

Projet interne MOM 2024

DATOSCAL (Etude et DATation d'OSsements chauffés et CALcinés)

Sylvie Müller¹, Christine Oberlin², Niki Papakonstantinou³

Présentation du projet et problématique

Datoscal est un projet interdisciplinaire financé par la Maison de l'Orient et de la Méditerranée-Jean Pouilloux et par le laboratoire [Archéorient](#) en 2024. Il portait sur des os humains trouvés à Malia, en Crète nord-orientale (fig. 1), dans un contexte funéraire de l'âge du Bronze (période minoenne, env. 3000-1000 av. J.-C.).

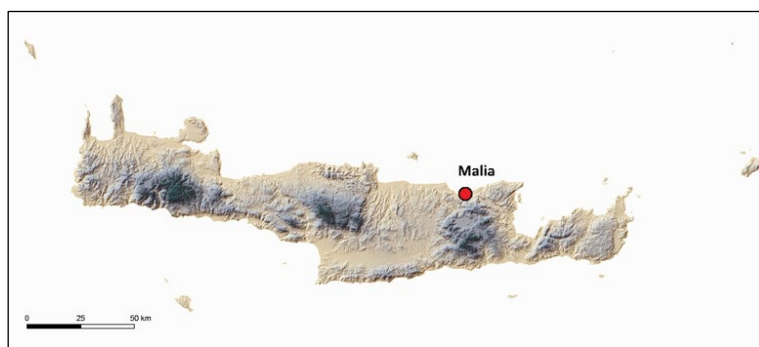


Fig. 1. Localisation du site de Malia en Crète

Le projet combine une recherche anthropologique et archéologique sur des pratiques funéraires impliquant l'usage du feu avec une recherche sur la datation par le radiocarbone des os chauffés. Ces derniers posent problème par rapport aux os secs (datation du collagène) et aux os calcinés au-delà de 600° (datation du carbone atmosphérique), car ils fournissent des résultats aléatoires. Or la datation des os brûlés et chauffés (entre 300° et 600°) présente un enjeu important pour tous les cas de contextes archéologiques où ils sont seuls à pouvoir fournir des dates absolues. Le matériel servant de base à cette étude offre l'avantage de fournir une petite proportion d'os portant des traces d'exposition au feu à divers degrés, dont des os « mixtes », sains d'un côté et brûlés/chauffés de l'autre, qui se prêtent à un double échantillonnage. Ils ont servi de base au développement d'un protocole de préparation qui vise à corriger les résultats obtenus sur les os chauffés. L'étude archéo-anthropologique doit permettre de préciser comment et pourquoi certains os ont été exposés au feu, alors que le rituel funéraire dominant pendant tout l'âge du Bronze est l'inhumation, et quelle était la population concernée. La datation des os brûlés/chauffés doit répondre à la question de savoir si cette pratique correspond à un épisode isolé ou à un rituel suivi pendant tout l'âge du Bronze.

Le matériel d'étude

¹ Archéorient-UMR 5133 du CNRS/Ecole française d'Athènes.

² ARAR-UMR 5138 du CNRS, ancienne directrice du CDRC (Centre de Datation par le Radiocarbone de l'Université Lyon 1).

³ Université de Thessalonique/Ecole Britannique d'Athènes.

Le matériel d'étude provient du tamisage des déblais de fouilles conduites en 1928-1930 par [l'Ecole française d'Athènes](#) dans la partie nord du site de Malia, dans des crevasses naturelles du rocher ayant servi de grottes sépulcrales, les Charnier 1 et 2 (fig. 2). Elles ont accueilli des dépôts funéraires dont la nature exacte est en cours d'investigation (sépultures primaires ou secondaires, ou ossuaires ?)⁴.



Fig 2. Site archéologique de Malia vu vers le sud-ouest (photo L. Fadin, © Efa)

Le Charnier 1 a livré de la céramique datant presque exclusivement du Minoen Ancien II (vers 2500 av. J.-C.), principalement des vases complets (fig. 3). Dans le Charnier 2 la céramique couvre un spectre plus large, du Minoen moyen IA (vers 1900 av. J.-C.) au Minoen récent IIIB (vers 1200 av. J.-C.), avec une forte proportion de « coupelles » fragmentaires, petits bols sans anse très courants au Minoen récent I et probablement destinés à contenir une portion individuelle de nourriture. Mais, selon le fouilleur, les os humains se trouvaient uniquement dans le bas du remplissage, associés à de la céramique du Minoen moyen et non à celle du Minoen récent I. Cette dernière période n'a livré à ce jour aucune tombe, ni aucun autre témoin de pratiques funéraires. Les os humains issus de la fouille des Charniers ont été rejetés dans les déblais, selon les pratiques en vigueur à l'époque, à l'exception de 7 crânes du Charnier 1 déposés à la Faculté de Médecine de l'Université d'Athènes.

