Archéologie et impression 3D















































1789-

DU PROJET IMMOBILIER A LA RECHERCHE DU PASSÉ



Pourquoi une fouille?

D'abord dit « archéologie de sauvetage », notre métier s'exerçait dans l'urgence, en réponse à la découverte, sur les chantiers de construction, de vestiges menacés de destruction. Depuis la loi édictée en 2001, l'archéologie est devenue « préventive »: nos interventions sont prévues à l'amont des chantiers de constructions, dès le dépôt du permis de construire par l'aménageur. Le projet est instruit par l'Etat (Service Régional de l'Archéologie = SRA) qui décide s'il y a lieu de prescrire une opération. Les secteurs identifiés comme sensibles constituent une zone de saisine, dite zone de présomption de prescription archéologique. A Lyon, elle comprend le plateau de Fourvière - Saint-Irénée -



plan de la ville de Lyon. Zone de saisine archéologique et localisation du 23, rue Marc Bloch, 7º arr.

Saint-Just, les rives droite et gauche de la Saône, Vaise, la Presqu'île ainsi que la moitié nord du 7^e arr. de Lyon.

L'intervention des archéologues débute par un **diagnostic** dont l'objectif est de sonder le terrain par fenêtres ponctuelles afin d'évaluer son potentiel archéologique (nature et chronologie des occupations anciennes) et la densité des vestiges. Sur la base des résultats obtenus, qui font l'objet d'un rapport, le SRA décidera ou non d'une fouille de l'intégralité de l'emprise du projet.

La fouille est effectuée par un opérateur public ou privé agréé par l'Etat et choisi par l'aménageur selon un appel d'offre. Les moyens techniques et humains ainsi que les objectifs scientifiques font l'objet d'un cahier des charges émis par le SRA.

Une fois la phase de terrain achevée, l'emprise est libérée : sauf en cas de découverte exceptionnelle, l'aménageur peut réaliser ses travaux. Les découvertes sont alors étudiées et interprétées afin de produire un **rapport final d'opération** (RFO).



▼ Le Service archéologique de la Ville de Lyon, un opérateur d'archéologie préventive

Premier service archéologique de collectivité territoriale en France, créé en 1933, le **Service archéologique de la Ville de Lyon** (SAVL) est un opérateur d'archéologie préventive intervenant essentiellement sur Lyon *intra muros*. Service municipal rattaché à la Direction des Affaires Culturelles, il est soumis au contrôle scientifique et

technique de l'État.

Le SAVL a en charge, en collaboration avec les services compétents de l'État, la détection, la conservation et la sauvegarde du patrimoine archéologique de la ville.

Le SAVL multiplie les actions pédagogiques et de médiation dans le souci d'une large diffusion et de la promotion de notre patrimoine enfoui ou bâti auprès des publics.



La fouille du 23, rue Marc Bloch (69007)

Un peu d'histoire



carte de France dite d'Etat-Major, Feuille de Lyon n°168 (© Service Géographique de l'Armée, 1832)

Les opérations archéologiques précédentes ainsi que des découvertes fortuites ont mis en lumière une fréquentation ancienne de la rive gauche du Rhône, dans le guartier de la Guillotière. Les vestiges mis au jour attestent d'une occupation humaine dès Néolithique final (3030-2040 av. J.-C.). L'Age du Bronze (1400-800 av. J.-C.) est aussi représenté, et une exploitation secteur dès l'époque

gallo-romaine (I^{er}-V^e s. ap. J.-C.) semble se poursuivre durant le **haut Moyen Âge** (VI^e-VIII^e s. ap. J.-C.).

L'élément structurant le plus marquant de ce secteur est la voie de circulation antique dite compendium (raccourci) qui reliait la cité de Lugdunum à Vienne.

