

Les activités domestiques de la période numide à travers de l'étude des microrestes végétaux et fécaux : phytolithes et sphérolithes

Book or Report Section

Accepted Version

Portillo, M. and Albert, R. M. (2016) Les activités domestiques de la période numide à travers de l'étude des microrestes végétaux et fécaux : phytolithes et sphérolithes. In: Althiburos II. L'aire du capitole et la nécropole méridionale : études. Institut Català d'Arqueologia Clàssica- ICAC, pp. 517-527. ISBN 9788494629808 Available at <http://centaur.reading.ac.uk/78024/>

It is advisable to refer to the publisher's version if you intend to cite from the work. See [Guidance on citing](#).

Publisher: Institut Català d'Arqueologia Clàssica- ICAC

All outputs in CentAUR are protected by Intellectual Property Rights law, including copyright law. Copyright and IPR is retained by the creators or other copyright holders. Terms and conditions for use of this material are defined in the [End User Agreement](#).

www.reading.ac.uk/centaur

CentAUR

Central Archive at the University of Reading

Reading's research outputs online

Les activités domestiques de la période numide à travers de l'étude des microrestes végétaux et fécaux : phytolithes et sphérolithes

Marta Portillo^{1,2} et Rosa M. Albert^{2,3}

¹Department of Archaeology, University of Reading, UK. Marie Skłodowska-Curie fellow (grant number: H2020-MSCA-IF-2015-702529)

² ERAAUB, Department of Prehistory, Ancient History and Archaeology, University of Barcelona, Spain

³Catalan Institution for Research and Advanced Studies (ICREA), Spain

Introduction

Les études des microrestes végétaux et fécaux s'insèrent dans le cadre des recherches archéobiologiques menées sur le site, et en fournissent des renseignements essentiels pour la compréhension des dynamiques économiques et sociales, ainsi que des traditions culturelles des communautés préromaines qui y ont habité. Ces évidences microfossiles ont livré de nombreuses informations, dont certaines sont tout à fait nouvelles et significatives, sur la formation et l'organisation spatiale du site, caractérisé par une remarquable continuité d'occupation, mais aussi, plus largement, sur les populations de cette région au cours du premier millénaire avant notre ère.

En particulier, les études des phytolithes – cellules siliceuses produites par les plantes –, permettent de reconnaître, au-delà de la détermination taxonomique de certains grands groupes de végétaux, les différentes parties de la plante, et fournissent des informations précieuses et sur l'économie et sur le paléoenvironnement. Les sphérolithes fécales sont des particules calciques formées dans les intestines de certains animaux (ovicapres et bovins principalement) qui sont déposées dans leurs excréments et que l'on peut identifier dans les sédiments (Brochier *et al.* 1992; Canti 1997, 1998, 1999). L'étude conjointe des phytolithes et des sphérolithes apporte des informations sur la mise en œuvre de pratiques agricoles et d'élevage, ainsi que sur les activités domestiques menées sur le site, concernant en particulier les sous-produits agricoles, leur production, leur utilisation et leur valeur économique, et notamment les produits secondaires dérivés des déjections d'animaux domestiques, tels que les combustibles, les dégraissants, les matériaux de construction ou les engrais, parmi d'autres (Matthews 2005, 2010; Shahack-Gross *et al.* 2005; Albert *et al.* 2008; Delhon *et al.* 2008; Tsartsidou *et al.* 2008, Portillo et Albert 2014a; Portillo *et al.* 2009, 2010, 2014; Shahack-Gross 2011).

Ces recherches microarchéobiologiques ont permis d'obtenir des renseignements sur l'organisation spatiale et le rôle économique dans l'aire du capitole d'*Althiburos*, mais aussi sur l'exploitation des ressources végétales et fécales des animaux domestiques dans des contextes divers appartenant aux différents moments de l'occupation numide, dès la phase ancienne (NA), datant des X-VIIIe s. av. J.-C., jusqu'au début de l'occupation romaine du site (Portillo et Albert 2011; Portillo *et al.* 2012 et 2016)¹. Les résultats obtenus à l'issue de ces études ont mis en évidence des activités domestiques menées par des populations pleinement sédentaires et basées sur une production économique céréalière complétée par l'élevage des espèces domestiques (ovicapres, bovins et porc) (Kallala et Sanmartí 2011; Valenzuela, même ouvrage).

Les objectifs généraux de nos recherches consistent à appréhender la nature des dynamiques économiques et sociales, ainsi que les traditions culturelles, artisanales et technologiques des communautés protohistoriques. Ces recherches archéobiologiques sont incluses dans un ensemble d'études interdisciplinaires menées autour de deux axes : reconstruction des activités domestiques et de leur organisation spatiale et diachronique dans le secteur central du site. Les résultats des analyses des microfossiles végétaux et fécaux (phytolithes et sphérolithes) sont ensuite abordés selon trois thématiques principales : 1) fournir des renseignements sur les activités domestiques de transformation des ressources végétales, et plus particulièrement le traitement des céréales (mouture et sous-produits céréaliers, cuisson, etc.); 2) fournir de nouveaux éléments pour la caractérisation de certains sédiments de nature fécale, ainsi que sur l'exploitation des sous-produits agricoles et ceux dérivés de l'élevage (combustible, matériaux de construction, dégraissants, etc.); 3) évaluer le potentiel informatif des assemblages microfossiles sur la formation et l'organisation spatiale du site, en dernier ressort. Ces thématiques sont articulées autour des résultats publiés (Portillo et Albert 2011; Portillo *et al.* 2012 et 2016). En ce qui concerne le premier axe d'étude, le présent travail fournit de nouvelles informations pour une évaluation spatiale et diachronique de diverses activités en rapport avec l'exploitation des produits végétaux, et sur la mouture et le traitement des céréales en particulier.

¹ Pour la période numide, la division du site en phases et sous-phases a été établie dans le premier volume monographique sur *Althiburos* (Kallala et Sanmartí 2011). Trois phases y sont distinguées : -Numide Ancien (NA), Numide Moyen (NM) et Numide Recent (NR) – avec plusieurs sous-phases : NA 1 (Xe s. av. J.-C.), NA 2 (IXe s. av. J.-C.), NA 3 (VIIIe s. av. J.-C.), NM (fin VIIe – Ve s. av. J.-C.), NR 1 (IVe s. –146 av. J.-C.), NR 2 (146 – 27 av. J.-C.). Le résumé figure dans la préface de ce livre.

2. Matériaux et méthodes

Les prélèvements destinés aux analyses des sédiments effectués depuis la campagne de fouilles de 2007 ont porté sur les niveaux d'occupation des zones 1 et 2, localisés dans l'aire du capitole. Quarante-sept échantillons ont été traités, puis analysés afin d'évaluer la richesse, la conservation et l'origine des phytolithes et des sphérolithes dans ces sédiments. Les échantillons étudiés sont issus des unités stratigraphiques (US) réparties dans neuf secteurs, la plupart fouillées en profondeur dans la zone 2, où toutes les phases chronologiques sont représentées (du numide ancien – sous-phase NA1 – au numide récent – NR1 –) (tableau 18.1 et 18.2). L'étude de la séquence stratigraphique et structurelle montre une alternance de couches et de sols liés à la fréquentation et à l'activité humaine ; nous retiendrons donc ici cette opportunité afin de réaliser un échantillonnage significatif pour ces espaces et d'évaluer la distribution spatiale des diverses activités domestiques. Les sédiments analysés proviennent de niveaux et de matériaux divers : niveaux d'habitation (certains sols bâtis, SL), remblais et couches argileuses contenant parfois de nombreux restes organiques et matériaux de construction argileux, fosses (FS), trous de poteau (PO), foyers (FY), fours de cuisson semblables aux *tannurs* ou *tabounas* modernes (four en argile de forme tronconique, TB) et meules à-va-et-vient (M).

