaux de la Rome impériale ; identification et croisement des logiques spatio-temporelles du bourg monastique médiéval de Cluny. Enfin, sans que cela tienne lieu de méthode, nous proposons quelques éléments à considérer lors de la conception, et donc *avant* la mise en œuvre d'un workflow SIG-CAO destiné à la reconstitution d'une ville ou d'un paysage ancien.

Mots-clés : archéologie urbaine, paléogéographie, archéogéographie, SIG et CAO, géoréférencement

Abstract : The archeology of cities and territories raises serious methodological issues that need to be addressed prior to any restitution project. This article highlights some peculiarities of large scale archeological projects. More than any other objects from the past, cities and landscapes have been subject to constant transformations involving all of their components. Their study involves a multitude of scales and fields of research and calls for new approaches to their representation models. We describe here three case studies from recent research projects: first, the relation between the Seine river paleogeography and the hypothetical location of Lutetia prior to roman conquest; second, the issue of how to spatially reference architecture, city shapes, plans and networks of Imperial Rome in a coherent

and consistent way; third is an ongoing research project in the medieval monastic town of Cluny, where we identified different space and time scale processes to properly describe the birth and changes of urban shape. Finally, we suggest a few ideas to consider when designing a GIS-CAD workflow to rebuild a city or a former landscape.

Keywords : urban and landscape archeology, past, paleogeography, GIS, CAD, geo referencing

L'OBJET URBAIN DANS SON ENVIRONNEMENT : NOUVELLES ÉCHELLES ET INTERDISCIPLINARITÉS

L'existence, avant la conquête de la Gaule par Jules César en 52 a.C., d'un oppidum gaulois nommé Lutèce sur l'île de la Cité à Paris est toujours vivement débattue. Les traces archéologiques en sont ténues et leur interprétation délicate. Issue d'une page de la *Guerre des Gaules* où César évoque laconiquement l'existence d'une ville des Parisii située sur une île de la Seine, l'évidence géo-historique de sa localisation s'est imposée avec la force évocatrice du mythe fondateur, si bien que la question est longtemps restée sans objet. Il n'est bien entendu pas question de lever cette interrogation aujourd'hui, mais de considérer les étroites relations d'interdépendance entre un établissement humain tirant parti d'un site insulaire et la géomorphologie fluviale. Or celle du lit de la Seine s'est profondément modifiée en 20 siècles. Il est donc utile de se demander comment la paléogéographie fluviale peut éclairer l'enquête de la localisation de la Lutèce préromaine.

En l'absence de données scientifiques récentes à grande échelle dans l'amphithéâtre parisien, examinons le processus de restitution du paléo-cours de la Seine à partir du cas



Fig. 1. Restitution urbaine de Paris vers la fin du XVIII^e siècle. Blumenfeld, H., Coulais, J.F., Dugény, F. et Pinon, P. (2002), *Paris et l'Île-de-France*, collection *Terre des Villes*, Éditions Belin.

de la boucle de Jumièges¹. Située dans l'immense train de méandres qui s'étire en aval de Rouen, cette boucle abrite deux sites archéologiques majeurs² et présente une curiosité morphologique, la vallée fossile de l'Austreberthe, qui barre et insularise le lobe du méandre en reliant les extrémités de la boucle.

Les propositions de restitution de l'évolution du méandre (fig. 2 et 3) s'appuient sur l'analyse des couches topographiques et géologiques, des données de morphologie fluviale, d'occupation des sols et d'histoire du paysage, et sur les résultats des campagnes de fouilles et sondages géomorphologiques conduits sur le terrain³. Ces travaux montrent d'abord clairement que les effets cumulatifs de la dynamique fluviale modifient l'échelle du raisonnement : la boucle ne peut être étudiée indépendamment du train de méandres qui l'encadrent. La superposition des strates et leur

visualisation en 3D permettent de mesurer la combinaison des dynamiques d'amplification et d'enfoncement du lit de la Seine⁴.

D'autre part, et cela nous ramène à la question de Lutèce, la datation des étapes de formation des méandres met en évidence la possibilité d'une coïncidence chronologique entre les phénomènes morphologiques les plus récents⁵ et l'aménagement humain du site à l'âge protohistorique (palissade du camp de retranchement, datée du bronze ancien). Les données sont encore insuffisantes pour proposer une restitution précise et fiable à grande échelle de l'environnement et du paléo-cours de la Seine autour des sites potentiels de Lutèce⁶. Il faudrait disposer de plusieurs résultats de fouilles de la qualité de celle du quai Branly⁷ et pouvoir les

1. Nous reviendrons plus loin sur les raisons de cette absence. La présente étude a été conduite en 2008 dans un SIG en 3D à l'Institut Parisien de Recherche en Architecture, Urbanisme et Sociétés (IPRAUS), dans le cadre de la recherche sur le Grand Paris, avec la collaboration de B. Laurencin.