Des opérations de tamisage ont été menées à Malia par Sylvie Müller Celka en septembre 2022 et 2024 (fig. 4), dans le cadre des travaux de l'Ecole française d'Athènes, pour récupérer les os et les étudier du point de vue bio-anthropologique (démographie, état sanitaire) et archéo-thanatologique (pratiques funéraires), avec la collaboration de l'anthropologue Niki Papakonstantinou.



Fig. 4. Tamisage des déblais de fouille du Charnier 1 (photo S. Müller Celka)

⁴ Demargne 1945.

Sur environ 60 kg d'os humains très fragmentaires récupérés en 2022, une trentaine d'échantillons ont été sélectionnés parmi les os des Charniers 1 et 2, et 24 ont été soumis à datation par le C14 dans le cadre du projet DATOSCAL (cf. table 1). Concernant l'étude archéologique et anthropologique, elle a porté sur le produit du tamisage de 2022 et d'une partie de celui de 2024 en septembre 2024 mais seuls les os chauffés et brûlés ont été examinés en détail.

Une fois obtenue l'autorisation du Ministère hellénique de la Culture et des Sports de prélever et d'exporter des échantillons sur les os sélectionnés, les fragments ont été transportés en France et déposés au [Centre de Datation par le Radiocarbone de l'Université de Lyon 1](#) où Christine Oberlin, assistée de Julien Lacharme, a développé un protocole de préparation pour la datation par le C14. Le protocole a débuté par la séparation entre les os « brûlés » (température inférieure à 300° C,) et les os « chauffés » (entre 300° C et 600° C) via l'analyse des taux d'azote (les premiers conservant un taux d'azote supérieur à 1%⁵), et la vérification de la présence de collagène. Les échantillons ont ensuite été traités avec des solutions d'acide chlorhydrique à 1 % pour éliminer tous les carbonates (dépôts calcaires, calcite) qui pourraient vieillir les datations puis avec une solution basique pour éliminer les humâtes secondaires (matières organiques intrusives) qui rajeuniraient les résultats obtenus, en faisant varier les temps de trempage ainsi que les concentrations de la base. Des os secs et calcinés ont également été traités pour disposer de dates de références⁶ et des os « mixtes » ont été échantillonnés doublement, sur les parties sèches et chauffées/brûlées. Les échantillons traités ont ensuite été envoyés au [Centre for Isotopic Research de l'Université de Groningen](#) pour la datation par le C14.

Les résultats

Concernant l'analyse du matériel osseux, les os des Charniers représentent toutes les parties du squelette d'individus des deux sexes et de tous âges (périnatal à adulte). La plupart des os semblent avoir été déjà fragmentaires avant leur rejet dans les déblais. L'état des os est probablement dû à des accès répétés à un dépôt constitué de sépultures primaires, hypothèse la plus vraisemblable compte tenu de l'assemblage qui comprend de petits os comme les phalanges des pieds et des mains et des os de nouveau-nés, lesquels sont souvent manquants dans les sépultures secondaires. On ne peut cependant exclure que le dépôt corresponde à des

⁵ Schoeninger et al. 1989.

⁶ Respectivement selon Longin et al. 1971 et Lanting et al. 2001.

sépultures secondaires dans la mesure où le transfert de sépultures vers des ossuaires en grottes ou abris sous-roche est démontré pour d'autres sites de Crète de l'Est⁷.



Fig. 5. Os brûlés, chauffés et calcinés des Charniers 1 et 2 (photo N. Papakonstantinou, © Efa)

Les os portant des traces d'exposition au feu ne constituent qu'une petite proportion de l'ensemble et ne reflètent pas le recours à la crémation comme rituel funéraire régulier (fig. 5). Les colorations vont de marron à noir et de gris à blanc bleuté. Elles semblent résulter de contacts de courte durée avec le feu, sans doute au cours de rituels impliquant des manipulations post-dépositionnelles d'ossements déjà nus. Des cas similaires sont attestés en Crète de l'Est à la période prépalatiale (Minoen ancien II-Minoen moyen IA) dans l'abri sous-roche de Kephala Petras près de Siteia et la grotte d'Haghios Charalambos dans le Lassithi mais ils sont beaucoup plus rares que dans les tombes à tholos de Crète du Sud (tombes sur plan circulaire construites au-dessus du sol) et paraissent absents dans les « tombes-maisons » de Crète de l'Est (tombes rectangulaires construites au-dessus du sol)⁸. Il est à noter que les os brûlés signalés dans une « tombe-maison » de Sissi, à l'est de Malia, semblent résulter d'un incendie de la tombe à l'époque palatiale, au Minoen Moyen II), car ils sont associés à des fragments de brique crue brûlée provenant vraisemblablement des murs de la tombe⁹.