2.1. Analyses des phytolithes

Les méthodes d'extraction et quantification des phytolithes suivent les procédures établies par Albert *et al.* (1999). Les échantillons (~1g sédiment) ont été traités avec de l'acide chlorhydrique (3N HCl) et nitrique (3N HNO₃) et à l'eau oxygénée (H₂O₂) pour éliminer les composantes les plus solubles et la matière organique. Ensuite, les composants minéraux résistants à l'attaque de l'acide ("fraction insoluble à l'acide", AIF) ont été séparés par densité avec une solution de sodium polytungstate [Na₆(H₂W₁₂O₄₀).H₂O] à 2,4 g/ml, dans le but de trier les composants siliceux et de concentrer les phytolithes. Le matériel siliceux recueilli (~1mg) a été ensuite monté entre lame et lamelle avec Entellan New (Merck), et les phytolithes ont été identifiés et quantifiés au microscope optique (Olympus BX-41) à des grossissements de x400 et x200. Un nombre minimal de 200 phytolithes a été compté pour chaque échantillon analysé.

La terminologie utilisée pour la description des morphologies suit certains travaux de description et classification (Twiss *et al.* 1969, Brown 1984, Rosen 1992,

Twiss 1992, Mulholland et Rapp 1992, Piperno 2006), ainsi que le système proposé par l'ICPN- International Code for Phytolith Nomenclature (Madella *et al.* 2005). Les phytolithes observés ont été comparés avec ceux des collections de référence des plantes modernes de la région Méditerranéenne (Albert et Weiner 2001, Tsartsidou *et al.* 2007, Albert *et al.* 2011, Portillo *et al.* 2014a). La classification et la description des morphologies établies et utilisées au cours de ce travail sont présentées dans le tableau 18.3.

Enfin, les analyses morphométriques des phytolithes de céréales ont été effectuées, suivant les procédures établies par Ball *et al.* (1999), à partir des assemblages des phytolithes des plantes modernes de l'Institute of Archaeology, University College London (Portillo et Albert 2011; Portillo *et al.* 2014a). Ces études permettent la discrimination des cellules formées par taxons similaires et de déterminer l'aspect taxonomique au niveau de l'espèce (Ball *et al.* 2016).

2.2. Analyses des sphérolithes

L'extraction des sphérolithes fécaux a été effectuée à partir des procédures de Canti (1999). De la même manière, les échantillons (~1mg) ont été posés entre lame et lamelle avec Entellan New (Merck). Les sphérolithes ont été quantifiées au microscope optique (x400) et comparés avec celles des collections de référence fécales modernes des environs du site (Portillo *et al.* 2012 et 2016) et d'autres régions de la Méditerranée (Albert *et al.* 2008, Portillo *et al.* 2014a). Le matériel de référence du site comprend les excréments frais d'animaux domestiques (ovicapres et bovins principalement) et des sols d'stabulation, mais aussi certains restes de sous-produits : combustible d'ovicapres de fours *tabouna* modernes et matériaux de construction ou engrais, parmi d'autres.

3. Résultats

Les tableaux 18.1 et 18.2 mettent en évidence la provenance et la description des échantillons avec les principaux résultats obtenus. La fraction insoluble à l'acide (% AIF) indique la proportion de matière siliceuse, composée d'argile, de quartz et de phytolithes. Ces résultats prouvent la similarité, en pourcentage de matière siliceuse, entre la plupart des échantillons prélevés (moyenne environ 25%). L'examen des résultats montre que ces sédiments sont composés principalement de calcaires, de phosphates et d'autres agrégats minéralogiques.

Les quantités de phytolithes et de sphérolithes varient entre les divers sédiments analysés. Les phytolithes sont nombreux et bien conservés. Les phytolithes identifiés, bien que montrant quelques signes de dissolution, sont pour la plupart parfaitement reconnaissables. Les morphologies non-reconnaissables sont présentées dans les tableaux 18.1 et 18.2 (% WM). Les proportions des phytolithes multicellulaires (ou phytolithes en connexion anatomique) sont également présentées (% MC). Ces deux pourcentages (WM et MC) permettent l'évaluation du degré de conservation des phytolithes et sont significatifs pour l'interprétation des résultats.

Ajoutons enfin la présence d'autres microfossiles siliceux, de diatomées (microorganismes unicellulaires présents dans les eaux marines et douces, mais aussi les sols), qui sont également observés dans certains des échantillons prélevés et indicatifs d'un milieu humide.

3.1. Résultats obtenus dans la zone 1

Les prélèvements de la zone 1 ont porté sur douze échantillons provenant des secteurs 3 / NR1k et 4 / NR1j, du NR1 (Tableau 18.1). Ces sédiments proviennent d'un niveau d'habitation (échantillons SL180127-A à D, Figure 18.1), d'une fosse (FS180133) et d'un trou de poteau (PO180143) qui coupent ce sol du secteur 3 / NR1k, de couches d'occupation et de remblais contenant des restes organiques et de la céramique (US 180126 et 180146, secteurs 3 / NR1k et 4 / NR1j, respectivement) et/ou des matériaux de construction argileux (US 180128 et 180150, 4 / NR1j). Seulement deux parmi ces échantillons correspondent à une meule en basalte trouvée dans le même sol d'habitation (180127-M) ainsi qu'à un fragment d'une deuxième meule, elle aussi de lithologie volcanique (180057-M). Les résultats des études des phytolithes et des sphérolithes menés sur la zone 1 sont présentés en détail dans Portillo et Albert 2011.

Les résultats quantitatifs montrent l'abondance des phytolithes (entre 7 et 26 millions de phytolithes per gramme d'AIF, Tableau 18.1). Les échantillons les plus riches correspondent aux sédiments des couches US 180126, 180127 (secteur 3) et US 180146 (secteur 4) (plus de 25 m de phytolithes/ g AIF). Les phytolithes récupérés sont pour la plupart bien préservés, et les pourcentages de dissolution inférieurs à 9%.

La composition végétale des sédiments est dominée par les phytolithes des plantes graminées (environ 85%, Tableau 18.1). Ces proportions sont similaires parmi la plupart des échantillons. Les morphologies formées dans les inflorescences de cette famille constituent entre 32% et 47% du total des phytolithes (Figure 18.2a). Les

morphotypes les plus communément identifiés correspondent aux graminées du type C₃, de la sous-famille *Pooideae* (Figure 18.2b). D'autres cellules distinctives de graminées sont présentes, mais en moindre mesure : des cellules courtes bilobées du type *Panicoideae* et saddles *Chloridoideae* (Figure 18.2c). Les structures multicellulaires (phytolithes en connexion anatomique, %MC, Figure 18.2d) sont relativement abondantes dans l'échantillon de l'US 180126 (10% du total), un niveau cendrex contenant des charbons de bois et un mobilier abondant (Belarte 2011, 51). Les résultats sont cohérents avec l'identification dans ces sédiments de phytolithes de plantes dicotylédones (feuilles, écorce et bois) (Portillo et Albert 2011).

