

# Bulletin du centre d'études médiévales d'Auxerre

Numéro 7 (2003)

Varia

---

Stéphane Büttner

## **Géoarchéologie des liants de maçonnerie en Bourgogne du nord (Ve- XIXe siècle). Évolution historique et technique - Contribution aux études archéologiques de l'abbaye Saint- Germain d'Auxerre et du chevet de la Madeleine de Vézelay**

Thèse de doctorat en Environnement et Archéologie,  
Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), sous la  
direction d'Alain Tabbagh, janvier 2003

---

### **Avertissement**

Le contenu de ce site relève de la législation française sur la propriété intellectuelle et est la propriété exclusive de l'éditeur.

Les œuvres figurant sur ce site peuvent être consultées et reproduites sur un support papier ou numérique sous réserve qu'elles soient strictement réservées à un usage soit personnel, soit scientifique ou pédagogique excluant toute exploitation commerciale. La reproduction devra obligatoirement mentionner l'éditeur, le nom de la revue, l'auteur et la référence du document.

Toute autre reproduction est interdite sauf accord préalable de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France.



Revues.org est un portail de revues en sciences humaines et sociales développé par le CLEO, Centre pour l'édition électronique ouverte (CNRS, EHESS, UP, UAPV).

---

### Référence électronique

Stéphane Büttner, « **Géoarchéologie des liants de maçonnerie en Bourgogne du nord (Ve-XIXe siècle).** Évolution historique et technique - Contribution aux études archéologiques de l'abbaye Saint-Germain d'Auxerre et du chevet de la Madeleine de Vézelay », *Bulletin du centre d'études médiévales d'Auxerre* [En ligne], 7 | 2003, mis en ligne le 05 décembre 2007. URL : <http://cem.revues.org/index3642.html>

DOI : en cours d'attribution

Éditeur : Centre d'études médiévales Saint-Germain d'Auxerre

<http://cem.revues.org>

<http://www.revues.org>

Document accessible en ligne à l'adresse suivante : <http://cem.revues.org/index3642.html>

Document généré automatiquement le 02 octobre 2009. La pagination ne correspond pas à la pagination de l'édition papier.

© Tous droits réservés

Stéphane Büttner

# Géoarchéologie des liants de maçonnerie en Bourgogne du nord (Ve-XIXe siècle). Évolution historique et technique - Contribution aux études archéologiques de l'abbaye Saint-Germain d'Auxerre et du chevet de la Madeleine de Vézelay

Thèse de doctorat en Environnement et Archéologie, Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), sous la direction d'Alain Tabbagh, janvier 2003

- 1 Les mortiers, ou plus généralement les liants de maçonnerie, sont des produits particuliers dont les caractéristiques intrinsèques sont le reflet à la fois de facteurs environnementaux, à travers les matières premières d'origine géologique qui ont été utilisées, mais également de facteurs purement anthropiques, que sont les aspects culturels, techniques et historiques. Ces facteurs conjugués commandent les principes de construction et de mise en œuvre. La maçonnerie est, à ce titre, la représentation d'une culture et d'un environnement que l'homme a su et pu exploiter. Le but de cette étude est alors multiple et complexe. Un des centres d'intérêt essentiel est d'identifier les sources géologiques d'approvisionnement en matériaux qui ont pu être sollicitées. L'autre objectif primordial est d'insérer les mortiers, caractéristiques des maçonneries auxquelles ils appartiennent, dans les problématiques de l'archéologie du bâti ou de ces vestiges, et parmi celles-ci, le souci chronologique est fondamental.
- 2 Afin de réunir les éléments de caractérisation des mortiers qui permettront d'établir une typologie à partir de laquelle des réponses aux questions avancées vont pouvoir être données, le choix s'est porté sur les éléments abordables par l'étude pétrographique. De manière évidente, les éléments de minéraux et de roches qui figurent dans le granulat des mortiers permettent de relier chaque type reconnu à un environnement géologique particulier. Les méthodes d'approche vers l'archéologie du bâti et de ses vestiges à travers la typologie des mortiers sont plus complexes et nécessitent une corrélation étroite entre la démarche pétrographique et les investigations menées par les archéologues.