Le terrain fouillé au 23, rue Marc Bloch était vierge de toute investigation archéologique. Les plans anciens témoignent d'un terrain agricole, jouxté entre 1834 et 1890 par un ouvrage militaire nommé le Fort du Colombier. La parcelle qui nous occupe ne sera



bâtiments Maurin, angle des rues Domer et Marc Bloch. Cliché : E. Dessert (© Région Rhône-Alpes, Inventaire général du patrimoine culturel)

pas construite avant 1950. À cette date s'installe l'entreprise de quincaillerie Maurin dont les bâtiments industriels été détruits préalablement au diagnostic archéologique de 2013.

Une équipe

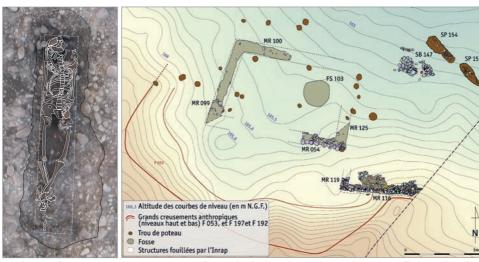
Le diagnostic préalable à la fouille, réalisé par l'Institut National de Recherches Archéologiques Préventives (Inrap), avait mis en évidence la présence de vestiges funéraires antiques ainsi qu'un creusement (naturel ou de main d'homme) entaillant la terrasse géologique.

En mettant en place une **équipe pluridisciplinaire**, le SAVL a réalisé l'opération de fouille.



Fouille en cours

Des découvertes ...



sépulture antique (datation 14C: 135-335) d'un homme décédé entre 20 et 30 ans

relevé archéologique des vestiges antiques et médiévaux mis au jour au 23, rue Marc Bloch

Les couleurs sont reprises dans les

différentes couches de la maquette

et des restitutions

... aux résultats

Six phases chronologiques ont été distinguées depuis le niveau de circulation actuel jusqu'à plus de 4 m de profondeur.

XX° s.: les hangars Maurin

XIX^e s.: aménagements anecdotiques

 $XVII^e\ s.:$ terrain agricole avec fossés

VIII^e s. - XVI^e s. : terres culturales

haut Moyen Âge (VIIe-VIIIe s.): bâtiment sur muret de pierres

haut Moyen Âge?: comblement des carrières antiques (remblais funéraires)

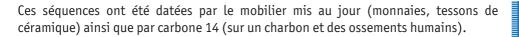
haut Moyen Âge (570-655): bâtiment sur poteaux

Antiquité (IIe-IVe s. ap. J.-C.): deux sépultures à inhumation

Antiquité (Ier s. ap. J.-C.?): deux carrières de sable et galets

Préhistoire: terrasse géologique aux alentours de – 40 000 ans (Âge glaciaire)



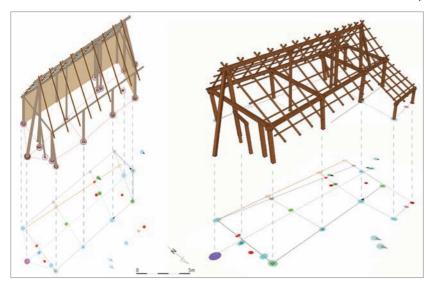




Rendre lisible l'invisible : comparer, tester, restituer

Les vestiges d'habitat du haut Moyen Âge (476-1000) sont difficiles à détecter et à interpréter. En effet, on construisait essentiellement en matériaux périssables (bois, terre, végétaux), qui finissent par disparaître avec le temps. Aussi, l'archéologue n'en découvre que les négatifs, c'est-à-dire les traces en creux que les supports horizontaux (sablières) ou verticaux (poteaux, piquets) ont laissées dans le sol une fois la matière organique dégradée. Parfois, ces structures en creux (notamment les **trous de poteaux** [TP]), sont munies de calages de pierre, ce qui les rend plus visibles.