2. L'abbaye de Jumièges et le camp de retranchement protohistorique de Saint-Philibert.

3. Fouilles conduites par l'Association des Archéologues du Val de Seine et recherches de Chanceler, A. (1985), *Le Val de Seine d'Elbeuf à Caudebec-en-Caux. Evolution morphologique*, thèse Paris VII.

4. La coupe en profil du méandre n'est plus qu'une instance du modèle 3D, figeant le mouvement d'enfoncement du lit sur une profondeur de 60 mètres, et laissant apparaître l'étagement des paysages de la vallée de la Seine en trois terrasses.

5. La Seine a capturé l'Austreberthe à Duclair au quaternaire récent, la fossilisation de la vallée offrant un site idéal pour l'établissement d'un camp de retranchement protégé par des fossés en eau à l'époque protohistorique.

6. Malgré l'étude des terrasses insubmersibles (Vacquer et Dion) et l'analyse des données sur l'emprise de la crue de 1910 (plan Boreux, IAURIF, DIREN), géo-référencées avec les couches géologiques, les restitutions que nous avons proposé restent schématiques et peu détaillées.

7. Fouille dirigée par P. Pion. Voir plus loin la communication de P. Raymond et M. Belarbi.

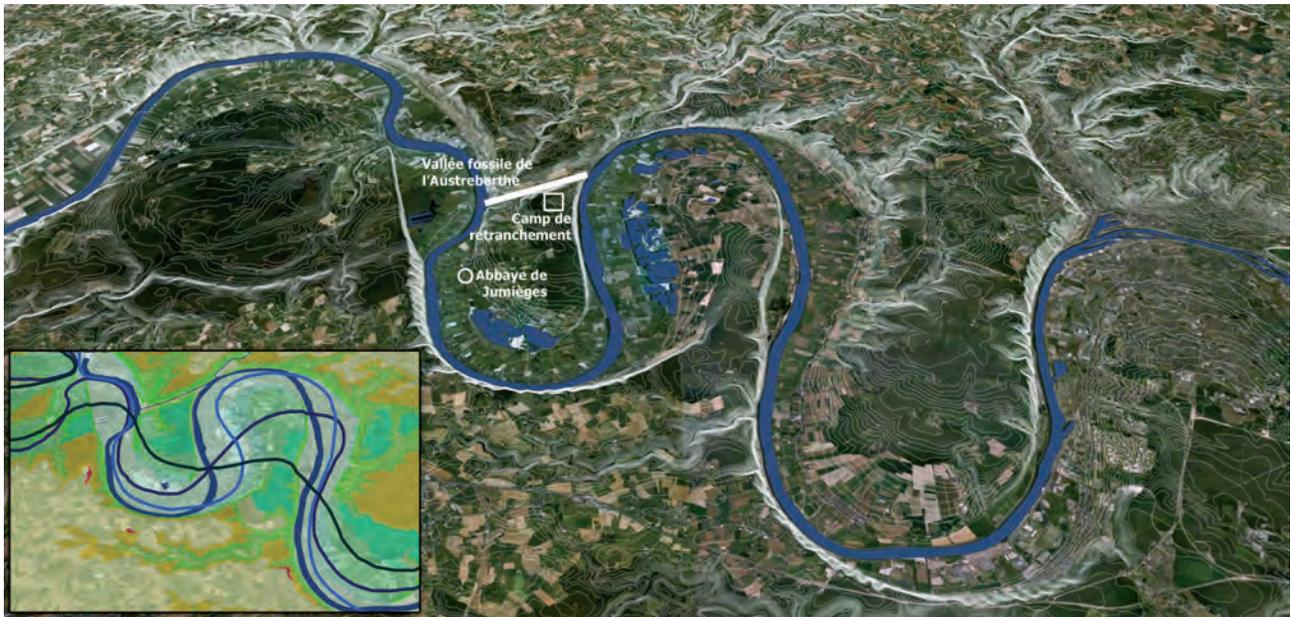


Fig. 2. Étude de restitution du paléo-cours de la Seine (de gauche à droite : boucles de Brotonne, Jumièges, Duclair et Grand Couronne) et superposition des strates géologiques du BRGM, IPRAUS.