## Antécédents, choix analytiques et méthodologie

- 3 Dans cette première partie, après un rappel historiographique et une analyse critique des différentes méthodes d'études des mortiers (analyses physico-chimiques, granulométriques, datations radiocarbones, essais mécaniques), les principes du protocole analytique choisis sont développés. Ceux-ci visent à caractériser les différents types de mortiers à partir d'observations macroscopiques et microscopiques permettant la caractérisation des différents composants (nature du liant ; nature, forme, taille du granulat et des ajouts) d'estimer leurs proportions respectives, ainsi que d'apprécier quelques caractéristiques physiques élémentaires (couleur globale ; forme, taille et pourcentage de la porosité apparente ; résistance apparente...). L'analyse pétrographique apparaissant comme une des rares méthodes d'analyse qui permette de considérer le liant de maçonnerie dans son intégralité (liant et granulat), celle-ci a déjà été abordée par de nombreux auteurs (Frizot, 1975<sup>1</sup> ; Palazzo-Bertholon, 1998<sup>2</sup>...).
- 4 En effectuant des recoupements avec certaines données issues de l'étude archéologique et de la stratigraphie en particulier, cette caractérisation des mortiers peut souligner au mieux

l'événement chronologique que représente la construction d'un mur ou sa reprise dont il est un composant intrinsèque. Le liant de maçonnerie peut alors devenir un véritable "fossile directeur" au même titre que tout autre mobilier à caractère typo-chronologique retrouvé en fouilles (datation relative). Ce rapprochement effectué, on comprend mieux qu'il est impossible que ce seul type de matériau apporte une réponse certaine à la question du phasage chronologique. Cependant, associée à tout un ensemble d'autres éléments d'ordre chronologique, en particulier à la stratigraphie, l'étude des mortiers peut permettre de resserrer la fourchette chronologique à laquelle appartient la construction concernée. Ainsi, lorsque le mortier d'un mur est comparable à certains échantillons de référence issus de maçonneries clairement caractéristiques de certaines phases de construction, il est proposé à l'archéologue de faire appartenir ce mur à la phase chronologique à laquelle appartiennent alors ces échantillons de référence (principes de typonologie). En ce sens, l'étude des mortiers, dans un objectif de soutien à l'élaboration de la chronologie des phases de constructions d'un site, ne se situe pas en parallèle de l'étude archéologique mais en fait partie intégrante.

5 Ce type d'examen nécessite également une bonne connaissance de l'environnement géologique du site étudié car les conditions locales jouent un grand rôle dans les caractéristiques du produit fini et de ses composants.

## Les mortiers dans la chronologie des sites archéologiques

6 Dans cette deuxième partie, la méthode de caractérisation des mortiers a été appliquée aux sites de l'abbaye Saint-Germain d'Auxerre et de la basilique Sainte-Madeleine de Vézelay en liaison étroite avec l'archéologie du sous-sol ou du bâti. Nous insistons plus particulièrement sur l'édifice auxerrois dont la profondeur chronologique laissait espérer une certaine variabilité des types de liants de maçonnerie utilisés en fonction des phases de construction. L'élaboration d'un référentiel typologique in situ révélera une corrélation certaine entre des types de mortiers et des phases de construction.

### L'étude des mortiers de l'abbaye Saint-Germain d'Auxerre (V<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> siècles)