Les sphérolithes sont aussi observés dans la plupart des sédiments prélevés. Les seules exceptions sont les échantillons provenant de meules (180127-M et 180057). Les échantillons des couches US 180146 (secteur 4) et SL180127-B (secteur 3), ont livré les quantités les plus élevées (plus de 300.000 sphérolithes / g sédiment, Tableau 18.1). Leur morphologie correspond au type uniforme rond (Figure 18.2f). Ces deux échantillons sont également riches en phytolithes de plantes graminées.

N. PRL US	Secteur	% AIF	N. phyt. AIF	% Phyt. graminées	% Phyt. WM	% Phyt. MC	N. sphér. séd.	Description
180126	3 / NR1k	28	26.800.000	80.7	6.2	10	145.000	Sédiment
180127-A	3 / NR1k	24.6	7.400.000	86.4	2.6	3	170.000	Sédiment
180127-B	3 / NR1k	28.4	25.900.000	88.5	3.1	1.5	314.000	Sédiment
180127-C	3 / NR1k	24.1	9.800.000	86.9	3.3	3.9	53.000	Sédiment
180127-D	3 / NR1k	28.8	12.100.000	84.5	5.4	2.4	167.000	Sédiment
180127-M	3 / NR1k	26.9	15.300.000	85.7	5.5	4.7	0	Meule
180133	3 / NR1k	29.3	17.900.000	87.7	4	3.1	183.000	Sédiment
180143	3 / NR1k	28.6	17.600.000	81.1	8.1	3.3	132.000	Sédiment
180057-M	4 / NR1j	18.2	11.700.000	88.5	8.7	4.9	0	Meule
180146	4 / NR1j	27.2	26.200.000	89.5	4.4	3.3	369.000	Sédiment
180128	4 / NR1j	29.3	13.500.000	89.5	3	3.3	127.000	Sédiment
180150	4 / NR1j	26.6	14.000.000	86.2	4.9	1	185.000	Sédiment

Tableau 18.1. Localisation et résultats de l'étude des phytolithes et des sphérolithes, zone 1 (phase NR1).

3.2. Résultats zone 2

Les trente-cinq échantillons analysés proviennent d'unités stratigraphiques de natures diverses distribuées dans différents secteurs (2c, 3-4, 4, 7a, 7b, 8a et 8b) et datées de

phases chronologiques diverses, entre le numide ancien (sous-phases NA1, NA2 et NA3) au numide récent (NR1) (Tableau 18.2). La plupart correspond à des remblais argileux, contenant parfois des restes organiques abondants, du mobilier, des matériaux de construction argileux et/ ou de la matière fécale, ainsi que des aménagements liés à des activités de combustion : foyers (FY290401, 290411, 290416, secteurs 3-4, NA2) et fours de cuisson (TB270223, 270219, 270224, 7a, NR1) (Portillo et Albert 2011; Portillo *et al.* 2012 et 2016). Ces études sont complétées avec les résultats obtenus sur des meules à-va-et-vient en lithologies sédimentaires et basaltiques, M, dont la provenance est elle-aussi diverse (secteurs 4, 7a, 7b et 8a).

Les résultats de l'étude quantitative des phytolithes confirment l'abondance et la bonne préservation des restes végétaux dans certains contextes du site. L'échantillon le plus riche (270219) provient d'une structure de combustion, le four TB270223 (50 million de phytolithes / g AIF, Tableau 18.2). Notons également la richesse de certains échantillons prélevés sur la surface active des meules des US 280540 et 2323 (entre 43 et 28 m de phytolithes / g AIF, respectivement). Par contre, deux des sédiments provenant des foyers (FY290411 et FY290416) ont livré les quantités plus petites (moins d'1 m de phytolithes/ g AIF) et sont également liés à un degré de dissolution plus important (environ 16-19%).

L'étude morphologique a déterminé la prédominance des phytolithes de graminées du type *Pooideae* dans tous les échantillons. Leur attribution anatomique indique que des plantes complètes ont été introduites sur le site (les proportions de feuilles / tiges *versus* inflorescences sont clairement variables). Les pourcentages de phytolithes des inflorescences constituent entre 12 et 50% du total quantifié. Signalons tout de même que les structures multicellulaires (ou phytolithes multicellulaires) formées dans les parties des inflorescences, et correspondant aux glumes des graines de blé (*Triticum sp.*) en particulier, sont très abondants dans les échantillons du four TB270223 (270219, environ 23%). Ces résultats sont cohérents avec l'identification de macro-restes carbonisés (graines de *Triticum aestivum/durum*) dans les mêmes sédiments (Kallala *et al.* 2008). Précisons encore que les analyses morphométriques des phytolithes ont permis de déterminer la variété de la céréale traitée, le blé tendre (*Triticum aestivum*, Portillo et Albert 2011). Concernant les sédiments prélevés sur les meules, on a également observé des concentrations de phytolithes d'inflorescences

(Figure 18.2a) probablement liés à la mouture des céréales panifiables, mais il faut noter que la présence de phytolithes multicellulaires est significativement faible.

N. PRL US	Secteur	Phase	% AIF	N. phyt. 1 g AIF	% Phyt. graminées	% Phyt. WM	% Phyt. MC	N. sphér. 1 g séd.	Description
270116	2c/ NMh	NM	31.1	21.300.000	80.1	7.6	7	80.000	Sédiment
270119	2c/ NMh	NM	24.3	5.500.000	75	11.6	4.3	100.000	Sédiment
270128	2c/ NA3b	NM	23	8.600.000	78.7	11.4	1.7	68.000	Sédiment
270007	3-4/ NMc	NA3	24.9	18.300.000	88.5	5	15.5	162.000	Sédiment
270049	3-4/ NMc	NM	27.4	17.400.000	85.6	6.1	5.8	81.000	Sédiment
270050	3-4/ NMc	NM	31.1	27.800.000	86.3	4.5	2.4	250.000	Sédiment
270054	3-4/ NMc	NM	30.8	16.800.000	80.3	10.7	8.3	330.000	Sédiment
270055	3-4/ NMc	NM	28.7	19.300.000	78.9	8.4	5.5	167.000	Sédiment
280221	3-4/ NMc	NA3	23.5	10.600.000	87.5	3.9	3	250.000	Sédiment
280222	3-4/ NMc	NA3	23.5	13.200.000	85.1	6.5	6.8	113.000	Sédiment
280224	3-4/ NMc	NA3	23.4	6.200.000	87.3	6.1	2.4	94.000	Sédiment
290401	3-4	NA2	33.4	1.100.000	80	9.9	2.1	331.000	Sédiment
290409	3-4	NA2	29	17.800.000	81.5	10.3	4.3	410.000	Sédiment
290411	3-4	NA2	30.9	781.000	65.8	19	0	350.000	Sédiment
290416	3-4	NA2	28.2	397.000	71	16.3	0	99.000	Sédiment
290420	3-4	NA2	30.4	18.900.000	82.2	9.4	3	1.210.000	Sédiment
290427	3-4	NA1	28.5	21.000.000	85	8.2	7.5	200.000	Sédiment
290432	3-4	NA1	34.9	11.100.000	79	12.3	1.7	680.000	Sédiment
270409	4/ NMc	NM1	18.4	1.200.000	88.1	8.7	6.2	126.000	Sédiment
270409-M	4/ NMc	NM1	20.6	3.400.000	89.2	6.2	3.7	0	Meule
270219	7a/ NR1d	NR1	29.5	50.500.000	83.8	8.3	23	13.000	Sédiment
270224	7a/ NR1d	NR1	26.4	27.100.000	85.7	6.1	4.7	58.000	Sédiment
280509-M	7a/ NA3d	NA3	69.9	3.200.000	92.8	2.1	5.7	0	Meule
280518	7a/ NMd	NM	23.3	3.900.000	83.2	8.2	3.6	61.000	Sédiment
280543	7a/ NMd	NM	26.8	19.600.000	80.7	9.7	5	347.000	Sédiment
280540	7a/ NMd	NM	40.8	32.600.000	86.4	3.9	2.3	846.000	Sédiment
280540-M	7a/ NMd	NM	42.7	43.600.000	87	4.6	2.1	0	Meule
2309-M	7b	NM1	37.6	5.400.000	92.8	3.2	9.1	0	Meule
2320-M	7b/ NA3g	NA3	45.8	3.100.000	92.6	3.2	5.8	0	Meule
2323-M	7b (dans mur)	NA3	23.5	28.200.000	95.1	1.5	6.1	0	Meule
280455	8a	NM1	11.6	6.000.000	89.4	7	5.5	253.000	Sédiment
280455-M	8a	NM1	18.4	9.100.000	89.6	5.8	6.2	0	Meule
280333	8b	NM	28.3	27.100.000	85.4	6.7	2.5	112.000	Sédiment
280337	8b	NA3	31.4	24.100.000	82.7	6.8	4.9	188.000	Sédiment
280465	8b	NA1	19.7	4.700.000	82.8	6.9	1.8	32.000	Sédiment