En fonction du nombre de ces TP, des alignements qu'ils dessinent, de leur taille et de leur profil (qui diffèrent en fonction de la section du poteau utilisé initialement et de sa fonction – étai, fiche ou contrefort) il nous est loisible de restituer des plans. La question des élévations demeure plus délicate : il nous faut comparer avec d'autres sites, ou encore avec des architectures traditionnelles encore usitées dans nos campagnes.



relevés des trous de poteau médiévaux et deux propositions de restitution de l'élévation du bâtiment (© SAVL, J. Ramona, H. Tronchère).

La première maison médiévale reconnue rue Marc Bloch a été construite sur poteaux. Son plan est rectangulaire et / ou naviforme (en forme de nef ou de fuseau) et mesure 7 x 4,5 m. Une datation relativement précise de ce bâtiment est possible grâce à des charbons de bois recueillis au sein de l'un des TP; l'analyse de leur taux de ¹⁴C atteste une construction autour de 570-655 ap. J.-C. Morphologie et datation correspondent à des exemples connus en Rhône-Alpes. Nous proposons de restituer des murs en torchis (mélange de terre et de paille, éventuellement renforcé de clayonnages) et un toit de végétaux (chaume?) car aucun matériau de construction ou de couverture « en dur » n'a été mis au jour.

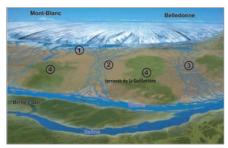
1789-

1492-

QUARANTE MILLÉNAIRES DE PAYSAGES : UNE ENQUÊTE GÉOMORPHOLOGIQUE

Sur quoi marchons nous?

La formation de la terrasse de la Guillotière



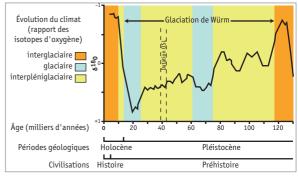
glaciers du Würm et leurs chenaux de fontes, vus de la colline de Fourvière (Coutterand, Schoeneich & Nicoud 2009)

glaciaire, appelée Würm (entre -150 000 et -10 000 ans). Ces matériaux ont de nouveau été déplacés à la fin de l'âge glaciaire (le Fini-Würmien ou Tardi-glaciaire), jusqu'au niveau du site, par les rivières formées par les eaux de fonte.

Ces dépôts seraient donc « jeunes » d'une **vingtaine de milliers d'années**!

Le terrain naturel a eure dans ce quartier de Lyon à très faible profondeur sous la chaussée. Il est formé de litages de sables, galets, graviers, parfois pris dans une gangue blanchâtre de carbonaté (liée aux écoulements d'eau).

Ce substrat correspond à une **terrasse uvio-glaciaire**: les sédiments sont des particules initialement déposées par les glaciers alpins, situés à une vingtaine de kilomètres à l'est du Rhône pendant la dernière période



évolution récente du climat européen (d'après Cojan et Renard 2013)

Aspect actuel: un héritage topographique

L'accumulation de ces sédiments conduit à l'exhaussement des sols et à la création d'une terrasse. En contrebas, à l'ouest, s'étend la plaine d'inondation du Rhône, plus

zone de fouille extension de la crue de 1856

plan général de l'inondation des 21 et 31 mai 1856, (© Archives Municipales de Lyon 925 WP 287)

récente (préhistorique) : un réseau de paléochenaux en tresses, puis en méandres, y a pris place puis a progressivement disparu durant l'Holocène (entre -10 000 et l'Actuel), laissant plusieurs terrasses résiduelles.

Le relief formé par la terrasse de la Guillotière constituait une barrière lors des grandes crues du Rhône, telles que celle de 1856 : le site de la rue Marc Bloch se situe exactement à la limite de la zone épargnée par l'inondation.



Mesures

Afin d'identifier leur mode de transport et de dépôt, une étude de la taille des particules minérales (granulométrie) a été menée: par granulométrie laser pour les éléments fins (argiles, limons et sables), par mesure et comptage pour les grosses particules (graviers et galets).