En ce qui concerne la datation des os, les dates des os chauffés des Charniers 1 et 2 s'avèrent presque systématiquement trop basses par rapport à celles des os secs ou brûlés (table 1), ce qui indique que le protocole de préparation n'est pas parvenu à éliminer les polluants. De plus les écarts ne sont pas constants, de sorte que les dates restent inexploitable. De nouveaux essais devront être tentés sur os broyé, avec cependant le risque de perdre l'échantillon.

Les dates des os secs et brûlés du Charnier 1, en revanche, sont en partie conformes aux dates attendues, c'est-à-dire à celles fournies par la céramique, mais quatre d'entre elles sont beaucoup plus anciennes, échelonnées entre le Néolithique ancien et le Néolithique Final¹⁰. Le fait que la date très haute de l'échantillon C1.7 provienne d'un os sec, donc parfaitement fiable, vient confirmer les autres dates hautes obtenues sur les os brûlés. Ces dernières suggèrent une occupation du site de Malia avant l'âge du Bronze, insoupçonnée jusqu'ici et d'autant plus inattendue que les périodes du Néolithique ancien (échantillons C1.7) et moyen (échantillons C1.2) sont encore très rarement attestées en Crète en général, et pas du tout dans l'Est¹¹. Si les os datés du Néolithique indiquent bien que le Charnier 1 a reçu des inhumations à partir du

⁷ Triantaphyllou 2018, 148-149.

⁸ Triantaphyllou 2018, 150-151.

⁹ Schoep et al. 2013, p. 38-39.

¹⁰ Facorelli, Maniatis 2013 ; Momigliano 2008, 7, Table 0.2.

¹¹ Bonga 2022, p. 11.

Néolithique ancien, il aurait donc conservé une fonction funéraire durant au moins quatre millénaires (env. 6000-2000 av. J.-C.). Ces fragments devront cependant être ré-examinés par N. Papakonstantinou.

Quant aux datations des os secs et brûlés du Charnier 2, elles indiquent, d'une part, que les dépôts funéraires ont commencé dès le Minoen ancien (et non le Minoen Moyen comme l'affirmait le fouilleur) et, d'autre part, qu'ils se sont poursuivis durant tout l'âge du Bronze, parallèlement aux dépôts de céramique, y compris peut-être pendant le Minoen récent IA (env. 1600-1510 av. J.-C.), ce qui constituerait le tout premier témoignage des pratiques funéraires de cette période à Malia (échantillon C2.1, malheureusement imprécis : 1755 – 1532 cal. BC).

Table 1 : résultats des datations : jaunes = dates fiables sur os secs ; vert clair = dates sur os brûlé, en principe fiables ; vert foncé = dates sur os chauffés, aléatoires mais en général trop basses. 24 dates sont issues du projet DATOSCAL, deux dates supplémentaires (50860-50861) ont été prises en charge par un crédit du laboratoire Archéorient.