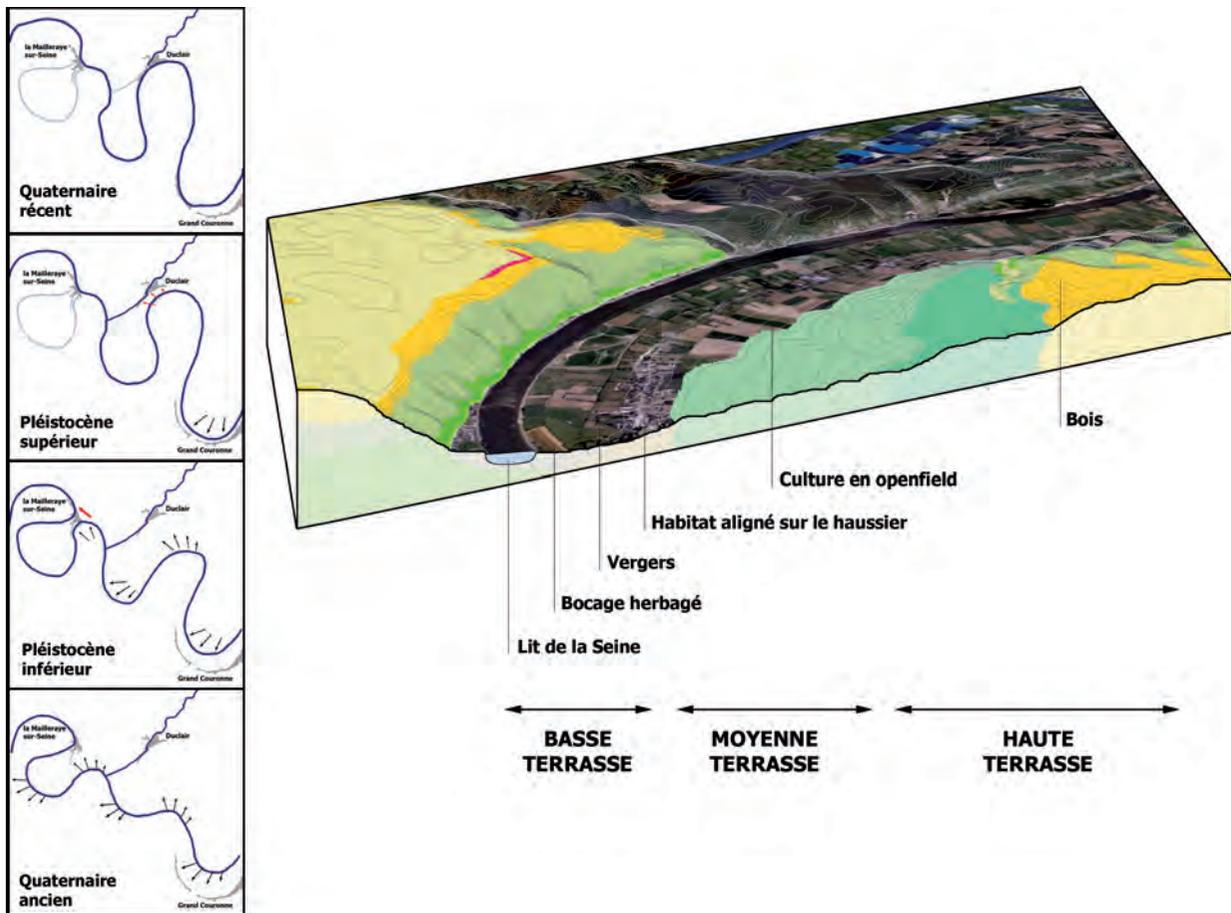


Fig. 3. Séquence chronologique des dynamiques fluviales et profil en coupe du méandre de Grand Couronne.

intégrer à un modèle morpho-dynamique de simulation des écoulements à grande échelle. Or on connaît les difficultés de l'archéologie dans un milieu urbain aussi dense que Paris. Doit-on pour autant renoncer à une telle étude ? Les progrès récents dans les techniques d'acquisition des données laissent espérer des avancées considérables⁸. Dans ces évolutions, et c'est ce sur quoi nous souhaitons insister ici, un élargissement de l'échelle spatiale de l'enquête archéologique, et par conséquent des disciplines concernées, peut apporter un éclairage nouveau sur l'étude de la localisation des sites archéologiques antiques et protohistoriques.

UN RÉFÉRENTIEL COMMUN AUX MODÈLES ARCHITECTURAUX ET URBAINS

La principale difficulté à laquelle tout modèle de représentation de la ville est tôt ou tard confronté est le choix d'un référentiel 3D unique, commun aux échelles architecturale, urbaine et territoriale, et capable d'articuler des suites d'outils logiciels issues de deux familles (SIG et CAO) aux paradigmes de représentation distincts. Illustrons cette question avec les restitutions de la Rome antique, portées sur Google Earth en 2008 par le projet Rome Reborn. L'outil de visualisation architecturale et urbaine semblait prometteur, et la mise en ligne des modèles 3D ouvrait la perspective d'un référentiel scientifique accessible pour toute recherche sur la topographie historique et l'architecture romaines. Nous avons donc tenté de les utiliser et avons constaté des problèmes d'implantation des monuments, toujours présents en janvier 2010, que nous analyserons avec l'exemple des thermes de Trajan et de la colline de l'Esquilin.

