

Vergnieux 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



P. DESSAINT, E. BERNOT,

*Exemple d'application 3D en archéologie préventive : la restitution des
galeries souterraines des pentes de la Croix-Rousse à Lyon*

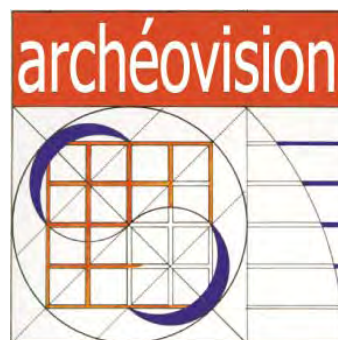
pp. 147-150



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 —

Exemple d'application 3D en archéologie préventive : la restitution des galeries souterraines des pentes de la Croix-Rousse à Lyon

Philippe Dessaint, archéologue infographiste
Service archéologique de la ville de Lyon, 10 rue Neyret 69001 LYON
pdessaint@orange.fr

Emmanuel Bernot, archéologue du bâti
Service archéologique de la ville de Lyon, 10 rue Neyret 69001 LYON
emmanuel.bernot@mairie-lyon.fr

Résumé : En 2008 à Lyon, un ensemble de galeries souterraines, connu depuis la fin des années 1950 et dit "en arêtes de poisson", a fait l'objet d'un diagnostic archéologique, en préalable au percement d'un nouveau tube au tunnel de la Croix-Rousse. La conception d'une maquette en 3D a permis aux archéologues d'accompagner leur réflexion scientifique sur cette infrastructure complexe.

L'objectif de la modélisation était de restituer l'état initial du réseau. Le modèle numérique a été élaboré grâce à une collaboration étroite entre les archéologues et l'infographiste, à partir de plans topographiques complétés par des mesures de terrain et des données d'archives. Différentes hypothèses ont pu être visualisées, pour donner naissance à une restitution permettant de mieux appréhender les fonctions de cet ouvrage à l'architecture originale et jusqu'à présent unique.

Mots-clés : modélisation 3D, archéologie préventive, galeries souterraines, arêtes de poisson, Lyon

Abstract : In 2008 an ensemble of underground galleries, known since the 50s and called "en arêtes de poisson", was the object of an archeological survey prior to the construction of a new lane in the tunnel of "Croix Rousse" in Lyon.

The conception of a 3D model proved out to be quite helpful for archeologists as far as their comprehension of that complicated architectural construction went.

The goal of this 3D model was to reconstitute the original state of the galleries. The digital model came as a result of a close collaboration between archaeologists and the computer graphics designer and it was based on topography plans and measurements taken on the site. A series of different hypothesis was put together in order to produce a restitution of the space and communication system. As a result this restitution allowed researchers to understand the different functions of that extraordinary architectural ensemble.

Keywords : 3D model in archeology, underground galleries, arêtes de poisson, Lyon

CONTEXTE TECHNIQUE ET SCIENTIFIQUE DE L'INTERVENTION

En 2008, dans le cadre de la rénovation lourde du tunnel de la Croix-Rousse à Lyon, le Service régional de l'archéologie de Rhône-Alpes a prescrit une étude détaillée du réseau souterrain dit "en arêtes de poisson" menacé par les travaux. En 1941 déjà, deux galeries appartenant à cet ouvrage avaient été endommagées par le percement du tunnel routier traversant la colline de la Croix-Rousse. À cette époque, l'ampleur du réseau est encore insoupçonnée et il faudra attendre la fin des années 1950 pour qu'il soit progressivement redécouvert. À partir de 1959, les "arêtes de poisson" sont dégagées et les parties dégradées sont bétonnées. L'ensemble s'étend du Rhône au sommet de la colline sous la balme de Saint-Clair.

L'origine de ce vaste réseau, à l'architecture complexe et sans équivalent connu, reste cependant indéterminée.

