



HAL
open science

Dynamique de constitution des sépultures plurielles de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin (Rome) : apport des analyses physico-chimiques.

Sacha Kacki, Floriane Zitelli, Philippe Blanchard, Rémy Chapoulie,
Dominique Castex

► To cite this version:

Sacha Kacki, Floriane Zitelli, Philippe Blanchard, Rémy Chapoulie, Dominique Castex. Dynamique de constitution des sépultures plurielles de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin (Rome) : apport des analyses physico-chimiques.. Rencontre autour de nouvelles approches de l'archéologie funéraire, 6e Rencontre du Groupe d'anthropologie et d'archéologie funéraire, INHA, Apr 2014, Paris, France. pp.205-209. hal-02532066

HAL Id: hal-02532066

<https://hal.science/hal-02532066>

Submitted on 1 Mar 2021

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.

Dynamique de constitution des sépultures plurielles de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin (Rome) : apport des analyses physico-chimiques

Sacha Kacki¹, Floriane Zitelli², Philippe Blanchard^{1,3}, Rémy Chapoulié⁴, Dominique Castex¹

1. PACEA, UMR 5199, Anthropologie des Populations Passées et Présentes, Université de Bordeaux, Pessac. sacha.kacki@u-bordeaux.fr
2. École Nationale Supérieure de Chimie, de Biologie et de Physique (IPB), Pessac.
3. Inrap, Tours.
4. IRAMAT-CRP2A, UMR 5060, Université Bordeaux Montaigne, Pessac.

Abstract: Excavations in the catacomb of Sts Peter and Marcellinus revealed several mass graves from the 1st-3rd century AD. Previous studies have shown that corpses were accumulated in a short period of time but in several successive phases. In order to appraise better the dynamic of corpses' deposits, we performed analyses on mineral samples collected from the ceiling, the walls and the floor of two burial chambers, in order to characterise variations in the physical and chemical properties of the rock. Results indicate a lower pH, a higher concentration of phosphorus, and the formation of new mineral species at the lowest levels of the stratigraphic sequences. Those features likely reflect the action of decomposition fluids. They permit an estimation of the maximum filling level of each burial chamber.

Keywords: archaeometry, decomposition fluids, phosphorus, pH, roman catacomb.

1. Introduction

De 2004 à 2010, le secteur central de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin (Rome, fin I^{er} – début III^e s. ap. J.-C.) a fait l'objet de plusieurs campagnes de fouilles archéologiques. Ces interventions ont mis au jour plusieurs chambres funéraires souterraines de tailles variables (**fig. 1**), qui renfermaient les restes squelettiques de plusieurs milliers d'individus (Castex et Blanchard 2011 ; Castex *et alii* 2011). Les premières études réalisées sur ces tombes (analyse archéothanatologique, restitution tridimensionnelle des niveaux de corps, etc.) ont permis de démontrer que les accumulations de squelettes résultent de plusieurs phases successives de dépôts simultanés de cadavres (Sachau-Carcel *et alii* 2013 ; Kacki *et alii* 2014). Pour autant, la dynamique précise des dépôts et le niveau maximal de remplissage des salles durant leur utilisation demeuraient indéterminés. Afin de contribuer à cette discussion, des analyses physico-chimiques ont été réalisées sur des échantillons de la roche encaissante des tombes (tuf volcanique) afin de documenter d'éventuelles variations de leurs propriétés imputables à l'action des jus de décomposition.

2. Matériel et méthodes

Des échantillons minéraux ont été prélevés au niveau du fond, du plafond et des parois de deux chambres sépulcrales (T16 et X83). Dans les deux cas, 20 prélèvements ont été effectués tous les 15 cm le long d'une même séquence verticale. Les échantillons provenant du plafond des salles ont été considérés *a priori* comme ayant valeur de référentiels, car n'ayant théoriquement pas pu rentrer en contact avec les jus de décomposition.