Tableau 18.2 : Localisation et résultats de l'étude des phytolithes et des sphérolithes, zone 2.

<i>Morphotypes</i>	<i>ICPN equivalents</i>	<i>Attribution</i>
<i>Bulliforme</i>	<i>Cuneiform bulliform cell/ Parallelepipedal bulliform cell</i>	<i>Feuilles graminées</i>
<i>Cellule courte bilobé</i>	<i>Bilobate short cell</i>	<i>Graminées</i>
<i>Cellule courte "rondel"</i>	<i>Rondel short cell/ Trapeziform short cell</i>	<i>Graminées sous-famille Pooideae</i>
<i>Cellule courte "saddle"</i>	<i>Saddle</i>	<i>Graminées sous-famille Chloridoideae</i>
<i>Cellule épidermique "papillae"</i>	<i>Papillae cell</i>	<i>Inflorescences graminées</i>
<i>Cellule épidermique poils "hair " et "hair base"</i>	<i>Hair cell mesophyll / Hair base</i>	<i>Feuilles</i>
<i>Cellule épidermique "thrichome"</i>	<i>Prickle</i>	<i>Feuilles graminées</i>
<i>Cellule longue dendritique</i>	<i>Dendritic</i>	<i>Inflorescences graminées</i>
<i>Cellule longue épineuse "echinate"</i>	<i>Elongate echinate long cell</i>	<i>Inflorescences graminées</i>
<i>Cellule longue polylobé</i>	<i>Cylindrical polylobate</i>	<i>Feuilles graminées</i>
<i>Cellule longue sinueuse "wavy"</i>	<i>Epidermal long cell crenate</i>	<i>Feuilles graminées</i>
<i>Cylindrique</i>	<i>Cylindric</i>	<i>Monocotylédones</i>
<i>Ellipsoïde épineux "echinate"</i>		<i>Dicotylédones</i>
<i>Ellipsoïde lisse/rugueux/granuleux</i>		<i>Écorce/bois dicotylédones</i>
<i>Parallélépipède allongé "elongate"</i>	<i>Elongate</i>	<i>Monocotylédones</i>
<i>Parallélépipède en bloc "blocky"</i>	<i>Parallelepipedal</i>	<i>Écorce/bois dicotylédones</i>
<i>Parallélépipède lisse</i>	<i>Tabular/ Trapeziform</i>	<i>Feuilles graminées</i>
<i>Parallélépipède rugueux</i>	<i>Tabular/ Trapeziform</i>	<i>Écorce/bois dicotylédones</i>
<i>Plateau "platelet"</i>		<i>Feuilles dicotylédones</i>
<i>Squelette silicifié cellules longues dendritiques (avec papillae ou cellules courtes)</i>	<i>Silica skeleton dendritic</i>	<i>Inflorescences graminées</i>
<i>Squelette silicifié cellules longues épineuses "echinate" (avec papillae ou cellules courtes)</i>	<i>Silica skeleton elongate echinate long cell</i>	<i>Inflorescences graminées</i>
<i>Squelette silicifié cellules longues sinueuses "wavy"</i>	<i>Silica skeleton long cell crenate</i>	<i>Feuilles graminées</i>
<i>Squelette silicifié cellules longues lisses</i>	<i>Silica skeletons long cell psilate</i>	<i>Feuilles graminées</i>
<i>Squelette silicifié polyédrique</i>	<i>Silica skeleton favose (honeycombed)</i>	<i>Feuilles dicotylédones</i>
<i>Sphéroïde lisse/rugueux/granuleux</i>	<i>Globular smooth /globular granulate</i>	<i>Écorce/bois dicotylédones</i>
<i>Stomate</i>	<i>Stomate</i>	<i>Feuilles</i>
<i>Trachéide</i>	<i>Trachied</i>	<i>Feuilles dicotylédones</i>

Tableau 18.3. Classification des morphotypes observés à Althiburos. Les catégories morphologiques principales identifiées ont été décrites à partir de l'ICPN (Madella et al. 2005) et leur attribution basée à partir de travaux de description et classification des plantes modernes de référence (Albert et Weiner, 2001; Tsartsidou et al., 2007; Albert et al., 2011).

Pour ce qui est de la présence de sphérolithes, il faut également noter des concentrations variables. Comme prévu, ces microfossiles ne sont observés dans aucun des échantillons des meules prélevés. Les échantillons les plus riches proviennent des certains niveaux du NA1 et NA2 du secteur 3-4 (290409, 290420 et 290432) et du

secteur 7a (280540, NM) (entre 400.000- 1.2 million sphérolithes/ g sédiment, Tableau 18.2). De même, ces unités sont riches en phytolithes de plantes graminées, et certaines aussi en diatomées.

Enfin, notons que les échantillons des foyers (FY290401 et 290411, secteur 3-4, NA2) ont également livré des concentrations fécales élevées (environ 300.000 sphérolithes/ g sédiment). Ces sédiments, qui contiennent aussi de phytolithes de graminées (feuilles et tiges) et de dicotylédones –principalement d'écorce et bois– indiqueraient que l'on utilisait les excréments d'animaux comme combustible.