Le projet actuel de doublement du tunnel menace une partie de l'ouvrage. Réalisé en 2008 par le Service archéologique de la ville de Lyon, le diagnostic archéologique a pour objectif de caractériser la nature, l'étendue, le degré de conservation et la datation de ces vestiges. Le réseau est composé de différents éléments dont il était nécessaire d'étudier l'homogénéité de construction afin de déterminer s'il s'agit d'un tout ayant une même fonction, ou de galeries qui se sont interconnectées au gré de leurs constructions.

Outre leur architecture originale, la particularité des "arêtes de poisson" est l'absence de toute source documentaire nous éclairant sur leur construction, ou sur leur existence antérieurement aux années 1930 (découverte de la galerie Morin en 1932).

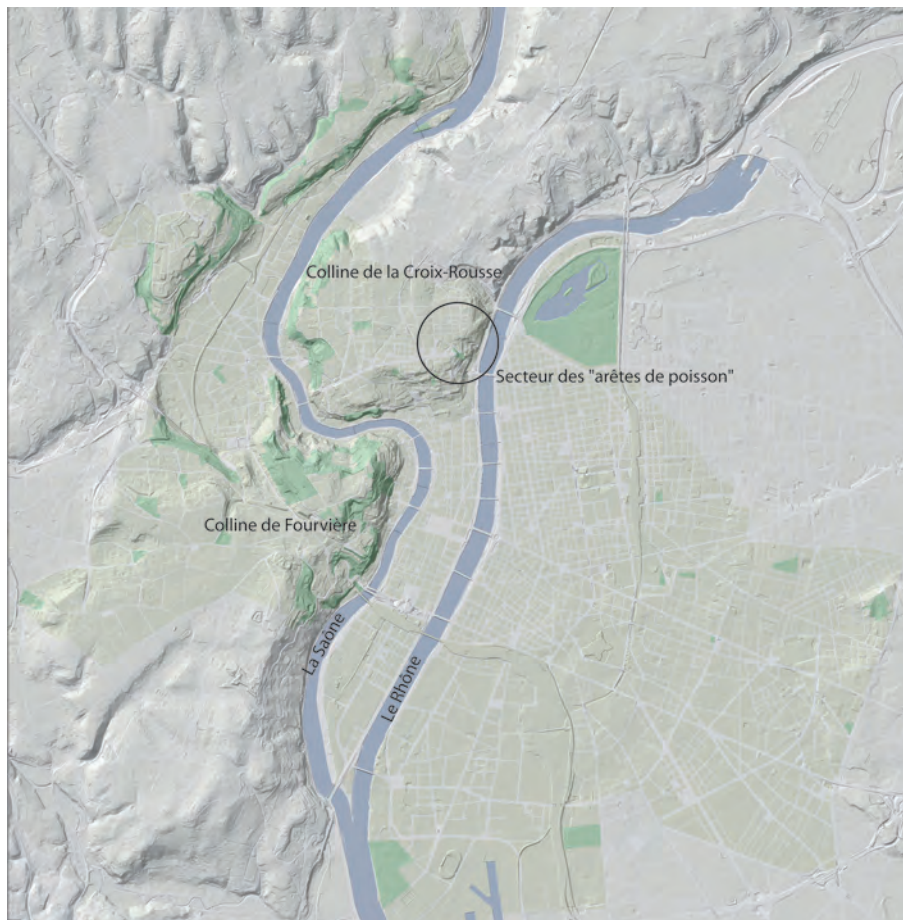


Fig. 1. Lyon, plan de situation du réseau souterrain.

LE RÉSEAU DES ARÊTES DE POISSONS

Le réseau se développe d'est en ouest, du Rhône au sommet de la colline de la Croix-Rousse.