Les caractéristiques macroscopiques de chaque échantillon ont été consignées préalablement à la réalisation des analyses. Des lames épaisses ont été réalisées pour les échantillons provenant du fond et du plafond de chacune des salles, afin d'en définir les principales propriétés minéralogiques par un examen en microscopie optique (*Leica M125*). La porosité de la roche a été évaluée pour quatre échantillons de la tombe T16, à l'aide d'un porosimètre à mercure (*Micromeritics autopore IV 9500 VI.09*).

Afin de définir l'action éventuelle des jus de décomposition sur les caractéristiques physico-chimiques de la roche, diverses analyses ont été réalisées sur les 40 échantillons prélevés. Une fraction de chacun d'eux a été réduite en poudre et mise en solution dans un volume d'eau distillé égal à cinq fois son volume ; après 24h, la phase aqueuse surnageant a été prélevée et a fait l'objet d'une analyse de pH. L'étude de la composition minérale des différents échantillons a été menée sur des échantillons de poudre provenant de la face externe des échantillons ; elle a fait appel à une analyse par diffraction de rayons X (DRX) (*BRUKER D8 ADVANCE*). La composition élémentaire de ces mêmes échantillons a été caractérisée par microanalyses par énergie dispersive de rayons X, à l'aide d'un microscope électronique à balayage (MEB-EDX) (*JEOL JSM-6460 LV*).

3. Résultats

3.1. Caractéristiques pétrophysiques

L'analyse par porosimétrie au mercure rend compte d'une forte porosité de la roche (moyenne de 47,2 % du volume). On note par ailleurs que l'extrusion du mercure est moindre que son intrusion au sein de la roche, ce qui indique une capacité à la rétention des fluides. Les pores sont obstrués d'un matériau blanc, identifié par DRX comme étant de l'analcime ($\text{NaAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Cette espèce minérale de la famille des zéolites, présente en forte concentration dans le tuf volcanique de la région de Rome (Sánchez-Moral *et alii* 2005a, 2005b), se caractérise par un fort pouvoir absorbant. Ceci confère à la roche encaissante une propension à la captation et à la rétention des liquides, de sorte que les jus de décomposition ont pu la pénétrer en profondeur.

3.2. pH

Les résultats de l'analyse des 40 échantillons minéraux mettent en évidence de nettes variations de pH au sein des deux séquences verticales (**fig. 2**). Les valeurs enregistrées au niveau du plafond des salles X83 et T16, respectivement de 7,5 et 7,9, apparaissent proches de celles rapportées pour d'autres catacombes de Rome, où le pH de l'eau environnementale varie entre 7,5 et 7,8 (Sánchez-Moral *et alii* 2005a). *A contrario*, les mesures réalisées sur les échantillons issus du fond des cavités font état d'un pH nettement plus acide (respectivement 5,9 et 6,4). On remarque également que les variations enregistrées le long des parois sont différentes d'une cavité à l'autre : pour T16, seuls les quelques échantillons situés le plus près du fond présentent des pH nettement inférieurs à celui du plafond ; pour X83, on note au contraire des fluctuations plus importantes, les pH inférieurs à 7,5 se rencontrant dans les niveaux inférieurs mais également à mi-hauteur de la séquence stratigraphique.

3.3. Composition élémentaire

L'analyse MEB-EDX a permis de définir la composition élémentaire de la roche encaissante. Celle-ci se compose essentiellement de silicium, d'aluminium et de fer, d'autres éléments étant présents en plus faible quantité (Ca, K, Mg, Na, P, Ti, Mn, S). Une attention particulière a été portée à la teneur en phosphore, cet élément étant en forte concentration dans les fluides

organiques libérés lors de la putréfaction et donc susceptible d'être détecté dans le milieu environnant bien après la décomposition (Carter *et alii* 2007 ; Benninger *et alii* 2008). La concentration de cet élément apparaît faible au niveau du plafond des deux cavités, son pourcentage massique avoisinant 0,5 %. Cette teneur s'inscrit dans l'intervalle des valeurs rapportées pour d'autres catacombes romaines (Sánchez-Moral *et alii* 2005b). Les autres échantillons analysés rendent compte d'importantes fluctuations de la concentration en phosphore (**fig. 2**). Celles-ci sont particulièrement marquées dans la tombe X83, trois pics de concentrations principaux s'observant au niveau du fond (13,6 %) et à des hauteurs de 1,05 m (12,4 %) et 1,50 m (14,2 %). Les fluctuations enregistrées pour la tombe T16 sont de moindre ampleur. Elles démontrent toutefois un enrichissement en phosphore dans les niveaux inférieurs de la cavité (1,5 % – 2,5 %), ainsi qu'entre 1,35 m et 1,95 m (1,5 % – 3,4 %).