N° CDRC	Référence échantillon	Matrice	Description	Echantillonnage	Code du laboratoire	¹⁴ C Date (BP)	± 1 σ	Age probable av. J.-C.	Intervalle à 95% après calibration av. J.-C.	phase	reliquat
53410	C1.1 - S3 US1	OS MIXTE		sur pellicule noire	Lyon-21439(GrM)	3490	30	2400-1900	1892 - 1699	MM IB-MM IIB	daté 2025, rendu janvier 2026
53850			Sous la pellicule noire, os marron chauffé	sur la partie marron	Lyon-21440(GrM)	3210	30	2400-1900	1519 - 1422	date trop basse par rapport à os brûlé	daté 2025, rendu janvier 2026
53411	C1.2 - S3 US1	OS MIXTE	Os brûlé noir en surface, compact	sur la surface brûlée	Lyon-21441(GrM) dessous	6620	40	2400-1900	5622 - 5481	NM	daté 2025, rendu janvier 2026
				sous la surface brûlée (partie chauffée, dessous)	pas de collagène				pas fait		daté 2025, rendu janvier 2026
53412	C1.3 - S2 US1	OS MIXTE	Os dur, intérieur charbonneux et extérieur en partie chauffé	sur la surface brûlée	Lyon-21442(GrM)	5945	40	2400-1900	4935 - 4721	NR II	daté 2025, rendu janvier 2026
53851				sur la partie chauffée	Lyon-21443(GrM)	4460	35	2400-1900	3342 - 3013	date trop basse par rapport à partie brûlée	daté 2025, rendu janvier 2026
53413	C1.4 - S2 US1	OS BRÛLÉ	Os entièrement noir charbonneux à l'extérieur	sur la partie charbonneuse	Lyon-21444(GrM)	6360	40	2400-1900	5471 - 5218	NM	daté 2025, rendu juin 2026
53414	C1.5 - S3 US1	OS CHAUFFÉ	Os compact présentant différents stades de chauffe	sur la partie charbonneuse	Lyon-21445(GrM)	5940	40	2400-1900	4934 - 4718	NR II	daté 2025, rendu janvier 2026
53415	C1.6 - S2 US1	OS SAIN	Os sain	sur os broyé	pas de collagène			2400-1900	pas fait		daté 2025, rendu janvier 2026
53416	C1.7 - S2 US1	OS SAIN	Os sain	sur os broyé	Lyon-21446(GrM)	7285	45	2400-1900	6235 - 6060	NA	daté 2025, rendu janvier 2026
53417	C1.8 - S2 US1	OS SAIN	Os sain	sur os broyé	Lyon-21447(GrM)	3700	35	2400-1900	2201 - 1976	MA III-MM IA	daté 2025, rendu janvier 2026
53418	C1.9 - S3 US1	OS SAIN	Os sain	sur os broyé	Lyon-21448(GrM)	3775	35	2400-1900	2336 - 2041	MA IIB-MA III	daté 2025, rendu janvier 2026
53419	C1.10 - S3 US1	OS SAIN	Os sain	sur os broyé	Lyon-21449(GrM)	3775	35	2400-1900	2336 - 2041	MA IIB-MA III	daté 2025, rendu janvier 2026
53420	C2.1 - S1 US1	OS BRÛLÉ	Intérieur très noir charbonneux	sur la partie charbonneuse	Lyon-21450(GrM)	3340	30	1800 - 1500	1755 - 1532	MM IIB-IIA-IIIIB-MR IA	daté 2025, rendu janvier 2026
53421	C2.2 - S1 US1	OS CHAUFFÉ	Os compact, traces très noires à l'extérieur, intérieur marron (chauffé)	sur la partie chauffée	Lyon-21451(GrM)	2795	30	1800 - 1500	1043 - 837	Sub-min-PG date trop basse	daté 2025, rendu janvier 2026
53422	C2.3 - S1 US1	OS MIXTE	Os compact, légèrement calciné sur la surface, intérieur marron noir	sur partie brûl.	Lyon-21452(GrM)	2715	30	1800 - 1500	915 - 808	Géom. Date trop basse	daté 2025, rendu janvier 2026
				sur partie calcinée	pas de collagène				pas fait		rendu janvier 2026
53423	C2.4 - S1 US2	OS CHAUFFÉ	Os portant des traces de CHAUFFÉ extérieurement, marron noir à l'intérieur	sur la partie chauffée	Lyon-21453(GrM)	2910	30	1800 - 1500	1211 - 1012	MR III C date probablement trop basse	daté 2025, rendu janvier 2026
53424	C2.5 - S1 US2	OS CHAUFFÉ	Os chauffé, marron noir à l'intérieur	sur la partie chauffée	Lyon-21454(GrM)	3305	30	2400-1900	1665 - 1502	MM IIIA-MR IA date probablement trop basse	daté 2025, rendu janvier 2026
53425	C2.6 - S1 US4	OS BRÛLÉ	Os compact très noir à l'intérieur	sur la partie très noire	Lyon-21455(GrM)	3135	30	1800 - 1500	1497 - 1302	MR IB-II-III A	daté 2025, rendu janvier 2026
53426	C2.7 - S1 US4	OS MIXTE	Os compact, très noir, calciné sur une petite surface.	sur partie brûl.	Lyon-21456(GrM)	2970	30	1800 - 1500	1284 - 1055	MR IIIIB-IIIIC-SM date probablement trop basse	daté 2025, rendu janvier 2026
				sur partie calcinée	pas de collagène				pas fait		daté 2025, rendu janvier 2026
53427	C2.8 - S1 US1	OS SAIN	Os sain	sur os broyé	Lyon-21457(GrM)	3600	35	1800 - 1500	2121 - 1827	fin MA III-MM IIB	daté 2025, rendu janvier 2026
53428	C2.9 - S1 US1	OS SAIN	Os sain	sur os broyé	pas de collagène			1800 - 1500	pas fait		rendu janvier 2026
53429	C2.10 - S1 US1	OS SAIN	Os sain	sur os broyé	Lyon-21458(GrM)	3675	35	1800 - 1500	2193 - 1950	MA III-MM IA	daté 2025, rendu janvier 2026
53852	C2.15 - S1 US2	OS MIXTE	OS BRÛLÉ	dessus	Lyon-21693(GrM)	3230	30	1800 - 1500	1541-1425	MR IA-MR IIIA	daté 2025, rendu janvier 2026
				dessous	Lyon-21694(GrM)	3205	30	1800 - 1500	1516-1420	MR IA-MR IIIA	daté 2025, rendu janvier 2026
53854	C2.16 - S1 US2	OS MIXTE	OS CALCINE	dessus	Lyon-21695(GrM)	3000	30	1800 - 1500	1381-1124	MR IIIA-B	daté 2025, rendu janvier 2026
53855	C2.16 - S1 US2	OS MIXTE	OS BRÛLÉ	dessous	Lyon-21696(GrM)	3330	30	1800 - 1500	1687-1517	M III-MR IB date trop haute par rapport à l'os calcin	daté 2025, rendu janvier 2026
50860	C2.1_2020 S1 US1	OS	os sain		Lyon-20105(SacA-69619)	3805	30	1800-1500	2344-2140	MA IIB-III	daté 2023, non rendu
50861	C2.2_2020 S1 US1	OS	os sain		Lyon-20106(SacA-69620)	3590	30	1800-1501	1881-1829	MM IIA	daté 2023, non rendu