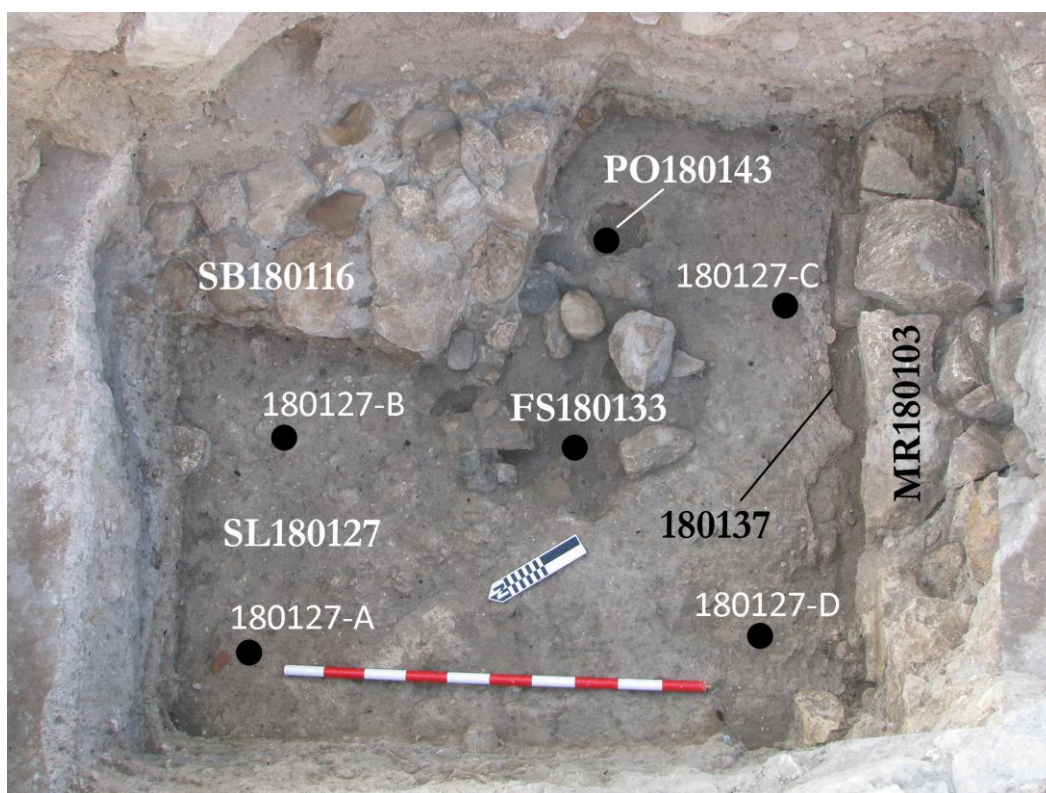


Figure 18.1. Vue du sol SL180127, de la fosse FS180133 et du poteau PO180143 avec indication des échantillons (zone 1, secteur 3/NR1k, phase NR1).

4. Approche spatiale et diachronique aux activités domestiques

Tel que nous l'avons indiqué, ces études microarchéobiologiques s'insèrent dans le cadre des recherches interdisciplinaires menées autour de deux axes généraux : reconstruction des activités domestiques de la période numide et leur organisation spatiale et diachronique dans l'aire du capitol. En raison des points communs que présentent les premières phases de l'occupation, les phases numide ancienne (NA) et

moyenne (NM), ainsi que leur concentration sur une seule des deux zones du site objet de prélèvements (zone 2), les résultats sont réunis ci-dessous.

4.1. Les phases du numide ancien et moyen

En ce qui concerne les premières phases de l'occupation du site numide, il faut signaler particulièrement la richesse des assemblages microfossiles végétales et fécales, qui restent parmi les témoins bioarchéologiques les mieux préservés, fournissant des indices directs, à la fois complémentaires et supplémentaires d'autres types de restes, sur certaines activités et fonctions domestiques. La comparaison des deux ensembles de données (phytolithes et sphérolithes) permet de déterminer la composition végétale et/ ou fécale des sédiments, sous formes diverses (résidus de production agricole et d'élevage, fourrage, déjections d'animaux, matériaux de construction, combustible, etc.).

A partir de la sous-phase NA1 on a documenté d'importantes attestations de matériaux d'origine fécale (secteur 3-4), probablement composés de déjections d'animaux herbivores et omnivores (ovicapres, bovins et/ ou porc), qui sont les principaux producteurs de sphérolithes (Canti 1999), et qui sont observés également dans les excréments frais provenant des environs du site (Portillo *et al.* 2012 et 2016) ainsi que d'autres zones de la Méditerranée (Albert *et al.* 2008; Tsartsidou *et al.* 2008, Portillo *et al.* 2014). Ces assemblages, issus des plus importantes concentrations de sphérolithes, sont composés dans leur majorité de phytolithes de graminées, principalement des feuilles et des tiges. Ces résultats suggèrent un fourrage végétal presque exclusivement graminéen. Un indice supplémentaire est fourni par la présence de diatomées, qui sont également attestées dans certains des échantillons, mais aussi dans les excréments frais modernes et les sols de parcage du bétail en usage de nos jours (Brochier *et al.* 1992; Shahack-Gross 2011; Portillo *et al.* 2012, 2014). Signalons que l'assemblage macrofaunique correspond aux quatre espèces domestiques principales : bœuf, mouton, chèvre et porc (Valenzuela, même ouvrage). Du point de vue taphonomique, de l'étude des restes porteurs des traces (ossements ingérés et coups de dents) émerge le rôle joué par des carnivores et/ ou omnivores, comme les chiens et les cochons, sur certains assemblages osseux de grands mammifères (Portillo *et al.* 2012). Du point de vue diachronique, les données archéozoologiques des phases NA et NM indiquent une tendance à une importante augmentation des porcins.

Bien que le rythme de déposition et les phénomènes taphonomiques de concentration, de conservation ou de dissolution des microfossiles, ainsi que des

macrorestes (faune, charbons, graines, etc.), peuvent varier d'un contexte à l'autre, leur abondance et bonne préservation plaident, en général, en faveur de dépositions rapides, conséquence d'activités anthropiques intenses. La séquence stratigraphique et structurelle montre une alternance de couches et de sols liés à la fréquentation et à l'activité humaine. La plupart de ces niveaux, riches en phytolithes et sphérolithes, contiennent des restes organiques abondants, du mobilier et des matériaux de construction d'origine argileuse. Au vu des résultats obtenus, on peut se demander si ces espaces riches en microfossiles fécaux sont concernées par des épisodes de divagation ou de stationnement des animaux domestiques (stabulation, pacage ou parcage) sur des niveaux de sol composés de leurs propres déjections, ou plutôt à un apport de déchets domestiques liés aux diverses activités productrices, ou même encore s'il s'agit de détritus de consommation (humaine et animale), mais aussi de résidus liés à la construction (chaume, dégraissant végétal ou fécal, etc.). Un protocole d'échantillonnage microfossile plus systématique, associé à l'analyse micromorphologique, élargira très certainement notre connaissance des activités et leur organisation spatiale, et permettra également d'affiner la reconstruction des rythmes de fréquentation et des phénomènes dépositionnels et post-dépositionnels (p.e. Courty *et al.* 1989 ; Weiner 2010).

Tel que nous l'avons noté, les foyers étudiés appartenant à la sub-phase NA2, du secteur 3-4, ont livré de nouvelles informations sur l'exploitation comme combustible des sous-produits d'origine fécale. Les constituants des foyers sont principalement des résidus végétaux (phytolithes de feuilles et tiges de graminées et dicotylédones, notamment d'écorce / bois, et charbons). Les sédiments cendreux et siliceux suggèrent un combustible du type du bois et des herbacées. En revanche, la présence des sphérolithes témoigne aussi de la présence d'excréments d'animaux dans ces niveaux originés par des combustions. La diète végétale et la présence de grandes quantités des sphérolithes, ainsi que les rapprochements modernes, laissent à penser qu'il s'agit de déjections de ruminants, plus précisément d'ovicapres – comme de nos jours dans les environs du site–, et de bovins, ou peut-être d'un mélange de bouses de bovins et d'ovicapres (Miller 1984; Zapata *et al.* 2003; Portillo *et al.* 2012, 2014 et 2016).