3.4. Composition minérale

L'analyse par DRX indique que les échantillons étudiés se composent majoritairement d'aluminosilicates (**fig. 3**), à l'instar du tuf volcanique constituant l'encaissant d'autres catacombes de la région de Rome (Sánchez-Moral *et alii* 2005a, 2005b). Dans l'une et l'autre des cavités, des formations superficielles de calcites ont été identifiées dans les niveaux supérieurs des séquences stratigraphiques ; elles semblent être limitées à la partie sommitale des cavités qui n'a pas été comblée. La présence de gypse au niveau du fond de la tombe T16 est quant à elle à mettre en relation avec l'appareil funéraire, les corps de nombreux défunts ayant été enduits de plâtre avant d'être déposés dans la tombe (Castex et Blanchard 2011). Les minéraux phosphatés identifiés au niveau du fond et des parois des deux chambres sépulcrales semblent pour leur part correspondre à des composés néoformés, indiquant une recombinaison de l'aluminium contenu dans la roche encaissante avec des éléments tels que phosphore et potassium. Ces formations minérales sont présentes jusqu'à 1,50 m de hauteur dans la tombe T16, tandis qu'elles s'observent jusqu'à 2,50 m de hauteur dans la cavité X83.

4. Discussion et conclusion

À ce jour, les méthodes de l'archéométrie ne sont qu'exceptionnellement appliquées dans le cadre d'études archéothanatologiques. Parmi les rares travaux précurseurs en ce domaine, on peut mentionner l'étude du dolmen chalcolithique des Perrières (Villedubert, Aude), qui avait révélé la présence de dépôts d'hydroxyapatite ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$) sur certains galets soumis à l'action de l'acide phosphorique libéré lors de la décomposition des corps (Duday 2009, 143-144). Les résultats de la présente étude confirment la portée informative des analyses physico-chimiques pour l'étude de la constitution des structures sépulcrales complexes. Ils mettent en évidence diverses variations des caractéristiques de la roche encaissante pouvant être mises en relation avec l'action des jus de décomposition¹ :

- (1) l'analyse de pH rend compte d'une augmentation de l'acidité de la roche dans les niveaux inférieurs des chambres sépulcrales. Ce résultat suggère que les acides organiques libérés lors de la décomposition peuvent influencer sur le long terme le pH d'une roche ;

¹ On notera cependant que les échantillons provenant du plafond des deux cavités présentent des propriétés similaires à celles du tuf volcanique dans lequel sont creusées d'autres catacombes de la région de Rome (Sánchez-Moral *et alii* 2005a, 2005b). Ceci conforte leur utilisation en qualité de référentiel.

- (2) l'étude de composition élémentaire des échantillons témoigne d'un enrichissement en phosphore au contact des jus de décomposition. La présence de différents pics de concentration en cet élément pourrait marquer des niveaux de stagnation des jus de décomposition, interprétables en termes d'arrêts et de reprises des dépôts de cadavres ;
- (3) l'étude de la composition minérale démontre la formation de nouveaux composés, résultant d'une réaction chimique entre l'acide phosphorique contenu dans les fluides de décomposition et les éléments constitutifs de la roche.