Il s'articule autour d'une galerie principale (la colonne vertébrale), longue d'au moins 156 m et marquée par trois coudes successifs. De part et d'autre de cette colonne se déploient trente-deux galeries, organisées par paires (les arêtes). Chacune de ces arêtes, longue d'une trentaine de mètres et terminée en cul-de-sac, est reliée à la galerie principale par un puits carré. À l'origine, ces seize puits remontaient à la surface et descendaient aussi vers une seconde colonne vertébrale, construite à l'aplomb de la première, dont elle reprend le plan sans cependant desservir d'arête. Au total, pour le réseau en arêtes de poisson, plus de 1,4 km de galeries ont été creusés et maçonnés.

Au nord, plusieurs autres galeries (les antennes), d'une architecture en tout point comparable, s'inscrivent dans la continuité de cet ouvrage. Elles sont reliées aux arêtes de poisson par l'intermédiaire d'une galerie de 123 m de long qui se raccorde à l'un des puits de l'antenne sud. Chacune de ces antennes se compose d'une succession de tronçons horizontaux disposés en paliers, permettant de suivre la

pente ascendante de la colline à une profondeur constante par rapport à la surface. Ces tronçons sont connectés les uns aux autres par des puits qui, à l'origine, débouchaient probablement sur l'extérieur. On peut sur ce principe restituer vingt-trois puits au-dessus de l'antenne sud, dont dix sont attestés, et onze au-dessus de l'antenne nord.

Plusieurs salles voûtées ont été construites, à intervalle variable, au-dessus des antennes. Elles semblent bâties sur le même plan, bien visible pour deux d'entre-elles qui sont presque intégralement conservées. Près de onze salles peuvent être restituées grâce aux observations de terrain, aux plans anciens et aux documents d'archives.

L'extension nord du réseau s'étend sur une longueur d'au moins 300 m et comporte, dans son état actuel de dégagement, plus de 520 m de galeries. Leur étendue ne nous est cependant pas intégralement connue.

UNE REPRÉSENTATION TRI-DIMENSIONNELLE

La question de la représentation de cet ensemble s'est rapidement posée. Les galeries sont installées sous la balme de Saint-Clair, qui présente une forte déclivité à la surface (70 m de dénivelé). L'architecture du réseau souterrain s'est adaptée à cette topographie, aboutissant à une série de

puits et à plusieurs niveaux de galeries. Pour ces raisons, l'appréhension du réseau ne pouvait se satisfaire d'une représentation en plan.

Les objectifs de la maquette :

- en premier lieu, il s'est agi d'accompagner la réflexion scientifique au fur et à mesure du traitement des données en post-fouille. Une vue tridimensionnelle permet d'aborder le réseau dans son ensemble. Lors de la phase terrain comme de la post-fouille, il est en effet apparu très difficile de se représenter ces aménagements et de se situer dans l'espace. La maquette en 3D permet également de comprendre le fonctionnement, les liens entre les différentes galeries et la logique de circulation. Les hypothèses formulées peuvent être visualisées, validées ou supprimées, au cours d'un travail conjoint de l'archéologue et de l'infographiste.
- au terme de l'étude, la restitution la plus pertinente de l'architecture originelle a été proposée, illustrant ainsi les conclusions de l'analyse archéologique. Cette maquette peut s'adresser au grand public et offrir une vue de ce réseau inaccessible aux visites.
- enfin, cette maquette en 3D, en tant qu'élément de la documentation scientifique du diagnostic archéologique, participe à la conservation des informations concernant les tronçons qui seront détruits par les travaux de percement du nouveau tube.

Pour concevoir la représentation tridimensionnelle, il a été nécessaire de réaliser au préalable un plan du réseau tel qu'il apparaît aujourd'hui, en distinguant les phases de restauration de l'état originel et en intégrant les différentes altitudes et gabarits des galeries. Plusieurs sources ont ainsi été compilées :

- le plan général des réseaux coté en altitude, fourni par les services du Grand Lyon, a servi de base pour le géoréférencement des galeries.
- des documents topographiques (plans et coupes) datant des années 1960 ont procuré de précieuses informations sur l'état *hab initio* de certains tronçons de galeries.