Remerciements

Les autrices remercient en premier lieu la Direction de la Maison de l'Orient et de la Méditerranée pour le financement octroyé à ce projet, ainsi que le laboratoire Archéorient qui a couvert les frais des déplacements en Grèce et a participé au coût des analyses. Elles sont également reconnaissantes à l'Ecole française d'Athènes de leur avoir apporté son soutien logistique, en leur offrant un hébergement gratuit à la maison de fouille de Malia, et une assistance administrative pour traduire en grec la demande de prélèvement et d'exportation des échantillons et la transmettre aux autorités archéologiques grecques. Elles remercient également

l'Ephorie des Antiquités d'Héraklion qui a autorisé le tamisage des déblais de fouille des Charniers et a validé la demande de prélèvement et d'exportation des os pour leur datation par le C14 avant de la transmettre au Ministère hellénique de la Culture et des Sports.

Bibliographie

Bonga L. 2022. Southeast Crete before the Bronze Age. In E. Oddo, K. Chalikias (éds), *South by Southeast: The history and archaeology of Southeast Crete from Myrtos to Kato Zakros*, Cambridge, Archeopress, 8-24.

Demargne P. 1945. *Fouilles exécutées à Malia. Nécropoles I*, Etudes Crétoises VII, Paris, De Boccard, 25-59.

Facorelli Y, Maniatis Y. 2013. Radiocarbon Dates from the Neolithic Settlement of Knossos: An Overview. In N. Efstratiou, A. Karetsou, M. Ntinou (éds), *The Neolithic Settlement of Knossos in Crete*, Philadelphie, Instap Academic Press, 193-200.

Lanting J., Aerts-Bijma A., Van der Plicht J. 2001. Dating of Cremated Bones. *Radiocarbon* 43 (2A), 249-254.

Longin R. 2001. New method of collagen extraction for radiocarbon dating. *Nature* 230, 241-242.

Momigliano N. 2008. Introduction. In N. Momigliano (éd.), *Knossos Pottery Handbook: Neolithic and Bronze Age*, British School at Athens Studies 14, Londres, 1-8.

Schoeninger M. J., Moore K. M., Murray M. L., Kingston J. D. 1989. Detection of bone preservation in archaeological and fossil samples. *Applied Geochemistry*. 4, 281-292.

Schoep I., Schmitt A., Crèvecoeur I., Déderix S. 2013. The Cemetery at Sissi. Report on the 2011 Campaign. In J. Driessen, I. Schoep, M. Anastasiadou, F. Carpentier, I. Crevecoeur, S. Déderix, M. Devolder, F. Gaignerot-Driessen, S. Jusseret, C. Langohr, Q. Letesson, F. Liard, A. Schmitt, C. Tsoraki, R. Veropoulidou, *Excavations at Sissi III. Preliminary Report on the 2011 Campaign* (Aegis 6), Louvain-la-Neuve, 27-51.

Triantaphyllou S. 2018. Managing with Death in Prepalatial Crete. In M. Relaki et Y. Papadatos (éds), *From the Foundations to the Legacy of Minoan Archaeology*. Sheffield Studies in Aegean Archaeology, Oxford, Oxbow books, 141-166.