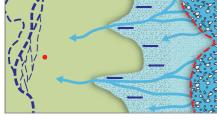
Les particules se sont accumulées en deux temps : le premier est l'apport de la **charge de fond** (galets roulant au fond du

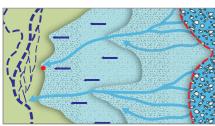


la terrasse fluvio-glaciaire de la Guillotière rue Marc Bloch

cours d'eau), le second celui du dépôt de la **charge de suspension** (sables et limons déplacés dans la colonne d'eau) quand la rivière disparaît après la fonte du glacier. L'analyse montre également l'absence de remaniement **anthropique** (fait de main d'homme) et confirme le contexte fluvio-glaciaire de la terrasse. La taille des particules les plus grosses implique que l'énergie des courants de fonte a pu être élevée.

Reliefs fossiles





- Sédiments glaciaires (blocs morainiques, «farine»)
- Sédiments fluvio-glaciaires formant des terrasses successives (limons, galets)
- Plaine alluviale
- Limite de l'extension des glaciers
- Cours d'eau formés par les eaux de fonte
- Progression des sédiments fluvio-glaciaires
- Représentation schématique du tracé des cours d'eau : Rhône, Saône et chenaux en tresse du Rhône

La limite des alluvions fluvio-glaciaires, orientée nord-ouest/sud-est, coïncide avec un « bourrelet » en bordure de terrasse mis au jour le long de la rue Marc Bloch. On peut supposer que le site se situe immédiatement à la marge d'un des anciens chenaux de fonte périglaciaires, et que cette élévation soit une levée de berge.

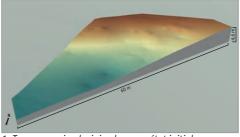
La datation OSL repose sur les radiations stockées par le quartz (minéral constituant les grains de sable), qui diminuent dans le temps. Elle permet de dater des sédiments ne contenant aucun élément organique (datable par 14C) ou artefact.

L'objectif était ici de vérifier si le site était exclusivement situé dans une zone périglaciaire (date attendue: - 20 000 ans environ, en fonction de ce qui était connu de la terrasse de la Guillotière) ou si la topographie avait été remodelée par des apports alluviaux du Rhône (date « récente »: 10 000 dernières années).

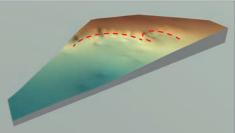
Le résultat obtenu sur un prélèvement sableux de la terrasse a révélé un âge de - 41 000 ans, soit au cours du premier interpléniglaciaire (phase de réchauffement) du Würm. La morphogénèse (ensemble des processus de mise en place des formes du paysage) de la terrasse de la Guillotière n'a donc pas eu lieu uniquement au Fini-Würmien mais a débuté bien avant, ce qui constitue un résultat notable et inédit!

📢 Visualisation de l'évolution topographique du site

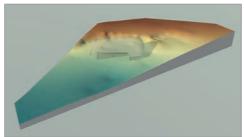
La gestion informatique des données topographiques, leur intégration dans un système d'information géographique (SIG) et l'usage de logiciels de modélisation vont permettre de calculer surfaces, volumes et pentes, et de réaliser plusieurs modèles numériques de terrain (MNT). Ainsi est née une série de propositions de restitutions du site à travers les âges, phénomènes naturels et anthropiques confondus, mettant en évidence le fait qu'un paysage est un objet dynamique et non figé.



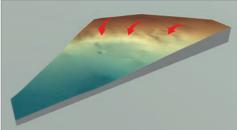
1. Terrasse uvio-glaciaire dans son état initial



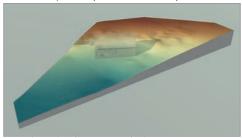
2. Entaille des carrières antiques sur le anc nord-ouest de la terrasse



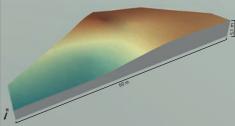
3. Implantation d'un premier bâtiment médiéval sur poteaux (n VIº-milieu VIIº s.)