Pour ce qui est de la reconstitution des activités domestiques liées à la transformation des produits agricoles, les résultats des assemblages des phytolithes prélevés sur les meules du NA et du NM (secteurs 4, 7a, 7b et 8a) témoignent du

traitement des céréales. On a relevé plusieurs concentrations de phytolithes de glumes de graminées du type *Pooideae* ; il s'agit pour la plupart des cellules individuelles sans connexion anatomique, ce qui est parfaitement cohérent avec les résidus obtenus de moutures et/ou broyages expérimentaux de céréales (Portillo *et al.* 2013 ; Portillo et Albert 2014b). Les données carpologiques issues des études effectués sur les niveaux du NA et du NM, indiquent une production céréalière dominée par des espèces de la sous-famille *Pooideae* de cycle long. Il s'agit, plus précisément, de l'orge vêtue (*Hordeum vulgare*), du blé nu (*Triticum aestivum/durum*) et du blé amidonnier (*Triticum dicoccum*), mais aussi d'espèces de cycle court, comme le millet commun (*Panicum miliaceum*) et millet italien (*Setaria italica*) (Kallala et Sanmartí 2011; López, dans ce même ouvrage). Il est intéressant de remarquer la présence de cellules courtes bilobées du type *Panicoideae* ; malgré leur faible proportion, ces phytolithes se rencontrent de façon constante parmi les échantillons analysés, spécialement dans les remblais ou dans les foyers, mais aussi sur les meules. Ces résultats mettent en évidence des activités domestiques de traitement de céréales sur le site, telles que le nettoyage, le décorticage, la mouture ou la cuisson.

4.2. La phase numide récente

En l'état actuel, l'attestation la plus évidente parmi les niveaux de cette phase est l'angle nord-est de la zone 1, où plusieurs sols d'occupation du NR1 ont été identifiés. En effet, les prélèvements ont porté sur le secteur 3 / NR1k sur lequel on a réalisé un échantillonnage significatif au niveau du sol SL180127 afin d'évaluer et de reconstituer la distribution spatiale des activités domestiques sur cet espace. Le sol SL180127, fait de terre très compacte, de couleur jaune avec des nodules de chaux, est coupé par la fosse FS180133 et le poteau PO180143, que l'on a également prélevé (Figure 18.1). On doit signaler la présence d'une structure bâtie (SB180116) faite avec un appareil irrégulier et correspondant possiblement à une banquette qui a peut-être fonctionné aussi avec le sol 180127 (Belarte 2011, 50). La composition de l'assemblage du sol est assez homogène dans la catégorie des plantes graminées, mais on apprécie une forte concentration des phytolithes de glumes du type *Pooideae* sans connexion anatomique dans les sédiments associés à cette structure bâtie ou possible banquette (180127-B). Sur le sol 180127 on a également documenté une meule en basalte (180127-M), qui contient aussi une forte proportion des glumes des mêmes plantes ; cela permet d'affirmer le caractère domestique de ce secteur du site.

D'autre part, la couche d'occupation qui couvre ce même sol, l'US 180126, un niveau cendré avec des charbons de bois contenant du mobilier archéologique abondant, a fourni également des concentrations de phytolithes de feuilles et de tiges de graminées relativement bien conservés en leur connexion anatomique. Ajoutons les couches de type remblais ou comblements secondaires, contenant des moellons, des restes osseux et des céramiques mêlés à des restes organiques (FS180133) ; elles sont aussi riches en phytolithes, qui témoignent des déchets domestiques. Enfin, certaines couches argileuses contenant des restes organiques et/ou de matériaux de construction argileux (US 180128 et 180150, secteur 4 / NR1j) ont donné des phytolithes multicellulaires de feuilles et de tiges de graminées ; elles témoignent de toutes les activités impliquant ces plantes d'un fort intérêt économique.

Pour ce qui est de l'axe d'étude concernant les activités domestiques de transformation des ressources végétales, et plus particulièrement la cuisson et le traitement des céréales, il faut noter les résultats obtenus à l'issue de l'étude des microfossiles conservés dans un four en argile de forme tronconique (TB270223, secteur 7a / NR1d) (Figure 4.14 et 4.138, volume 1). Il s'agit d'un four de cuisson, accolé au mur, de 0,63 m de diamètre et de morphologie semblable aux *tannurs* ou *tabounas* en usage de nos jours, notamment dans les zones rurales (Haaland 2007). À côté du four, on a documenté une fossette à plan à peu près ovale et à profil convexe (FS270221), de 0,40 m de diamètre, qui a été remplie par l'US 270219, celle-ci contenant des graines de blé nu (*Triticum aestivum/durum*) (Kallala et Sanmartí 2011 ; Ramon et Maraoui Telmini 2011, 165 ; Figure 4.14, 4.42, 4.135; López, même ouvrage). Les résultats des analyses morphométriques des phytolithes confirment qu'il s'agit de blé de la variété tendre (*T. aestivum*) (Portillo et Albert 2011). Précisons encore que la présence de sphérolithes à l'intérieur du four, indiquerait que les excréments d'animaux étaient utilisés en tant que combustible, tel qu'on le fait encore de nos jours sur les *tabounas* des environs du site (Portillo *et al.* 2016). Enfin, rappelons ici que l'utilisation de combustible de nature fécale est déjà attestée à *Althiburos* depuis longtemps, au moins dès la sous-phase NA2.

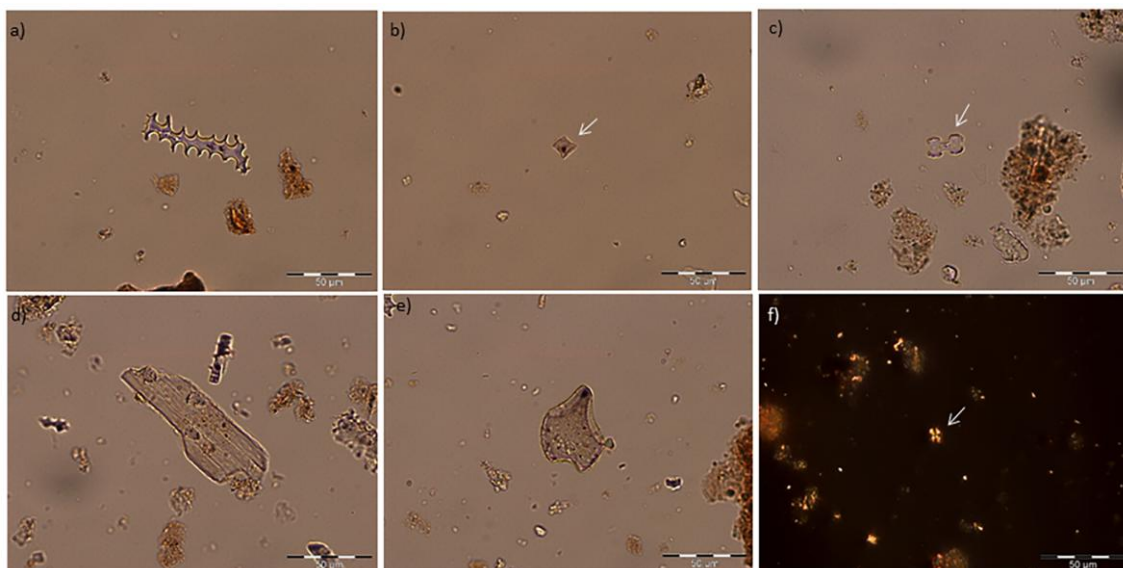


Figure 18.2. Morphologie des phytolithes (a-e), sphérolithe (f) (400x). a) cellule allongé dendritique, b) cellule courte Pooideae, c) cellule courte Panicoideae, d) phytolithes multicellulaires des feuilles / tiges des graminées, e) cellule bulliforme, f) sphérolithe US 270409.