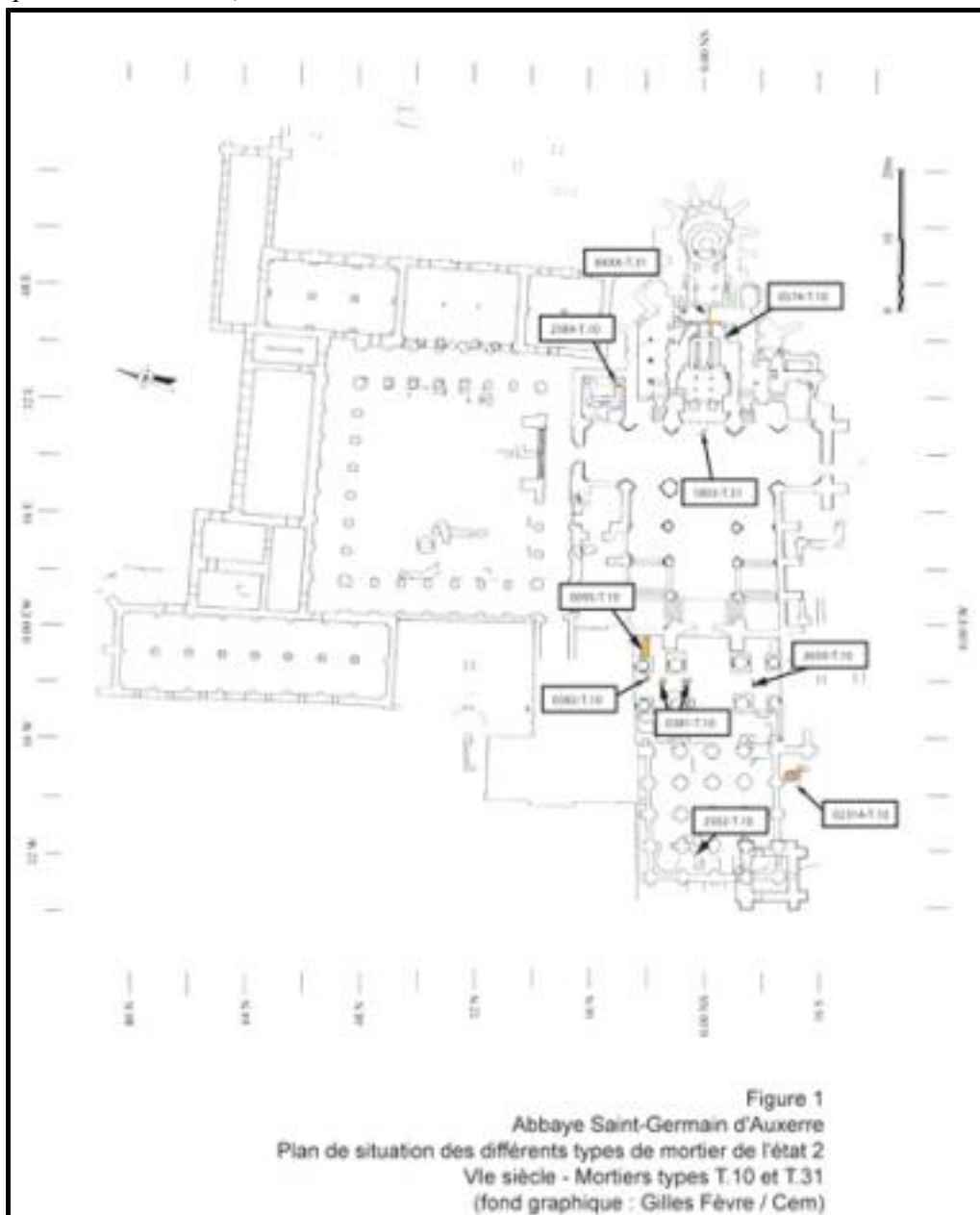
7 Les recherches archéologiques, menées sur le site de l'abbaye Saint-Germain d'Auxerre de 1986 à 1997 par Christian Sapin<sup>3</sup> et son équipe, avaient comme objectifs primordiaux de connaître au mieux l'origine de l'abbaye et les modifications architecturales importantes que celle-ci avait pu subir au cours de son histoire. L'ensemble des données archéologiques a pu être synthétisé pour aboutir ainsi à quinze états successifs, couvrant une période de quelques quatorze siècles (V<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> s.). Cette synthèse archéologique, qui a mené à la compréhension de la stratigraphie générale du site, n'a pu être réalisée qu'avec le concours et le soutien scientifique d'études tels que l'analyse des matériaux de construction et des techniques du bâti dans laquelle s'intègre la présente étude. En plus de cette profondeur chronologique nous ouvrant un champ d'application méthodologique exceptionnel, le site d'Auxerre offre l'intérêt majeur de présenter une situation géologique originale. La ville est en effet construite sur les bords de l'Yonne, dans une zone limite entre les terrains du Jurassique et du Crétacé ; ses bâtisseurs ont pu ainsi disposer de matériaux extrêmement variés (pierres de construction, pierres à chaux, sables...).