In fine, l'étude des variations des propriétés physico-chimiques de la roche permet de proposer une restitution du niveau maximal de remplissage des chambres sépulcrales. Dans la tombe T16, les niveaux de corps semblent ne pas avoir excédé une épaisseur de 1,95 m à en juger la faible concentration de phosphore au-delà de cette hauteur ; *a contrario*, dans la tombe X83, la présence de composés néoformés jusqu'à une hauteur de 2,50 m pourrait indiquer que la salle fut à une certaine période presque totalement comblée par l'accumulation des cadavres. Ces données, corrélées aux résultats des restitutions tridimensionnelles des volumes corporels (Sachau-Carcel *et alii* 2013), indiquent qu'au minimum trois phases de dépôts ont eu lieu dans la première de ces chambres sépulcrales.

Ces résultats préliminaires, qui fournissent déjà certaines clefs d'interprétation quant au fonctionnement des dépôts pluriels, devront être étayés par la réalisation d'analyses complémentaires (recherche des composés organiques). La réalisation de carottages s'avèrerait également nécessaire pour appréhender les modifications de la roche en profondeur et évaluer l'influence des phénomènes de capillarité sur les résultats des analyses. Au-delà de son intérêt pour l'interprétation du site investigué, le protocole appliqué dans la présente étude pourra à l'avenir être transposé à d'autres contextes (p. ex. grottes sépulcrales), que ce soit pour démontrer la décomposition des corps *in situ* ou discuter la dynamique de constitution de sépultures plurielles.

Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un projet de recherche financé par le Labex des Sciences Archéologique de Bordeaux (LaScArBx). Ce projet a bénéficié d'une aide de l'État français gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme Investissements d'avenir portant la référence ANR-10-LABX-52.

Bibliographie

Benninger, L.A., D.O. Carter et S.L. Forbes (2008) : “The biochemical alteration of soil beneath a decomposing carcass”, *Forensic Science International*, 180, 70-75.

Carter, D.O., D. Yellowlees et M. Tibbett (2007) : “Cadaver decomposition in terrestrial ecosystems”, *Naturwissenschaften*, 94, 12-24.

Castex, D. et Ph. Blanchard (2011) : “Témoignages archéologiques d’une épidémie à la période antique : les inhumations du secteur central de la catacombe des saints Marcellin et Pierre (Rome, fin Ier – IIIe s.)”, in : Castex D *et alii*, dir. 2011, 281-292.

Castex, D., Ph. Blanchard, S. Kacki, H. Réveillas, R. Giuliani (2011) : “Le secteur central de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin (Rome, I-IIIe s.). Indices archéologiques d’une crise brutale de mortalité”, *Mélanges de l’Ecole Française de Rome – Chronique*, 123 (1), 274-280.

Castex, D., P. Courtaud, H. Duday, Fr. Le Mort et A.-m. Tillier, dir. (2011) : *Le regroupement des morts. Genèse et diversité archéologique*, MSHA Editions / Ausonius, Collection Thanat’Os, Pessac, 304 p.

Duday, H. (2009) : *The Archaeology of the Dead. Lectures in Archaeoethanatology*, Oxbow Books, Oxford, 158 p.

Kacki, S., H. Réveillas, G. Sachau-Carcel, R. Giuliani, Ph. Blanchard et D. Castex (2014) : “Réévaluation des arguments de simultanéité des dépôts de cadavres : l’exemple des sépultures plurielles de la catacombe des Saints Pierre-et-Marcellin (Rome)”, *Bulletins et Mémoires de la Société d’Anthropologie de Paris*, 26, 88-97.

Sachau-Carcel G., R. Vergnieux et D. Castex (2013) : “Sites à stratification complexe et modélisation tridimensionnelle : vers une nouvelle approche des sépultures multiples”, *ArchéoSciences*, 37, 89-104.

Sánchez-Moral, S., L. Luque, J.-C. Cañaveras, V. Soler, J. Garcia-Guinea et A. Aparicio (2005a) : “Lime–pozzolana mortars in Roman catacombs: composition, structures and restoration”, *Cement and Concrete Research*, 35, 1555-1565.

Sánchez-Moral, S., L. Luque, S. Cuezva, V. Soler, D. Benavente, L. Laiz, J.M. Gonzalez et C. Saiz-Jimenez (2005b) : “Deterioration of building materials in Roman catacombs: the influence of visitors”, *Science of the Total Environment*, 349, 260-276.