Prolongeant les recherches sur les fragments de marbre de la *Forma Urbis* sévérienne conduites à l'École Française de Rome par J.-F. Bernard et J. Dubouloz⁹, nous avons géo-référencé dans un SIG la restitution des voies antiques proposée par ces auteurs et l'avons superposée au réseau viaire actuel extrait d'une ortho-photographie (fig. 7). Ce travail permet d'identifier les traces dans le tissu urbain actuel du réseau viaire antique et, avec l'emprise au sol des vestiges parvenus jusqu'à nous et le géo-référencement des sources de topographie ancienne¹⁰ de restituer, certes partiellement mais avec certitude, le tissu urbain antique (fig. 8). La superposition des modèles 3D de Rome Reborn présente un décalage de 30 à 40 mètres avec l'emprise au sol des vestiges des thermes visibles sur l'ortho-photo (fig. 9) ; les *insulae* comme les voies restituées dans le quartier de l'Esquilin ne sont cohérentes ni avec les emprises de la *Forma Urbis* ni avec

celles des voies dont les tracés subsistent aujourd'hui¹¹.

Comment expliquer ces problèmes ? On pourrait d'abord penser qu'il s'agit d'imprécisions dans le géo-référencement des monuments 3D. Mais en affichant la topographie antique de Rome Reborn (couche "terrain"), on constate que les monuments sont calés avec un plan de ville restitué, et l'on se demande alors comment ce plan a été établi. La réponse est fournie par l'Université de Virginie¹², initiatrice de Rome Reborn : hors des 32 monuments "Class I" modélisés en détail, la totalité du tissu urbain ("Class II") provient de la numérisation de la maquette établie par Gismondi dans les années 1930, dont les erreurs topographiques ont été perpétuées. Ces problèmes peuvent être évités avec un référentiel topographique fiable et la projection, dans le même système de géo-référencement, de l'emprise au sol des modèles architecturaux en 3D. Il est donc nécessaire d'établir un workflow dans lequel SIG et CAO fonctionnent de manière interopérable. Si l'on néglige ces précautions, les éléments bâtis ne pourront pas être implantés de manière exacte dans le tissu urbain. Le projet Rome Reborn est séduisant par ses objectifs de mutualisation du travail scientifique. La mise en ligne des modèles 3D est un moyen formidable de diffusion des recherches et de visualisation pour le grand public. Mais il gagnerait à établir clairement s'il a vocation à constituer un outil de recherche, de valorisation scientifique ou une opération de communication. De ces précisions dépend le choix d'un référentiel géographique et d'une méthode de restitution, et finalement la pérennité des modèles urbains sur lesquels nous travaillons.

TRANSFORMATION DES TISSUS URBAINS ET ARTICULATION DES LOGIQUES SPATIO-TEMPORELLES

Ce troisième exemple, issu d'un travail en cours¹³, examine les questions soulevées par la restitution d'un tissu urbain alto-médiéval. Fondée en l'an 910, l'abbaye de Cluny a donné naissance à un *burgus* dont l'existence est attestée dès la fin du x^e siècle, mais dont la genèse n'a encore été révélée ni par les textes ni par l'archéologie. Depuis plusieurs décennies, les travaux des archéologues et historiens¹⁴ ont permis de connaître, dans ses grands traits, l'état du site abbatial au xii^e siècle et de mettre au jour dans le *burgus* les vestiges d'une architecture civile romane d'une richesse exceptionnelle. Mais les conditions de sa naissance, son articulation avec la première abbaye et son évolution ultérieure nous sont encore largement inconnues.

Interface entre l'enclos abbatial et le bourg, le quartier de la Tour du Moulin est un site intéressant pour étudier la

8. Outre l'enregistrement en temps réel des faits archéologiques lors d'une fouille de sauvetage (cf. quai Branly), le potentiel de l'imagerie aérienne, en particulier LIDAR, est extrêmement prometteur. Voir par exemple son utilisation dans la vallée du Danube (fig. 6), avec une précision de 5 cm en altimétrie et 1 cm en planimétrie.