4. Apport de remblais comblant en partie les carrières anciennes



5. Implantation d'un nouveau bâtiment médiéval sur mur solin (VIIº-VIIIº s.)



6. Disparition des structures et remblaiement progressif durant le Moven Age

Deux entailles en forme de conque : les fantômes d'une carrière ?

Sur le versant nord de la terrasse, deux entailles anthropiques hémisphériques semblent résulter d'une extraction de sable et de galets au début de notre ère. Elles ont été comblées par des remblais antiques issus de crémations et d'inhumations datées, d'après la céramique, entre le milieu du Ier s. et le milieu du IIe s. ap. J.-C. La modélisation a rendu possible le calcul du volume de matériaux extraits: 118 m³.



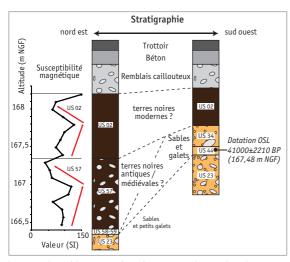
emplacement des bâtiments médiévaux et des carrières antiques du 23, rue Marc Bloch

Du sable et des galets : pour quoi faire ?

La présence dans le quartier de la voie reliant les cités antiques de Vienne et *Lugdunum* suggère une hypothèse d'utilisation : la quantité de matériaux extraits aurait pu permettre la construction d'un tronçon de chaussée d'une centaine de mètres de longueur pour 5,80 m de largeur et 0,20 m d'épaisseur.

Les « terres noires »

Une grande partie des niveaux anthropisés est constituée de sédiments sombres, assez organiques, à la texture sablo-limoneuse présentant un faciès de type « terres noires », identifiées sur divers sites archéologiques pour leurs propriétés agriculturales.



logs stratigraphiques : analyse des terres noires et datation OSL de l'un des dépôts glaciaires Rue Marc Bloch, deux dépôts de ce type - l'un datant des VII^e-VIII^e s. (haut Moyen Âge), l'autre du XVII^e s. (époque moderne), révèlent l'usage agricole de ces terres sur la longue durée.

Une butte, un espace plan, un habitat

Le traitement en trois dimensions des données archéologiques autorise non seulement à évoquer des élévations disparues mais aussi à restituer l'environnement immédiat de cette occupation humaine.

1492-

ARCHÉOLOGIE ET IMPRESSION 3D

• Qu'est ce qu'un FabLab ?

Un laboratoire de fabrication

Espace de création et de fabrication numérique ouvert à tous, la **Fabrique d'Objets Libres**, premier **FabLab lyonnais**, permet à chacun de découvrir, d'inventer et de fabriquer tout type d'objet.



(© Fabrique d'Objets Libres)

Véritable laboratoire citoyen de fabrication, un FabLab met à disposition de ses adhérents des outils à commande numérique et des matières premières permettant de

concevoir et de fabriquer localement des objets libres.

C'est une plate-forme pluridisciplinaire collaborative qui mêle les profils (techniciens, informaticiens, ingénieurs, scientifiques, bricoleurs, créateurs...) et les générations afin de réunir tous types de compétences.

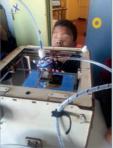


la découpe vinyle (© FOL)

Les machines



l'imprimante 3D (© Fabrique d'Objets Libres)









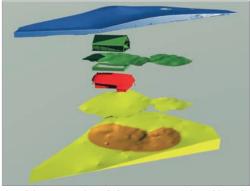
la découpe laser (© FOL)