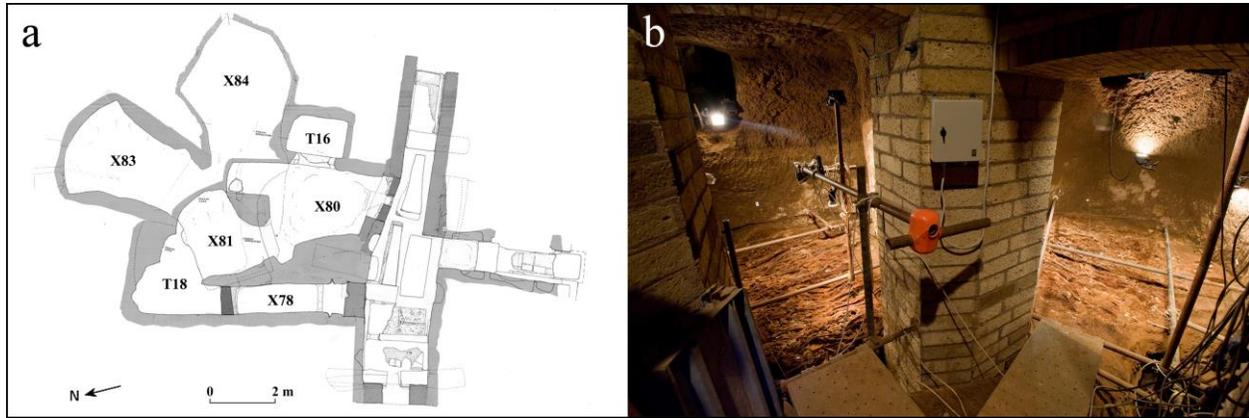


Fig. 1. Catacombe des Saints-Pierre-et-Marcellin (Rome). a : plan du secteur central (réalisation M. Ricciardi, PCAS) ; b : vue d'ensemble des salles X83 et X84 (cliché D. Gliksman, Inrap).