9. Cf. Coulais & Marin 2003.

10. Plans archéologiques, fragments disparus du plan de marbre mais dont subsiste un dessin de la Renaissance (fig. 8).

11. Voir en particulier *via urbana* et *vicus sabuci*.

12. <http://www.romereborn.virginia.edu/>

13. Projet de restitution conduit par l'équipe Gunzo, Arts et Métiers ParisTech à Cluny.

14. Notamment ceux de K.J. Conant et J.-D. Salvègue.

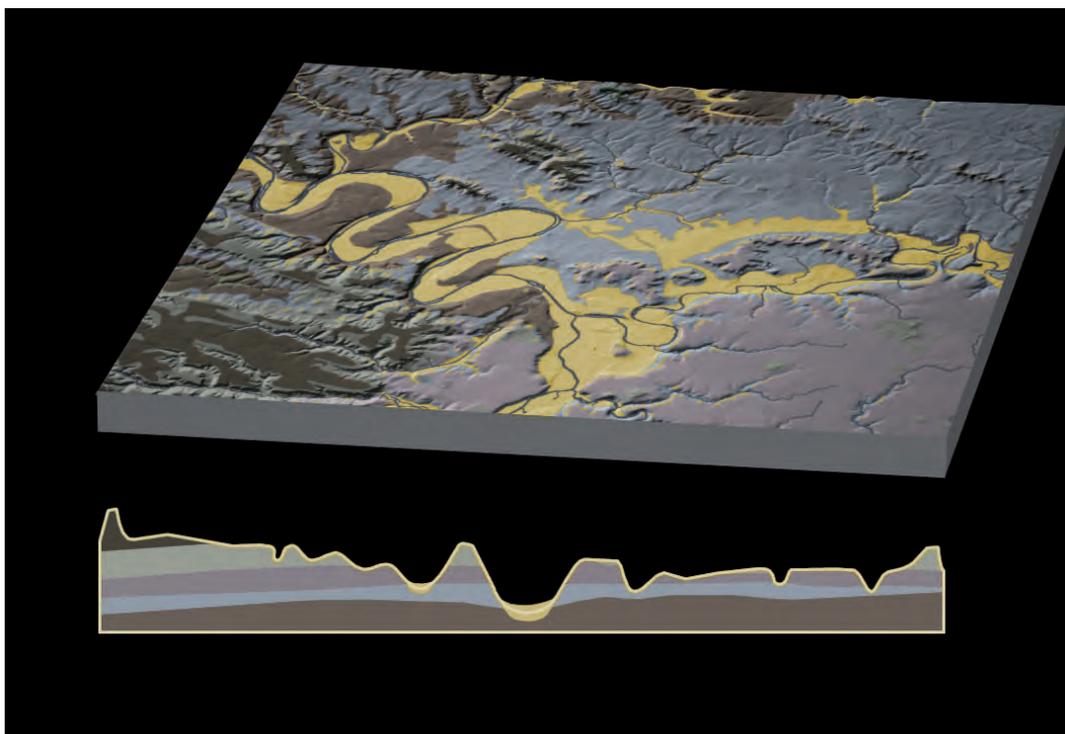


Fig. 4. Schéma 3D et coupe géologique simplifiée de la région parisienne (Paris et l'Île-de-France, op.cit.).



Fig. 5. Restitution des paysages de la région parisienne et de l'emprise de la crue en 1910 (Paris et l'Île-de-France, op.cit.).

superposition géo-référencée des sources à différentes échelles et la structuration des faits et objets archéologiques selon leur datation (fig. 10). Nous sommes en effet en présence d'un système urbain complexe, au sens où il relève de plusieurs logiques spatiales qu'il est nécessaire d'identifier et surtout de croiser. Citons les trois principales : celle du réseau hydrographique, qui alimentait les roues du moulin, de multiples métiers artisanaux et besoins domestiques, dont l'aménagement a très probablement orienté les trames parcellaires et viaries aux abords sud-est de l'abbaye (fig. 11); celle du schéma d'implantation des bâtiments abbaciaux, qui n'a cessé d'évoluer et de se structurer pour servir à la fois l'organisation monastique interne et ses fonctions d'échanges avec le monde extérieur (approvisionnement, logistique, commerce...); celle enfin du tissu parcellaire et du réseau de dessertes, dont les formes se sont adaptées à la croissance démographique et économique du *burgus*, et organisées autour d'un nœud viarie qui distribuait habitat, ateliers, boutiques et bâtiments abbaciaux.

La représentation de ces différentes logiques en objets structurés dans le SIG permettra d'effectuer des requêtes grâce auxquelles la datation des composants individuels pourra être confrontée à la formation urbaine d'ensemble, et ainsi d'éclairer les relations entre tissu urbain et implantation abbaciale. Quand et comment par exemple les principaux organes du quartier (Farinier, Tour du Moulin, fours banaux et boulangerie) sont-ils entrés en fonction ? Pourquoi et quand le bief, dont les voûtes sont encore visibles dans le cellier, a-t-il disparu (fig. 12) ? La superposition de couches spatiales multi-échelles, la structuration temporelle des objets et données attributaires, la gestion thématique des niveaux de détail apporteront peut-être des éléments de réponse. L'articulation des échelles, des objets et des méthodes, ainsi que la simulation visuelle des hypothèses et scénarii de restitution constitueraient alors un outil heuristique puissant pour la compréhension des logiques et systèmes de relations entre programmes architecturaux et forme urbaine, et peut-être à terme pour la datation des tissus urbains anciens.

RENONCER À QUELQUES IDÉES BIEN ANCRÉES

Pour conclure, si ces trois études de cas ne peuvent tenir lieu de méthode, elles introduisent au moins quelques questions à méditer avant d'entreprendre la restitution d'une ville ou d'un territoire. En premier lieu, l'étude de l'objet urbain dans son environnement passé ne peut faire l'économie d'un **décloisonnement des échelles et des disciplines de travail** (cf. paléogéographie fluviale et sites antiques). Cela nécessite que les chercheurs issus des disciplines diverses s'accordent sur un vocabulaire commun et sur un processus de mutualisation des données. De l'acquisition des données à la diffusion sur internet, le choix des outils et des modèles numériques est le second aspect délicat de la représentation des données territoriales. Malgré des progrès récents, la

solution à tout faire n'existe pas, surtout pour l'archéologie urbaine. Ce sont donc **les objectifs scientifiques**, la nature et la qualité des données disponibles pour les atteindre **qui doivent déterminer le choix des méthodes et des outils**, dans un workflow modulaire et ouvert¹⁵. Confondre objectifs scientifiques et objectifs de visualisation à court terme pénalise l'intégrité des données, et finalement la pérennité du modèle urbain et du projet de recherche.