5. Conclusion

A l'issue de ces études de caractérisation et de compréhension des assemblages microfossiles végétaux et fécaux dans certains espaces du site au sein d'une communauté urbaine, un certain nombre de remarques émergent. On note tout d'abord une remarquable continuité d'occupation du site, ainsi que des traditions domestiques et artisanales basées sur une économie céréalière et d'élevage durant tout le premier millénaire avant notre ère. Il s'en dégage une complexité des dynamiques susceptibles de se produire dans un contexte de formation et développement d'une société pleinement sédentaire et urbaine, dans le sens où l'utilisation et la gestion des espaces sont partagées par divers acteurs : des hommes et des animaux domestiques.

Les résultats obtenus à l'issue de ces études microarchéobiologiques mettent en évidence des activités agricoles liés à la production céréalière sur le site (nettoyage, décorticage, mouture et grillage des grains), le rejet de détritits (dépotoirs ou accumulation de déchets des activités vivrières), l'exploitation des sous-produits agricoles ou associés à l'élevage d'animaux domestiques (paille, fourrage, combustible, engrais, matériaux de construction). On y ajoutera les concentrations de déjections dans certains espaces des occupations les plus anciennes du site, dès la sous-phase NA1 (stabulation, parcage ou fréquentation du bétail ou autres animaux, qui restent dans le domaine de l'hypothèse, ou rejets secondaires). En ce qui concerne cette dernière, les

assemblages fécaux sont composés quasi-exclusivement de phytolithes de graminées des feuilles et tiges, qui suggèrent un fourrage végétal presque uniquement graminéen, lié par conséquent à la production agricole. Pour ce qui est de l'axe d'étude sur les activités domestiques de transformation des végétaux, notons la présence des sphérolithes également dans certains assemblages de combustion (fours de cuisson et foyers), qui indiqueraient l'utilisation de combustible de nature fécale, au moins dès la sous-phase NA2. Ajoutons encore les témoins liés à la production céréalière, et plus particulièrement le décorticage, la mouture et le grillage des graines, principalement de graminées du type *Pooideae*, telles que le blé nu (*Triticum aestivum*), sur un four de cuisson du NR1 (type *tabouna*), ainsi que sur les assemblages prélevés sur toutes les meules, datées du NA et du NM).

En définitive, ces travaux menés à l'échelle microscopique qui s'insèrent dans le cadre des recherches archéobiologiques sur le site témoignent des variations spatiales et diachroniques des activités vivrières de nature essentiellement domestique, menées par les communautés urbaines du premier millénaire qui y ont habité.

Bibliographie

ALBERT, R.M.; WEINER, S. 2001 : "Study of phytoliths in prehistoric ash layers using a quantitative approach", dans : MEUNIER, J.D. ; COLIN, F. (Eds.), *Phytoliths, Applications in Earth Sciences and Human History*, A.A. Balkema Publishers, Lisse, 251-266.

ALBERT, R.M. ; LAVI, O. ; ESTROFF, L. ; WEINER, S. ; TSATSKIN, A. ; RONEN, A. ; LEV-YADUN, S. 1999 : "Mode of occupation of Tabun Cave, Mt Carmel, Israel during the Mousterian Period: A study of the sediments and phytoliths", *Journal of Archaeological Science* 26, 1249-1260.

ALBERT, R.M. ; SHAHACK-GROSS, R. ; CABANES, D. ; GILBOA, A. ; LEV-YADUN, S. ; PORTILLO, M. ; SHARON, I. ; BOARETTO, E. ; WEINER S. 2008 : "Phytolith-rich layers from the Late Bronze and Iron Ages at Tel Dor (Israel): Mode of formation and archaeological significance", *Journal of Archaeological Science* 35, 57-75.

ALBERT, R. ; ESTEVE, X. ; PORTILLO, M. ; RODRÍGUEZ-CINTAS, A. ; CABANES, D. ; ESTEBAN, I. ; HERNÁNDEZ, F. 2011 : *Phytolith CoRe, Phytolith Reference Collection*, <<http://phytcore.org/phytolith/index>> [Consulted: May 10, 2014].

BALL, T.B. ; GARDNER J.S.; ANDERSON, N. 1999 : "Identifying inflorescence phytoliths from selected species of wheat (*Triticum monococcum*, *T. dicoccon*, *T. dicoccoides*, and *T.*

aestivum) and barley (*Hordeum vulgare* and *H. spontaneum*)”, *American Journal of Botany* 86, 1615-1623.

BALL, T.B.; DAVIS, A.L ; EVETT, R.R, ; LADWIG, L.L; TROMP, M.; OUT, W.; PORTILLO, M. 2016 : “Morphometric Analysis of Phytoliths: Recommendations towards Standardization from the International Committee for Phytolith Morphometrics”, *Journal of Archaeological Science*, 68, 106-111.

BELARTE, M. C. avec la collaboration de BECHRIFIYA, S., MONROS, M., NOGUERA, J., TARRADELL, N. 2011 : « Les sondages dans la zone 1 », KALLALA, N., SANMARTI, J. (dir.) : *Althiburos I - La fouille dans l'aire du capitole et dans la nécropole méridionale*, Documenta, 18, Institut Català d'Arqueologia Clàssica, Tarragona, 45-110.

BROCHIER, J.E. ; VILLA, P. ; GIACOMARRA, M. ; TAGLIACOZZO, A. 1992 : “Shepherds and sediments: geo-ethnoarchaeology of pastoral sites”, *Journal of Anthropological Archaeology* 11, 47-102.

BROWN, D.A., 1984 : “Prospects and limits of a phytolith key for grasses in the central United States”, *Journal of Archaeological Science* 11, 345-368.

CANTI, M.G. 1997 : “An investigation of microscopic calcareous spherulites from herbivore dungs”, *Journal of Archaeological Science* 24, 219-231.

–1998 : “The micromorphological identification of faecal spherulites from archaeological and modern materials”, *Journal of Archaeological Science* 25, 435-444.

–1999 : “The production and preservation of faecal spherulites: Animals, environment and taphonomy”, *Journal of Archaeological Science* 26, 251-258.

COURTY, M.A. ; GOLDBERG, P. ; MACPHAIL, R. 1989 : *Soils and Micromorphology in Archaeology*, Cambridge University Press, Cambridge.

DELHON C. ; MARTIN L. ; ARGANT J. ; THIÉBAULT, S. 2008 : “Shepherds and plants in the Alps: multi-proxy archaeobotanical analysis of neolithic dung from “La Grande Rivoire” (Isère, France)”, *Journal of Archaeological Science* 35, 2937-2952.

HAALAND, R. 2007 : “Porridge and pot, bread and oven: Food ways and symbolism in Africa and the Near East from the Neolithic to the present”, *Cambridge Archaeological Journal* 17 (2), 165-182.

KALLALA, N. ; SANMARTI, J. (Dirs.) 2011 : *Althiburos I. La fouille dans l'aire du capitole et dans la nécropole méridionale*, Serie Documenta 18, Institut Català d'Arqueologia Clàssica, Tarragona.

KALLALA, N. ; SANMARTI, J. ; BELARTE, M. C. ; RAMON, J. ; ALVAREZ, R. ; BEN MOUSSA, M. ; BECHRIFIYA, S. ; BERMUDEZ, X. ; CAMPILLO, J. ; CHEBBI, N. ; FADRIQUE, T. ; JORNET, R. ; LOPEZ, D. ; BEL HAJ NASR LOUM, Z. ; MARAOUI, B. ; MINIAOUI, S. ; NOGUERA, J. ; PUCHE, J. M. ; REVILLA, V. ; TARRADELL, N. ; TORCHANI, M. ; VALENZUELA, S. 2008 : “Recherches sur l’occupation d’Althiburos (région du Kef, Tunisie) et de ses environs à l’époque numide”, *Pyrenae* 20, 67-113.