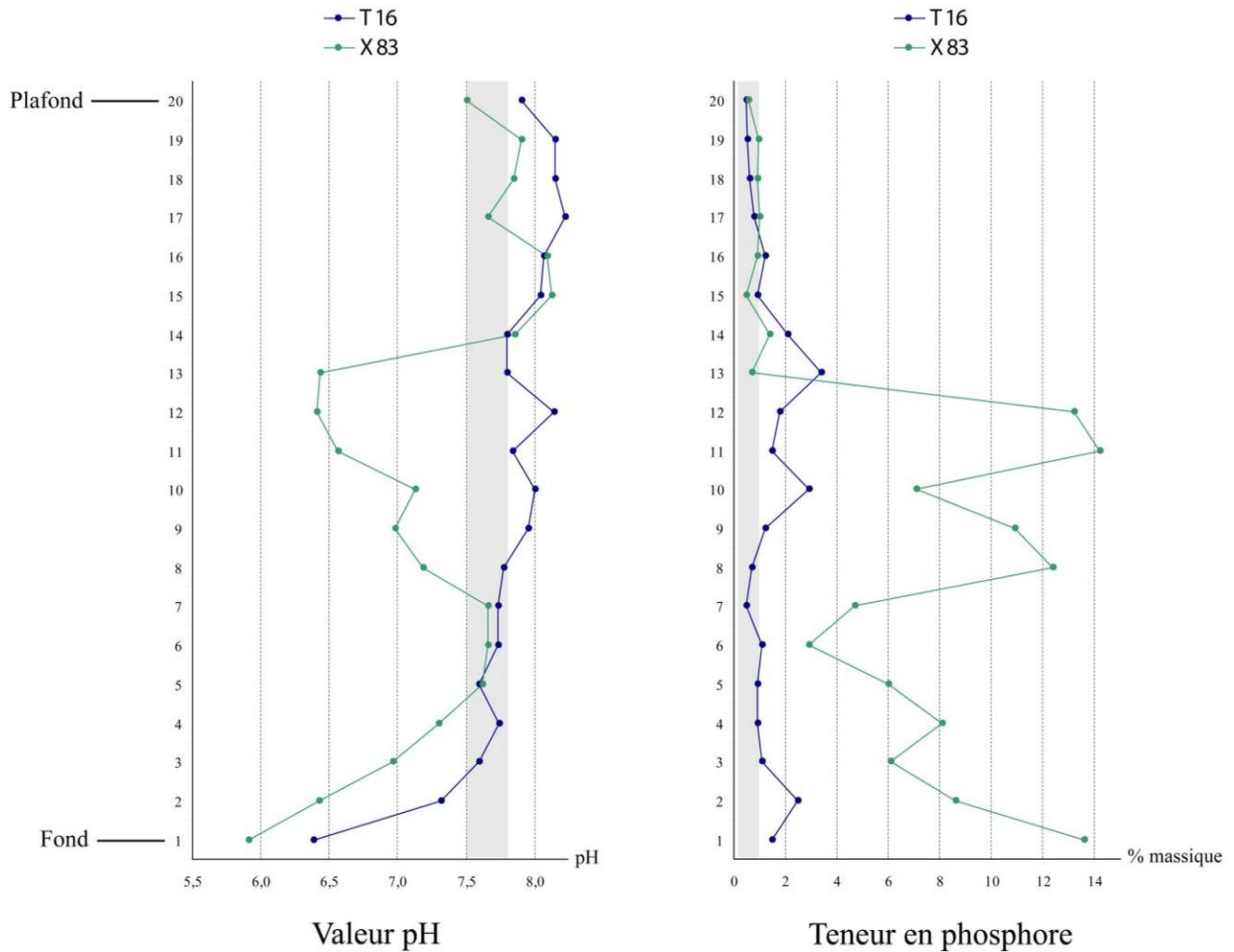


Fig. 2. Valeur du pH et teneur en phosphore pour chacun des échantillons analysés. Les intervalles de valeurs grisés correspondent à ceux rapportés pour d'autres catacombes de la région de Rome (Sánchez-Moral *et alii* 2005a, 2005b).

Tombe	Éch.	Composition minérale				
		Alumino-silicates (quartz, diopside, analcime...)	Calcite CaCO ₃	Gypse CaSO ₄ ·2H ₂ O	Berlinite AlPO ₄	Taranakite K ₃ Al ₅ (HPO ₄) ₆ (PO ₄) ₂ ·18(H ₂ O)
T16	20	+	+	-	-	-
	19	+	+	-	-	-
	18	+	+	-	-	-
	17	+	+	-	-	-
	16	+	+	-	-	-
	15	+	-	-	-	-
	14	+	-	-	-	-
	13	+	-	-	-	-
	12	+	-	-	-	-
	11	+	-	-	+	-
	10	+	-	-	+	-
	9	+	-	-	+	-
	8	+	-	-	+	-
	7	+	-	-	+	-
	6	+	-	-	+	-
	5	+	-	-	+	-
	4	+	-	-	+	-
	3	+	-	-	+	-
	2	+	-	-	+	-
1	+	-	+	+	-	
X83	20	+	-	-	-	-
	19	+	+	-	-	-
	18	+	+	-	+	-
	17	+	+	-	+	-
	16	+	-	-	+	+
	15	+	-	-	-	-
	14	+	-	-	+	-
	13	+	-	-	-	-
	12	+	-	-	+	+
	11	+	-	-	-	+
	10	+	-	-	+	-
	9	+	-	-	-	-
	8	+	-	-	+	-
	7	+	-	-	+	-
	6	+	-	-	-	-
	5	+	-	-	-	-
	4	+	-	-	+	-
	3	+	-	-	+	-
	2	+	-	-	+	-
1	+	-	-	+	+	

Fig. 3. Principales espèces minérales composant les échantillons analysés (+ : présence ; - : absence). Les échantillons sont numérotés du fond (n°1) au plafond (n°20) des cavités.