Du modèle numérique à la maquette imprimée

Conception

Chaque couche ou strate fouillée (soit les dépôts sédimentaires et les occupations humaines s'accumulant dans le temps) est enregistrée dans une base de données dans d'un logiciel spécifique (système d'information géographique ou modeleur géologique). Chaque élément de la topographie est ainsi caractérisé par sa localisation, son altitude et sa chronologie. Il ne s'agit ensuite « que » de relier ces unités



modèle 3D numérique de la maquette stratigraphique du site archéologique. (© SAVL, H. Tronchère)

stratigraphiques en fonction de ces quatre caractéristiques, pour obtenir, par interpolation, une série de surfaces et de volumes représentant la topographie du site étudié époque après époque. Les volumes tridimensionnels ainsi obtenus, chacun correspondant à une strate, sont ensuite exportés vers les imprimantes 3D.

La modélisation des bâtiments s'apparente à un travail d'architecte. Depuis les plans établis par les archéologues les élévations des bâtiments sont reconstituées. Une fois la reconstitution 3D terminée, les fichiers sont exportés vers les imprimantes.

Réalisation

Une fois les fichiers obtenus et vérifiés, la maquette est réalisée. D'abord, sur l'ordinateur, un logiciel découpe le modèle en **tranches très fines**. Ensuite, l'imprimante 3D fait **chauffer du plastique**, ce qui le rend liquide, et lui permet de « dessiner » chaque tranche sur le plateau de la machine. En refroidissant, le plastique redevient solide. En empilant toutes ces couches, on voit apparaître un objet en volume, ou 3 dimensions.



évocation en 3D de la première maison médiévale sur ossature de poteaux (© SAVL, H. Tronchère)



évocation en 3D de la deuxième maison médiévale sur mur solin (© SAVL, H. Tronchère)



impression 3D des différentes pièces de la maquette (© Fabrique d'Objets Libres)



La reproduction d'objets archéologiques



oule (pot à cuire) des VII-VIIIe s.

Combler les manques

La plupart du temps, la vaisselle de nos ancêtres nous parvient cassée en fragments appelés **tessons**. Il faut les recoller afin d'obtenir, si possible, un profil complet du vase originel. Il est ensuite dessiné par le **céramologue**, qui restitue le profil symétrique afin de reconstituer le volume de l'objet. A partir de ce dessin en deux dimen-

sions (2D), il devient possible de réaliser un modèle en 3D. Les informations graphiques sont ensuite transformées informatiquement pour être imprimées.

Le fac-similé, pour quoi faire?



impression 3D : réplique de forces antiques (© Fabrique d'Objets Libres)

La reproduction à l'échelle 1 ou en réduction d'un artefact et / ou de paysages anciens s'insère dans une démarche à la fois scientifique, technique et pédagogique:

- Elle permet par exemple de tester la validité des interprétations d'un site ou d'un objet au cours de la phase d'analyse et d'étude qui fait suite à la fouille.
- S'il est jugé utile d'exposer dans un musée, un vestige ou un objet trop fragile (sensibilité à la lumière, aux vibrations, à l'humidité...), il est

possible d'en utiliser une réplique.

- De plus, la reproduction pouvant s'exercer à l'infini à partir du modèle numérique, il devient envisageable de proposer aux publics de toucher le fac-similé afin de profiter d'un contact direct avec la morphologie et le volume du mobilier ancien. Cette forme de médiation est particulièrement adaptée aux personnes déficientes visuelles.

RETROUVEZ NOUS POUR DES ATELIERS TOUS PUBLICS:

A Bron, MJC Louis Aragon, place Gaillard Romanet

🛣 le vendredi 3 octobre de 17h à 21h

♣ le vendredi 10 octobre de 14h à 18h

🗚 A Lyon, mairie du 7º arrondissement, place Jean Macé

▼ le vendredi 17 octobre de 14h à 20h

... AINSI QUE SUR NOTRE SITE INTERNET

www.fablab-lyon.fr























mention contraire, photos et plans © SAVL

SVP: NE PAS JETER SUR LA VOIE PUBLIQUE