Un troisième aspect, que les exemples de Rome et de Cluny montrent bien, est **qu'on ne peut considérer une ville comme la simple somme de ses bâtiments et parcelles**. Leur assemblage dans la topographie urbaine impose un processus itératif et heuristique dans lequel l'articulation géo-référencée d'objets architecturaux et de systèmes urbains aux échelles et aux logiques distinctes est incontournable pour comprendre l'évolution des tissus urbains anciens. Enfin, une quatrième idée reçue à écarter est que **paysages actuels et anciens ont une relation de temporalité simple**. Le palimpseste est en fait extrêmement difficile à déchiffrer dans l'espace urbain, car il résulte d'héritages, de transmissions et de transformations, et présente une information incomplète.

Comme le suggère Gérard Chouquer et les archéogéographes, l'hybridation des objets archéologiques en spatio-temporalités complexes nous obligera à renoncer à une reconstitution précise et chronologique de l'histoire du paysage et abandonner la simple stratigraphie pour une compréhension plus fine de la transmission de la mémoire des formes dans le temps¹⁶. Dans cette évolution, l'enjeu des recherches sera pour nous d'inventer de nouveaux modèles et de nouvelles métaphores de représentation virtuelle qui rendent compte fidèlement de ces structures hybrides et de la nature heuristique de notre travail de restituteurs. Et, si l'on cherche à réaliser une plateforme numérique évolutive de la ville et du paysage, ancrés dans les structures anciennes de leur topographie, il faut alors tenter l'impossible synthèse du tout et des parties, que tout aujourd'hui sépare encore.

Bibliographie

- Chouquer, G. (2007) : *Quels scénarios pour l'histoire du paysage ? Orientations de recherche pour l'archéogéographie*, Coimbra - Porto.
- Coulais, J.-Fr (2002) : "Reconstitution historique des formes urbaines", *Revue Histoire Urbaine*, Société Française d'Histoire Urbaine, N° 6, 175-186.
- Coulais, J.Fr. et B. Marin, éd. (2003) : *Rome. 2700 ans d'histoire*, Paris.

15. Pour plus de détails sur ce point, voir Coulais 2002.

16. Pour une bonne synthèse, voir Chouquer 2007.

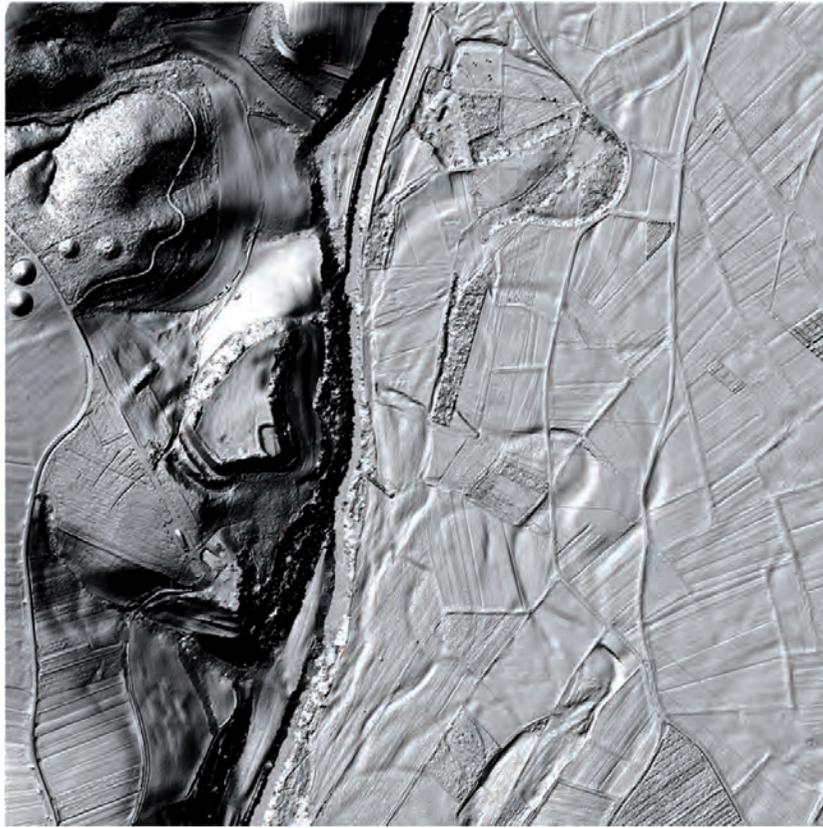


Fig. 6. Archéologie aérienne avec une image Lidar sur le site de Heuneburg (Bade-Wurtemberg).
Source : <http://www.denkmalpflege-bw.de/denkmae/projekte/archaeologische-denkmalpflege/european-landscapes-ein-eu-projekt-zur-foerderung-der-luftbildarchaeologie/die-luftbildarchaeologie-in-baden-wuerttemberg.html>



Fig. 7. Géo-référencement des données de topographie historique sur l'ortho-photographie de Rome.