MADELLA, M. ; ALEXANDRE, A. ; BALL, T.B. ; ICPN WORKING GROUP 2005 : “International Code for Phytolith Nomenclature 1.0”, *Annals of Botany* 96, 253-260.

MATTHEWS, W. 2005 : “Micromorphological and microstratigraphic traces of uses of space”, dans : HODDER I. (Ed.), *Inhabiting Çatalhöyük: Reports from the 1995–99 Seasons*, MacDonald Institute for Archaeological Research and British Institute of Archaeology at Ankara, Cambridge, 355-398.

– 2010 : “Geoarchaeology and taphonomy of plant remains and microarchaeological residues in early urban environments in the Ancient Near East”, *Quaternary International* 214, 98-113.

MILLER, N.F. 1984 : “The use of dung as a fuel: an ethnographic example and an archaeological application”, *Paléorient* 10 (2), 71-79.

MULHOLLAND, S.C. ; RAPP JR. G. 1992 : “A morphological classification of grass silica-bodies”, dans : RAPP JR., G. ; MULHOLLAND, S.C. (Eds.), *Phytolith Systematics: Emerging Issues, Advances in Archaeological and Museum Science*, Plenum Press, New York, 65-89.

PIPERNO, D.R. 2006 : *Phytoliths: A comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists*, AltaMira Press, Lanham.

PORTILLO, M. ; ALBERT R.M. 2011 : “Husbandry practices and livestock dung at the Numidian site of Althiburos (el Médéina, Kef Governorate, northern Tunisia): the phytolith and spherulite evidence”, *Journal of Archaeological Science* 38, 3224-3233.

– 2014a : “Early Crop Cultivation and Caprine Herding: The Evidence from Phytolith and Fecal Spherulite Studies”, dans : HENRY, D.O. ; BEAVER, J.E. (Eds.), *The Sands of Time: The Desert Neolithic Settlement at Ayn Abū Nukhayla*, Ex oriente, Bibliotheca neolithica Asiae meridionalis et occidentalis, Berlin, 121-137.

– 2014b : “Microfossil evidence for grinding activities”, *Revista d’Arqueologia de Ponent* 24, 103-112.

PORTILLO, M. ; ALBERT R.M. ; HENRY, D.O., 2009 : “Domestic activities and spatial distribution in Ain Abū Nukhayla (Wadi Rum, Southern Jordan): The use of phytoliths and spherulites studies”, *Quaternary International* 193, 174-183.

PORTILLO, M. ; ALBERT, R.M. ; KADOWAKI, S. ; NISHIAKI, Y. 2010 : “Domestic activities at Early Neolithic Tell Seker al-Aheimar (Upper Khabur, Northeastern Syria) through phytoliths and spherulites studies”, dans : DELHON, C. ; THÉRY-PARISOT, I. ; THIÉBAULT, S. (Eds.), *Des hommes et des plantes : exploitation du milieu et gestion des ressources végétales de la Préhistoire à nos jours*, Éditions ADPCA, Antibes, 19-30.

PORTILLO, M., VALENZUELA, S., ALBERT R.M. 2012 : “Domestic patterns in the Numidian site of Althiburos (northern Tunisia): the results from a combined study of animal bones, dung and plant remains”, *Quaternary International* 275, 84-96.

PORTILLO M., BOFILL M., MOLIST M., ALBERT, R.M. 2013 : “Phytolith and use-wear functional evidence for grinding stones from the Near East”, dans : ANDERSON P.C. ; CHEVAL, C. ; DURAND, A. (Dir.), *Regards croisés sur les outils liés au travail des végétaux. An interdisciplinary focus on plant working tools*, Éditions APDCA, Antibes, 161-174.

PORTILLO, M. ; KADOWAKI, S. ; NISHIAKI, Y. ; ALBERT, R.M. 2014 : “Early Neolithic household behavior at Tell Seker al-Aheimar (Upper Khabur, Syria): a comparison to ethnoarchaeological study of phytoliths and dung spherulites”, *Journal of Archaeological Science* 42, 107-118.

PORTILLO M., BELARTE M.C., RAMON J., KALLALA N., SANMARTÍ, J., ALBERT R.M. 2016: "An ethnoarchaeological study of livestock dung fuels from cooking installations in northern Tunisia", *Quaternary International* [à paraître : doi: 10.1016/j.quaint.2015.12.040.].

RAMON, J., MARAOUI TELMINI, B., avec la collaboration de BEN JARBANIA, I., BEN TAHAR, S., OLMOS, P., MORELL, N., TORCHANI, M. 2011 : « Les sondages dans la zone 2 », KALLALA, N., SANMARTI, J. (dir.) : *Althiburos I - La fouille dans l'aire du capitole et dans la nécropole méridionale*, Documenta, 18, Institut Català d'Arqueologia Clàssica, Tarragona, 153-262.

ROSEN, A.M. 1992 : “Preliminary identification of silica skeletons from Near Eastern archaeological sites: an anatomical approach”, dans : RAPP JR., G. ; MULHOLLAND, S.C. (Eds.), *Phytolith Systematics: Emerging Issues, Advances in Archaeological and Museum Science*, Plenum Press, New York, 129-147.

- SHAHACK-GROSS, R. 2011 : “Herbivorous livestock dung: formation, taphonomy, methods for identification, and archaeological significance”, *Journal of Archaeological Science* 38, 205-218.
- SHAHACK-GROSS, R. ; ALBERT, R.M. ; GILBOA, A. ; NAGAR-HILMAN, O. ; SHARON, I. ; WEINER, S. 2005 : “Geoarchaeology in an urban context: the uses of space in a Phoenician monumental building at Tel Dor (Israel)”, *Journal of Archaeological Science* 32, 1417-1431.
- TSARTSIDOU, G. ; LEV-YADUN, S. ; ALBERT, R.M. ; MILLER-ROSEN, A. ; EFSTRATIOU, N. ; WEINER, S. 2007 : “The phytolith archaeological record: strengths and weaknesses based on a quantitative modern reference collection from Greece”, *Journal of Archaeological Science* 34, 1262-1275.
- TSARTSIDOU, G. ; LEV-YADUN, S. ; EFSTRATIOU, N. ; WEINER, S. 2008 : “Ethnoarchaeological study of phytolith assemblages from an agro-pastoral village in Northern Greece (Sarakini): development and application of a Phytolith Difference Index”, *Journal of Archaeological Science* 35, 600-613.
- TWISS, P.C. 1992 : “Predicted world distribution of C₃ and C₄ grass phytoliths”, dans : G. RAPP, JR. ; S.C. MULHOLLAND (Eds.), *Phytolith Systematics: Emerging Issues, Advances in Archaeological and Museum Science*, Plenum Press, New York, 113-128.
- TWISS, P.C., SUESS, E., SMITH, R.M., 1969 : “Morphological classification of grass phytoliths”, *Soil Science Society of America Proceedings* 33, 109-115.
- WEINER, S. 2010 : *Microarchaeology. Beyond the visible archaeological record*, Cambridge University Press, Cambridge.
- ZAPATA, L. ; PEÑA-CHOCARRO, L. ; IBÁÑEZ ESTÉVEZ, J. J. ; GONZÁLEZ URQUIJO, J. E. 2003 : “Ethnoarchaeology in the Moroccan Jebala (Western Rif): Wood and dung as fuel”, *Africa Praehistorica* 15, 163-175.