L'équipe a travaillé durant deux mois sur le terrain pour collecter un maximum de données. L'intégralité des galeries accessibles composant les arêtes de poisson a été visitée, ainsi que les souterrains avoisinants. Les observations faites sur l'état initial ont donné lieu à des mesures manuelles complémentaires. Des sondages au sol et aux murs ont été réalisés, et une campagne de relevés topographiques à l'aide d'un tachéomètre a permis de compléter les plans initialement fournis.

Le plan du réseau a été mis au point à l'aide d'un logiciel vectoriel et géoréférencé sur un SIG (système d'information géographique).

La représentation virtuelle a été élaborée sur un logiciel de CAO 3D au fur et à mesure de l'étude, secteur par secteur. Chaque gabarit de galerie est défini à l'aide des résultats

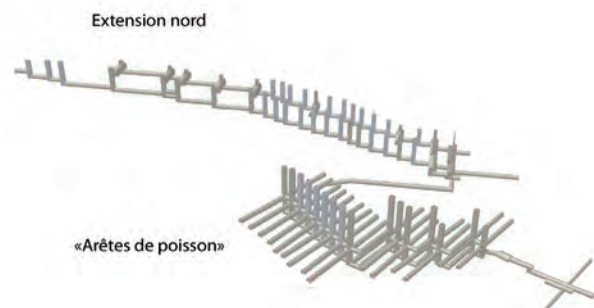


Fig. 2. Vue 3D du réseau souterrain.

des observations de terrain et des sondages pratiqués dans les murs. Les maçonneries originelles sont matérialisées à l'aide d'un parement d'une épaisseur standard de 30 cm, et les radiers par une surface sans épaisseur. En accord avec les résultats des sondages archéologiques pratiqués aux intersections d'arêtes (négatifs de madrier), des hypothèses sur les systèmes de circulation et notamment les passages de puits ont pu être visualisées.

L'intégration de cette infrastructure dans la topographie actuelle peut être étudiée à l'aide du modèle numérique de terrain TIN fourni par les services du Grand Lyon.

Le modèle 3D s'est révélé être un outil de travail souple et précis pour l'étude scientifique de cet ouvrage.

SYNTHÈSE SCIENTIFIQUE

Le réseau dans son ensemble, composé des arêtes et des antennes, est homogène et donc construit d'un seul tenant. Si les fonctions de ses différents éléments peuvent faire l'objet d'hypothèses plausibles (stockage et circulation Rhône-colline), il n'en est pas de même de sa datation. Le matériel collecté lors de la phase de terrain, en cours d'analyse, ne permet pas aujourd'hui de proposer un cadre chronologique absolu. Aucune caractéristique constructive ne rattache cet ouvrage à une quelconque période. Toutefois, deux postulats peuvent être proposés :

- d'une part, il existait des structures construites en surface de la colline pour y rattacher et justifier une telle infrastructure souterraine,
- d'autre part, l'urbanisation de la balme était suffisamment clairsemée pour faciliter le creusement des nombreux puits.

Le parallélisme des réseaux avec une citadelle construite à la fin du *xvi*^e siècle constitue le seul élément dont nous disposons actuellement. Commandée par Charles IX, la citadelle Saint-Sébastien ne fonctionnera que vingt-et-un ans avant d'être démantelée. Celle-ci offre un débouché logique au réseau reliant le Rhône à cet ouvrage militaire. Qui plus est, les travaux d'ampleur réalisés en surface à cette occasion peuvent expliquer que la construction du réseau souterrain soit passée inaperçue aux yeux des contemporains.

PERSPECTIVE

Le service archéologique de Lyon a développé un système d'information archéologique dont l'objectif est de réaliser l'inventaire des découvertes, récentes et anciennes, sur le territoire de la ville. Cette application baptisée AlyAS se décline en plusieurs modules et permet la gestion des données de fouille, de la documentation de terrain, des informations administratives, des cartes et plans anciens. Alyas constitue une base documentaire associant données attributaires et cartographiques organisées hiérarchiquement par site, opérations et vestiges.