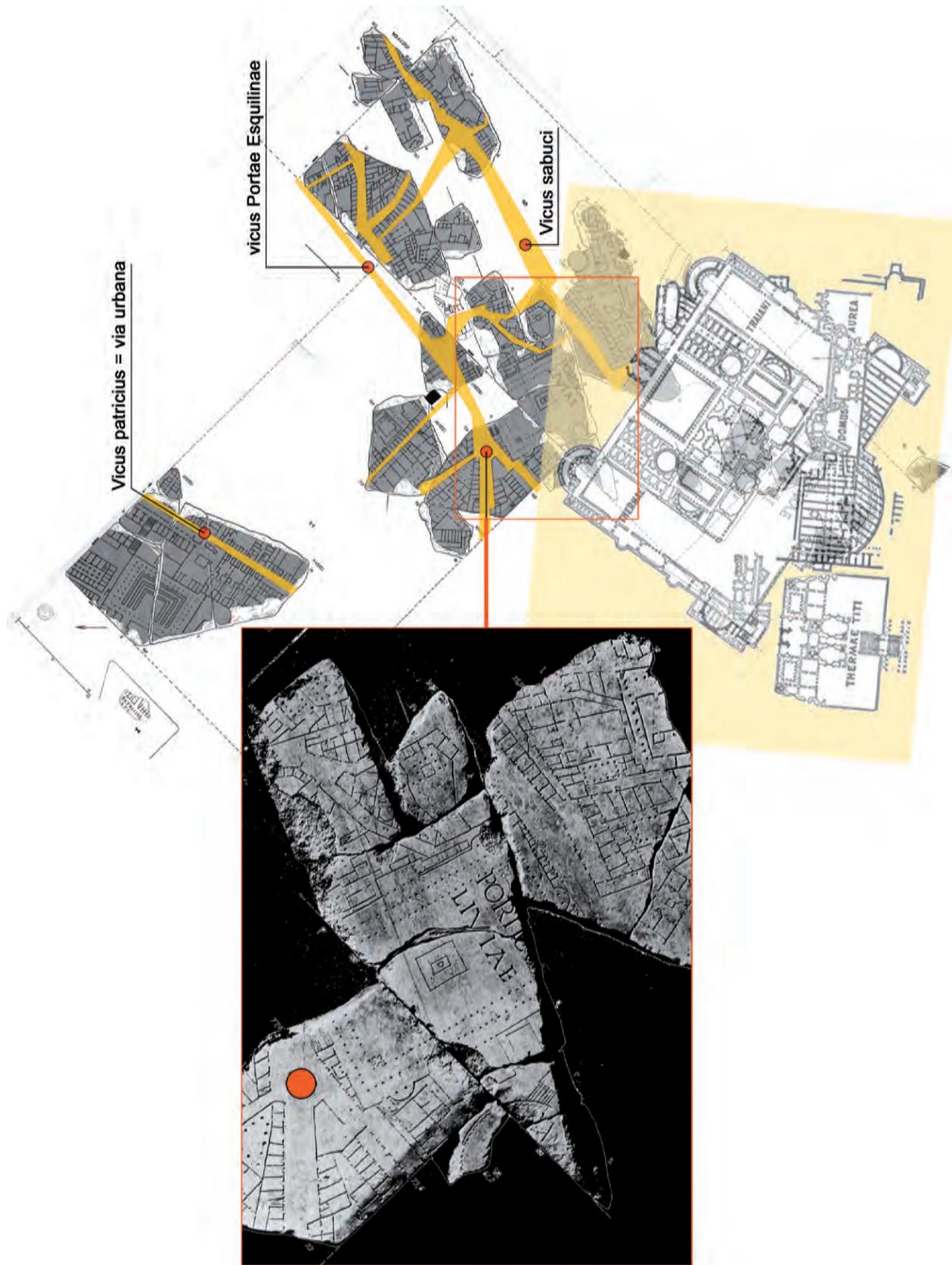


Fig. 8. Restitution des tracés viaires antiques de l'Esquiline, à partir de la Forma Urbis (source : EFR).



Fig. 9. Superposition des modèles 3D restitués de Rome Reborn.



Fig. 10. Modèle 3D et réseau hydrographique des quartiers sud-est du bourg médiéval de Cluny.