#### *L'établissement d'une typologie de référence*

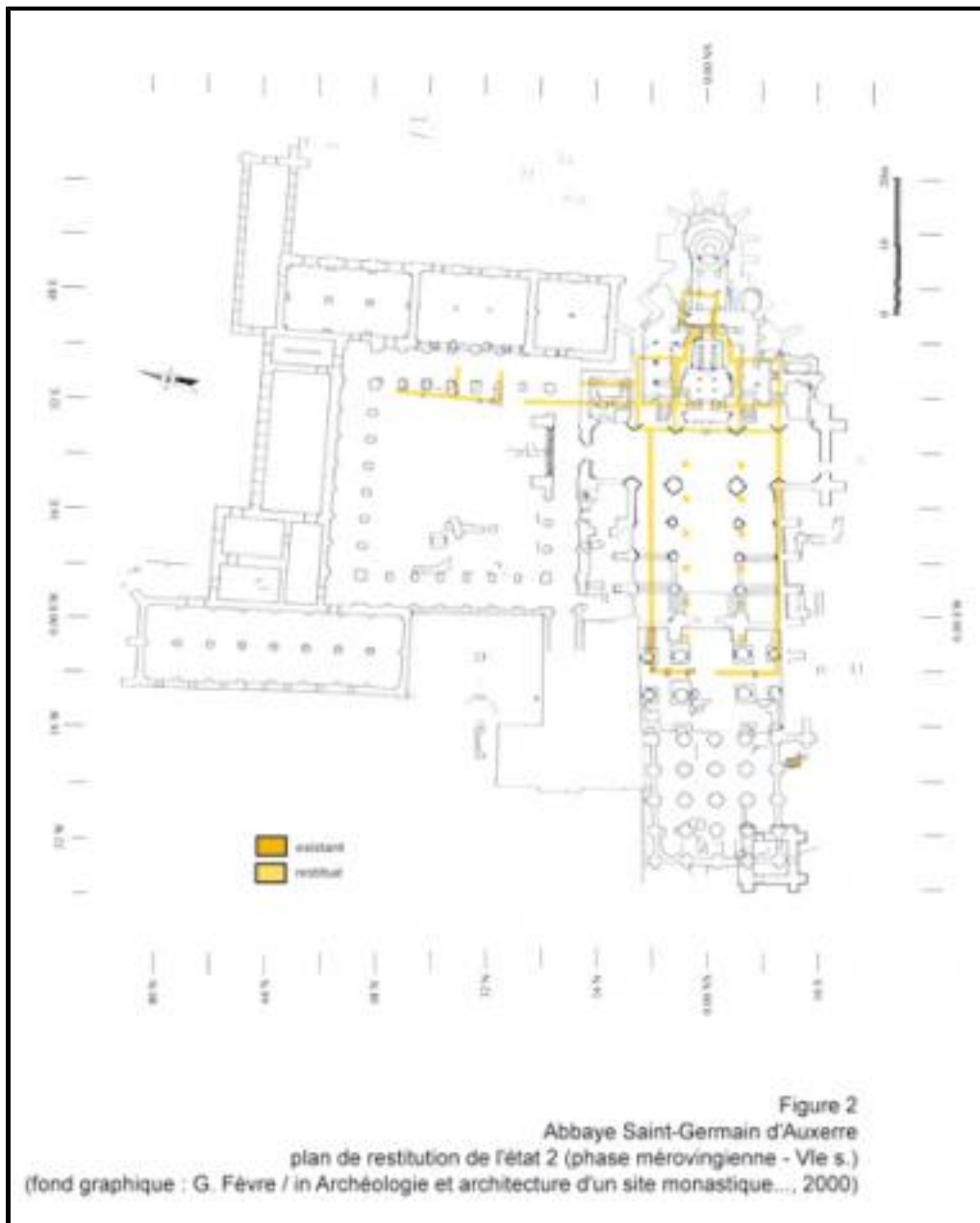
8 L'analyse des mortiers a donc été engagée afin de vérifier ou de fournir des éléments de corrélations stratigraphiques, et donc de chronologie relative, entre les différentes maçonneries découvertes sur l'ensemble du site (avant-nef, cloître, cryptes). Dans cet optique, des prélèvements systématiques ont été effectués sur chaque maçonnerie dégagée et étudiée. Trente échantillons ont été sélectionnés parmi près de 2000 prélèvements pour leurs caractéristiques typonologiques. C'est à ce référentiel établi par l'étude

péetrographique (fig. n<sup>os</sup> 1 et 2) qu'est comparé l'ensemble de l'échantillonnage afin de confirmer, infirmer, voire révéler l'appartenance des différentes maçonneries aux phases successives de construction et d'aménagements de l'abbaye, que celles-ci soient encore en élévation ou découvertes en fouilles. Les différentes maçonneries, ayant fait l'objet de prélèvements de mortier, ont pu ainsi être regroupées suivant les types de référence élaborés objectivement et calés stratigraphiquement. Un des critères discriminants élémentaire, qui est la nature péetrographique des sables utilisés, va nous permettre de réfléchir ensuite à la manière dont les sources géologiques ont été sollicitées au cours du temps (sables silico-calcaires des alluvions anciennes et modernes de l'Yonne, sables silico-calcaires à grèse d'origine portlandienne provenant des zones de convergence entre alluvions et colluvions, sables fins quartzeux de l'Albien).

9



10



### *Les différents états caractérisés ou confirmés par l'étude des mortiers*

- 11 L'analyse pétrographique des mortiers a ainsi permis de confirmer la cohérence d'un petit oratoire primitif datable du V<sup>e</sup> siècle mis en évidence au niveau des cryptes (état 1 - mortier type T.24). L'évolution de cette construction originelle en une véritable basilique dès l'époque mérovingienne est également corroborée par l'étude des mortiers (états 2 et 3 - mortiers types T.10, T.31 et T.17 – fig. n° 3). La structure semble ensuite s'organiser en véritable monastère durant les VIII<sup>e</sup> et IX<sup>e</sup> siècles, avec l'édification d'une grande église et l'aménagement des premières véritables cryptes (états 4 et 5 - mortiers types T.04, T.19-20, T.08, T.05 et T.15). Dans les états suivants, clairement datables de l'époque romane, il a été possible par l'analyse des mortiers de souligner l'extension occidentale de l'édifice avec la création d'un espace clairement voûté (états 6 et 7 – mortiers types T.09, T.14, T.07) et d'un premier cloître (état 8 – mortiers types T.27). Outre l'existence de quelques modifications au niveau de l'avant-nef lors des XIII<sup>e</sup> et XIV<sup>e</sup> siècles, cette étude a permis de mieux comprendre les étapes de

construction du chevet gothique encore en élévation aujourd'hui (états 9 et 10 – mortiers T.11, T.25 et T.30).