L'apparition de SIG de nouvelle génération, intégrant la 3^{ème} dimension, ouvre de nouvelles possibilités pour l'analyse spatiale. Un projet d'intégration des modélisations en 3D dans AlyAS est en cours de réflexion ; la maquette virtuelle des arêtes de poissons en serait la première pierre.

Bibliographie

Bernot E., C. Ducourthial, Ph. Dessaint (2008) : *Rapport de diagnostic d'archéologie préventive – Le réseau souterrain des "arêtes de poisson"*, Service archéologique de la ville de Lyon, Lyon.

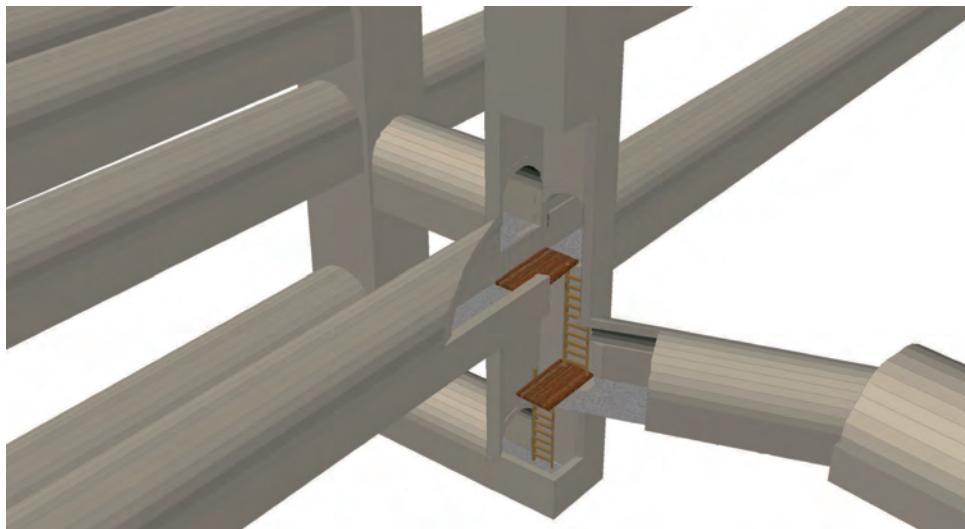


Fig. 3. Détail du puits P1.

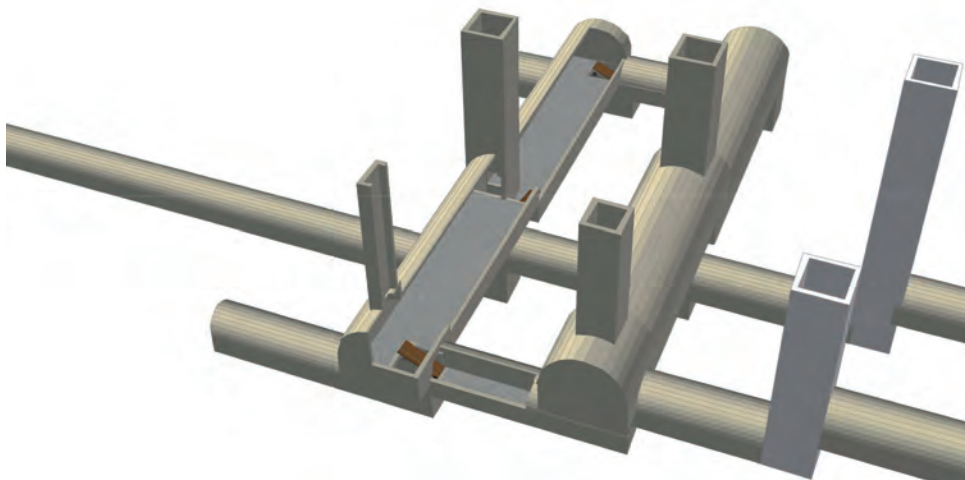


Fig. 4. Détail des salles nord.