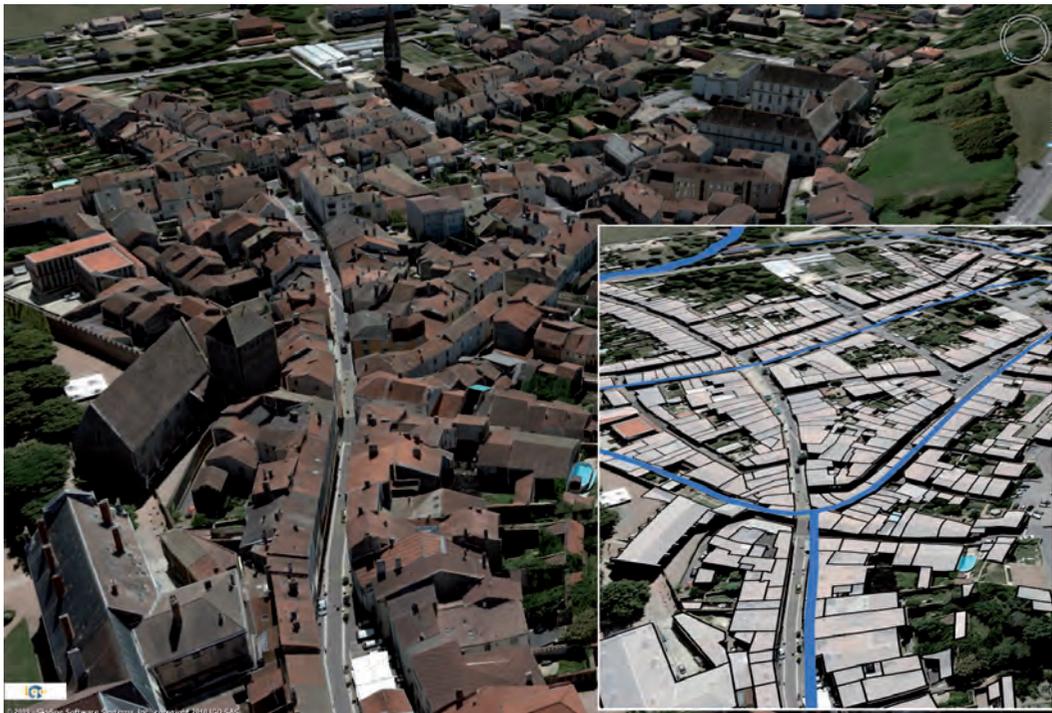


Fig. 11. Modèle 3D et trame parcellaire du quartier de la Tour du Moulin, articulation entre l'abbaye et le bourg.

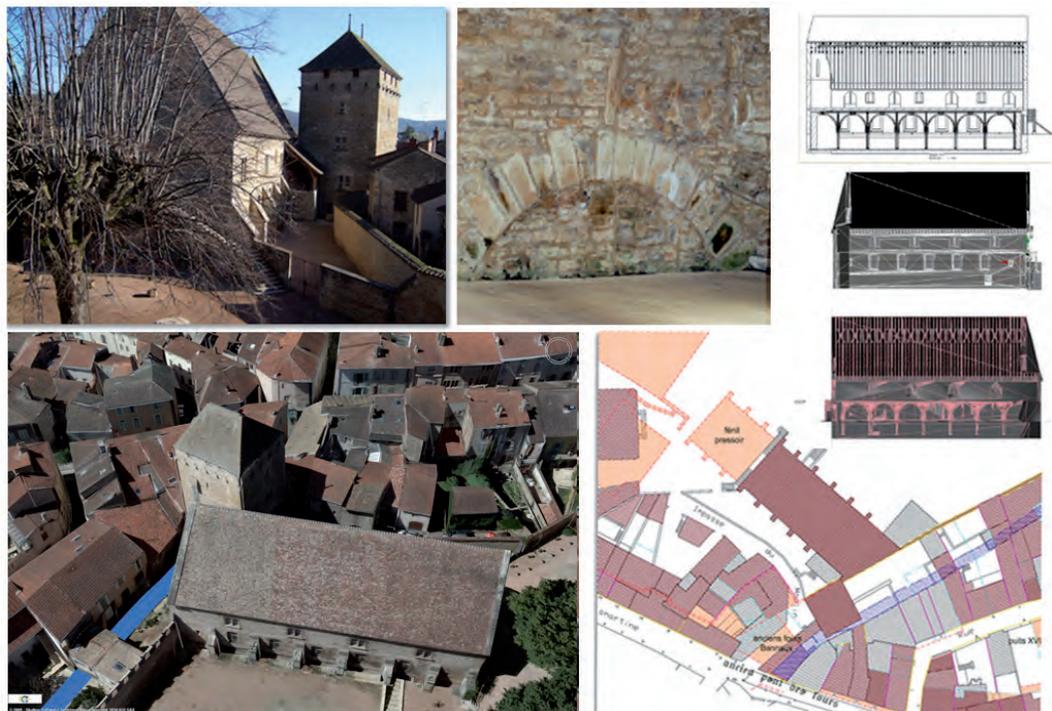


Fig. 12. Farinier et Tour du Moulin : modèles 3D, coupes et vestige du bief du cellier (sources : Arts et Métiers Paris-Tech) ; extrait du Plan de Sauvegarde et de Mise en Valeur de Cluny (source : D. Froidevaux).