12

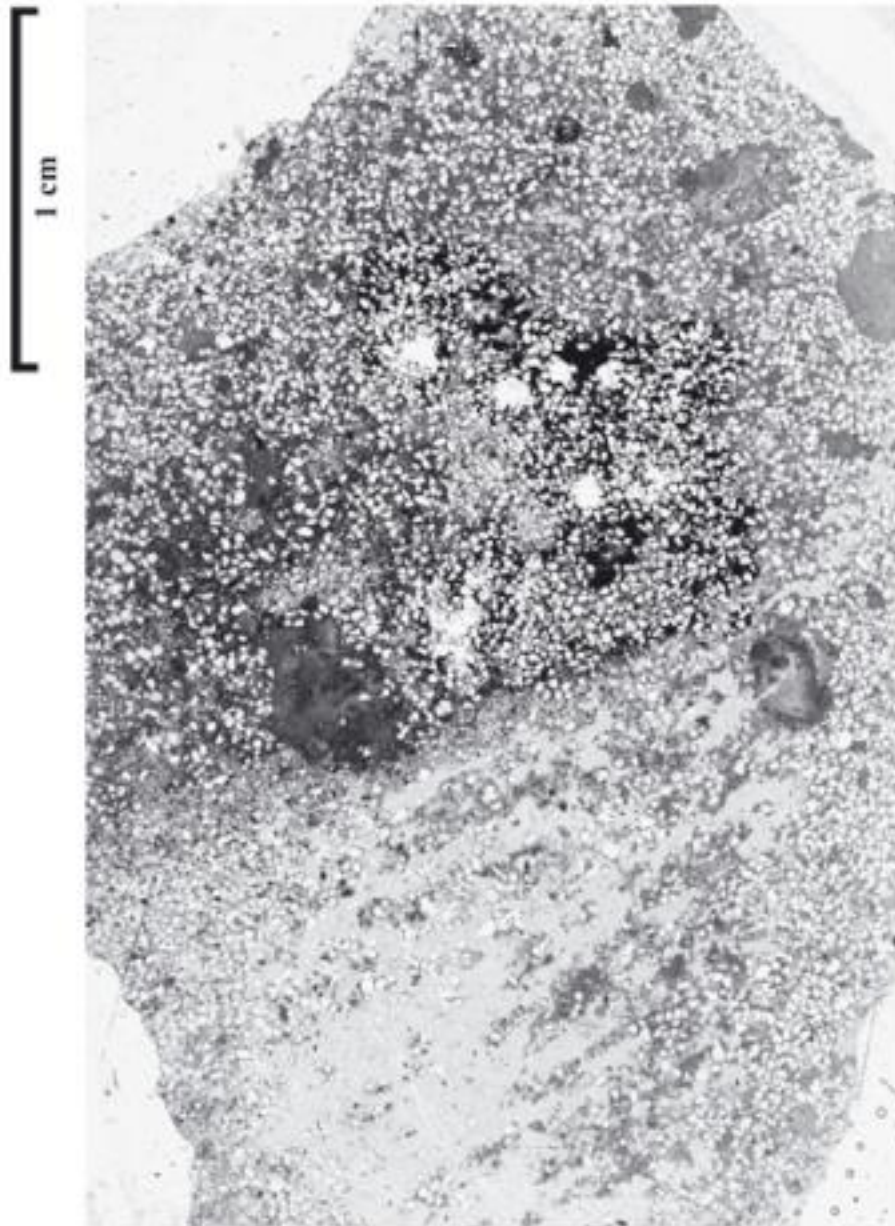


Figure 3 : échantillon de référence 1803T31 (VIe s. - état 2)  
Lame mince (LN) - Abbaye Saint-Germain d'Auxerre  
(maçonnerie du choeur) - Le granulat est composé  
uniquement de quartz (q)

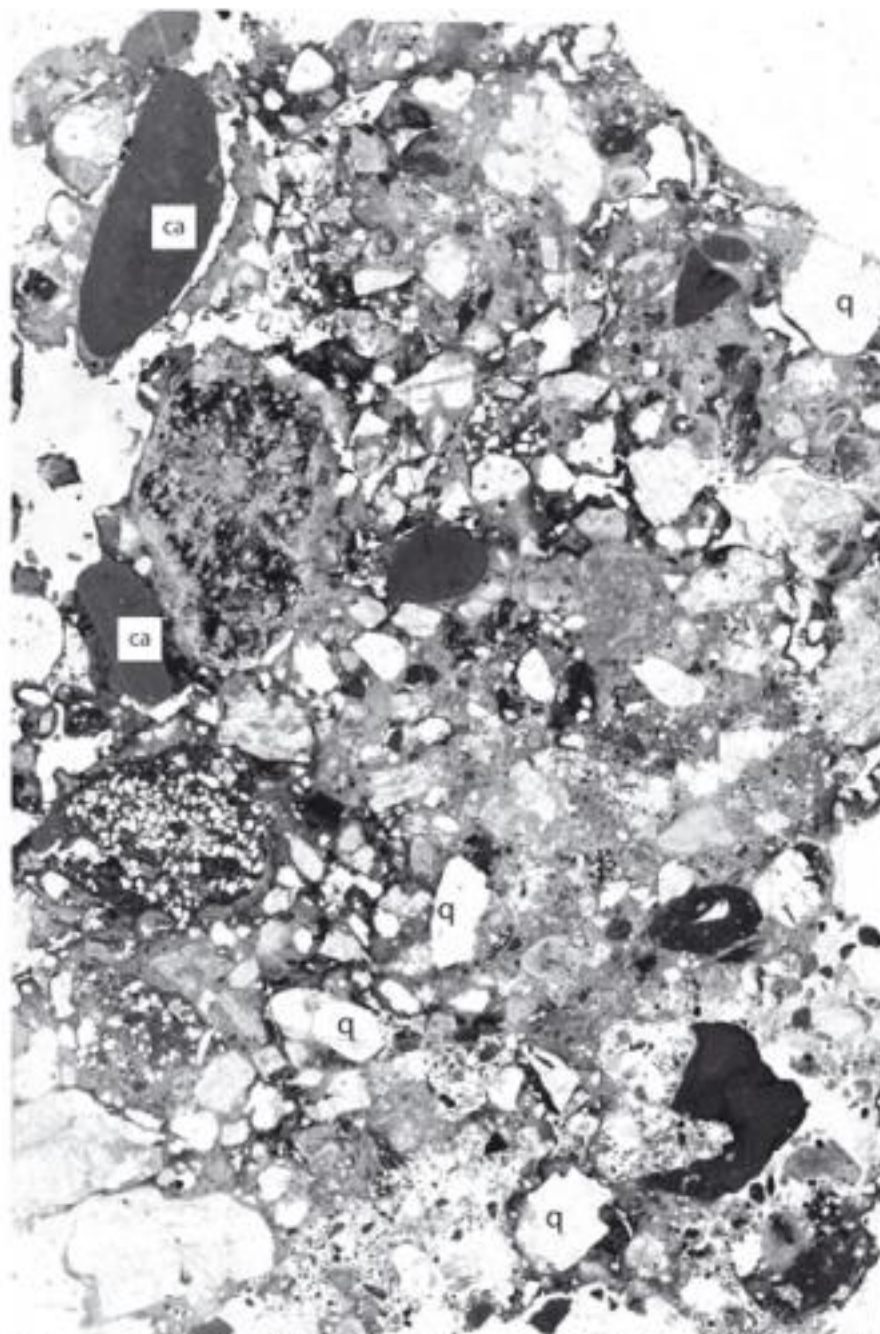


Figure 4 : échantillon de référence 0574T10 (VIe s. -état 2)  
Lame mince (LN) - Abbaye Saint-Germain d'Auxerre  
(crypte - couloir oriental) - Le granulat est polygénique  
(q : quartz, ca : calcaire)

#### *Analyse critique de la méthode*

- 14 Les différentes informations concernant les types de mortiers ont été intégrées dans une base de données informatisée qui gère l'ensemble des informations récoltées lors des fouilles archéologiques.

- 15 En premier lieu, cet outil nous permet de confronter la typologie des mortiers à la stratigraphie générale du site et de mesurer ainsi la pertinence typochronologique de ces objets. Par rapport au référentiel, il révèle généralement des écarts chronologiques d'une centaine d'années au maximum pour des ensembles architecturalement cohérents ; ce pouvoir de résolution est fortement lié au phasage des unités stratigraphiques auxquelles appartiennent les échantillons de référence. Certains individus se situent nettement en dehors de cette frange et révèlent des phénomènes de réminiscence technique, mais plus encore les limites de la méthode d'étude choisie qui ne permet pas toujours de différencier deux échantillons n'appartenant pas à la même phase chronologique. Pour l'abbaye Saint-Germain, un indice de confiance peut s'établir entre 75 et 100 % suivant les phases concernées.
- 16 L'analyse de la répartition spatiale des différents types de mortier est également intéressante quant à la compréhension de certains chantiers majeurs dans l'histoire de l'édifice. Ainsi, certains mortiers apparaissent bien comme caractéristiques de certaines campagnes de construction qui se développent sur l'intégralité du site (type T.17 pour l'époque mérovingienne, T.04 et T.19-20 pour l'époque carolingienne). D'autres encore révèlent des chantiers plus localisés (types T.05, T.07 et T.15 pour la construction de la nef et de l'avant-nef romanes, T.11 et T.25 pour l'édification du chevet gothique). Se pose pourtant la question de la coexistence de certains types. On peut, dans ce cas, évoquer des chantiers simultanés ou une légère diachronie évoquant un arrêt de chantier plus ou moins long au sein d'une même phase de construction.
- 17 De même qu'il est intéressant de confronter la typologie définie à la chronologie générale du site, il est également essentiel, dans ce cadre chronologique établi, d'étudier la variabilité des critères discriminants qui permettent d'établir les types de référence. Un de ces critères fondamentaux semble être la nature minéralogique du sable utilisé pour la fabrication du produit. Alors qu'une majorité des types identifiés, de toutes époques, contient un sable visiblement extrait des alluvions anciennes (40 % des types) ou des zones de convergence entre alluvions et colluvions (25 %), seuls deux types de mortier ont été élaborés à l'aide d'un sable provenant des alluvions modernes (T.19-20 à l'époque carolingienne, T.06 à l'époque romane). Ceci peut s'expliquer par la difficulté d'exploiter ces sables dans le lit mineur du fleuve, ainsi que par la nature argilo-sableuse des dépôts récents qui les rend mal adaptés à l'élaboration d'un mortier. Le dernier type de sable utilisé est de nature quartzuse et provient très vraisemblablement des niveaux crétacés qui existent à quelques kilomètres au nord-est de la ville. Celui-ci a été utilisé lors de toutes les périodes, mais a été employé plus spécifiquement lors d'aménagements carolingiens au niveau de la crypte (T.08), et surtout lors de la reconstruction du chevet à l'époque gothique puisque adapté au moyen appareil à joints fins alors mis en œuvre (T.22, T.28, T.29 et T.30). Ce sable, quartzueux et fin, a été aussi utilisé de manière idéale pour la réalisation d'enduits, éventuels supports de peintures murales. Il est alors concevable d'imaginer un approvisionnement en sable crétacé dans le cadre d'un programme de recouvrement des maçonneries intérieures qui coïncideraient avec des restructurations de l'espace oriental de l'édifice.
- 18 Bien que fondateurs de la typologie de référence, les autres critères discriminants montrent des variations, selon la chronologie, qui ne suivent aucune logique (rapport chaux/granulat, porosité, taille de la porosité, taille et teneurs des nodules de chaux...). Ainsi, aucune combinaison de critères discriminants ne semble être particulièrement représentative de grandes époques spécifiques de construction ou d'aménagements. Ce fait est sans doute inhérent au nombre important de combinaisons qu'il est possible d'obtenir à partir de matériaux divers et de différentes techniques d'élaboration du produit. Cependant, on peut observer une certaine stabilité des types dans leurs caractéristiques, durant des périodes plus ou moins longues (souvent inférieures à 100 ans). Celles-ci révèlent également une constance de fabrication liée à une certaine fidélité dans les sites d'extraction de matière première (en

granulat plus particulièrement) ainsi que dans les techniques d'élaboration et de mise en œuvre durant les quelques quatorze siècles sur lesquels porte cette étude. Cette stabilité des types de mortier tend à démontrer que lorsqu'un choix technique a été fait, il a été maintenu jusqu'à l'aboutissement du chantier concerné.

### Application à l'étude du chevet gothique de la Madeleine de Vézelay

- 19 Cette entreprise, développée en collaboration avec A. Timbert<sup>4</sup>, a été envisagée comme partie intégrante de l'étude des techniques de construction qui devaient permettre de retracer au mieux, en l'absence de textes précis, l'histoire des différents chantiers qui ont mené à l'érection de ce chevet gothique à chapelles rayonnantes. La structure encore en élévation présente un moyen appareil à joints souvent inférieurs au centimètre ; de ce fait la stratégie de prélèvements n'a pu être systématique et a parfois nécessité l'utilisation d'un carottier.
- 20 L'analyse des mortiers et leur regroupement typologique ont pu permettre de conforter certaines hypothèses quant au développement du chantier ; celles-ci déjà émises lors de l'étude du bâti (incohérences architecturales, variations dans les modules et les types pétrographiques des pierres d'appareillage, évolution stylistique et dans les marques d'outils observées). Il semble donc que la construction de ce chevet ait été réalisée en deux chantiers, chacun étant constitué de plusieurs phases inhérentes aux contraintes de la construction.
- 21 Ainsi, lors d'un premier chantier, les soubassements extérieurs des chapelles rayonnantes ont été établis (mortier type 2). Lors d'une seconde phase, la construction semble se continuer jusqu'au premier rang de trous de boulin et au niveau des cloisons de ces chapelles, en opérant par enveloppement progressif de l'œuvre romane vraisemblablement du sud vers le nord (mortier type 1).
- 22 Après une nette interruption des travaux, un deuxième grand chantier a été entrepris afin d'achever l'œuvre. Lors d'une première étape, suivant la destruction du chevet roman et l'implantation du rond-point, la maçonnerie de cloisonnement entre la chapelle rayonnante et la deuxième chapelle droite nord semble avoir été édifiée (mortier type 3). Jusqu'à cet instant, un accès au chantier avait sans doute été conservé dans cette zone. Le chantier se déplace ensuite, lors d'une seconde phase, vers les parties hautes de l'édifice (mortiers types 5 et 6). Lors d'une phase ultime, les fenêtres hautes ont été élaborées ainsi que les voûtements des tribunes et du sanctuaire (type 7 et 8).
- 23 L'analyse pétrographique des mortiers nous a permis d'en établir une typologie, révélatrice de l'avancement des travaux. Les critères discriminants sont de même type que ceux révélés pour le site de Saint-Germain d'Auxerre. Cependant, le contexte géologique différent marque de son empreinte les caractéristiques des mortiers étudiés. Ainsi, on notera, dans les mortiers du premier chantier, la présence systématique de "poussière de taille" (calcaire oolithique bathonien) associée au sable granitique de la Cure. Dans les parties hautes, les mortiers contiennent de petits éléments anguleux de calcaire à entroques associés au sable d'alluvions de la Cure. La présence, dans ces mortiers, de ce qui peut être une grèze calcaire, est visiblement donc marqueur du second chantier.

### Étude régionale : les mortiers et enduits en Bourgogne du nord

- 24 L'étude des liants de maçonnerie sur site archéologique reste géographiquement très ponctuelle, bien que nécessitant une compréhension globale du contexte environnemental et de la géologie en particulier. Nous supposons que ce champ d'observation plus large pouvait aussi nous révéler d'éventuelles adaptations dans les techniques de construction en fonction des matériaux géologiques, choisis ou disponibles, ou bien encore, en fonction du modèle architectural engagé. Ainsi, dans cette troisième partie, une typologie, établie à partir des liants de construction vernaculaires (rarement antérieur au XVII<sup>e</sup> s.), met en évidence un lien direct et immédiat avec les formations géologiques locales, sources en matériaux. En effectuant



l'édification des grands édifices monumentaux de Bourgogne du nord. Cette étude montre en effet que les liants de maçonnerie et les enduits sont des produits largement inféodés au contexte environnemental et plus particulièrement au contexte géologique. Cependant, à l'inverse des matériaux pierreux dont la disponibilité est commandée par la seule disposition des auréoles géologiques (est-ouest), les différents constituants utilisés pour la fabrication des liants de maçonnerie suivent une influence qui est une composante entre la disposition des terrains géologiques (est-ouest) et la dynamique hydrographique de la région (sud-nord). Cette dernière commande, en partie, la dispersion des matériaux érodés, ressource importante en granulats. À ce titre, les mortiers, enduits et autres liants de maçonnerie, peuvent être considérés comme des marqueurs d'entités géographiques cohérentes.

---

### Notes

- 1M. Frizot, *Mortiers et enduits peints antiques. Étude technique et archéologique*. Centre de recherches sur les techniques gréco-romaines, Université de Dijon, 1975.
- 2B. Palazzo-Bertholon, *Histoire, archéologie et archéométrie des mortiers et des enduits au Moyen Âge*, Thèse de doctorat, Université de Lyon II, 1998.
- 3Archéologie et architecture d'un site monastique, 10 ans de recherche à l'abbaye Saint-Germain d'Auxerre, sous la dir. de C. Sapin, Auxerre, Centre d'études médiévales et Paris, CTHS, 2000.
- 4A. Timbert, *Le chevet de la Madeleine de Vézelay et le début de l'architecture gothique en Bourgogne*, Thèse de Doctorat, Université de Franche-Comté, 2001.
- 

### Pour citer cet article

Référence électronique

Stéphane Büttner, « **Géoarchéologie des liants de maçonnerie en Bourgogne du nord (Ve-XIXe siècle)**. Évolution historique et technique - Contribution aux études archéologiques de l'abbaye Saint-Germain d'Auxerre et du chevet de la Madeleine de Vézelay », *Bulletin du centre d'études médiévales d'Auxerre* [En ligne], 7 | 2003, mis en ligne le 05 décembre 2007. URL : <http://cem.revues.org/index3642.html>

---

### Droits d'auteur

© Tous droits réservés

---

**Index géographique** : France/Auxerre, France/Vézelay, France/Bourgogne du nord