



**HAL**  
open science

## Existe-t-il un “ proto-ciment ” au cours de la Préhistoire récente en Europe occidentale? L'exemple du site de l'âge du Bronze moyen de Solarolo-via Ordiera (Italie)

Alessandro Peinetti, Maria Pia Riccardi, Julia Wattez, Maurizio Cattani

### ► To cite this version:

Alessandro Peinetti, Maria Pia Riccardi, Julia Wattez, Maurizio Cattani. Existe-t-il un “ proto-ciment ” au cours de la Préhistoire récente en Europe occidentale? L'exemple du site de l'âge du Bronze moyen de Solarolo-via Ordiera (Italie). HABITATIONS ET HABITAT DU NÉOLITHIQUE À L'ÂGE DU BRONZE EN FRANCE ET SES MARGES, Actes des II<sup>e</sup> Rencontres Nord-Sud de Préhistoire récente, O. Lemerrier, I. Sénépart, M. Besse, C. Mordant, Nov 2015, Dijon, France. halshs-02007187

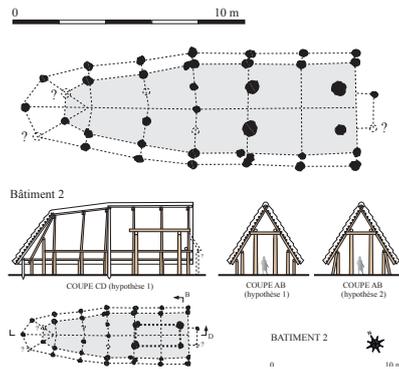
**HAL Id: halshs-02007187**

**<https://shs.hal.science/halshs-02007187>**

Submitted on 5 Feb 2019

**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.



---

# HABITATIONS ET HABITAT DU NÉOLITHIQUE À L'ÂGE DU BRONZE EN FRANCE ET SES MARGES

ACTES DES SECONDES RENCONTRES NORD/SUD DE PRÉHISTOIRE RÉCENTE

DIJON 19-21 NOVEMBRE 2015

sous la direction de

OLIVIER LEMERCIER, INGRID SÉNÉPART,  
MARIE BESSE, CLAUDE MORDANT



2018

RENCONTRES MÉRIDIANALES DE PRÉHISTOIRE RÉCENTE  
INTERNÉO

ASSOCIATION POUR LA PROMOTION ET LA RECHERCHE SUR L'ÂGE DU BRONZE

#### RÉFÉRENCIEMENT CONSEILLÉ POUR L'OUVRAGE

LEMERCIER O., SÉNÉPART I., BESSE M., MORDANT C.

2018 : *Habitations et habitat du Néolithique à l'âge du Bronze en France et ses marges*

Actes des II<sup>e</sup> Rencontres Nord/Sud de Préhistoire récente, Dijon, 19-21 novembre 2015, Toulouse, Éditions Archives d'Écologie Préhistorique, 718 p.

#### RÉFÉRENCIEMENT CONSEILLÉ POUR LE RECUEIL DES PLANS

2018 : SÉNÉPART I. (dir.), AUGEREAU A., TALON M., BESSE M., HAUZEUR A., GILIGNY F., IRRIBARRIA R.,

LEMERCIER O., MORDANT C., THIRAUT É.

*Habitations et habitat du Néolithique à l'âge du Bronze en France et ses marges, recueil de plans in*, Lemercier O., Sénépart I., Besse M., Mordant C., Actes des II<sup>e</sup> Rencontres Nord/Sud de Préhistoire récente, corpus interactif, Dijon, 19-21 novembre 2015, Toulouse, Éditions Archives d'Écologie Préhistorique, 178 fiches.

#### MISE EN PAGE DU LIVRE

DANIEL BEUCHER

Infographiste, PAO, DAO

daniel.beucher@gmail.com

#### ILLUSTRATION DE COUVERTURE

*Restitution du bâtiment Bronze ancien n° 2 de Labergement-Foigny, « Les Côtes Robin », (Côte d'Or)*

CHRISTOPHE GASTON

c.gaston@inrap.fr

#### TRADUCTION ANGLAISE ET RELECTURE

MAGEN O'FARREL -ARCHEOCOM

archeocom@gmail.com

### HABITATIONS ET HABITAT DU NÉOLITHIQUE À L'ÂGE DU BRONZE EN FRANCE ET SES MARGES

Actes des II<sup>e</sup> Rencontres Nord/Sud de Préhistoire récente

Dijon 19-21 novembre 2015

Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente/InterNéo/Association pour la promotion et la recherche sur l'âge du Bronze

#### SOUS LA DIRECTION DE

OLIVIER LEMERCIER, INGRID SÉNÉPART,

MARIE BESSE, CLAUDE MORDANT

#### OUVRAGE PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS DE

Du Ministère de la Culture

De l'Institut national de recherches archéologiques préventives

Des Archives d'Écologie préhistorique

Des Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente

De l'Association pour la promotion et la recherche sur l'âge du Bronze

Ce travail a bénéficié du soutien du LabEx ARCHIMEDE au titre du programme "Investissement d'Avenir" "ANR-11-LABX-0032-01"

#### ARCHIVES D'ÉCOLOGIE PRÉHISTORIQUE 2018

## BRONZE ANCIEN ET MOYEN

# EXISTE-T-IL UN « PROTO-CIMENT » AU COURS DE LA PRÉHISTOIRE RÉCENTE EN EUROPE OCCIDENTALE ? L'EXEMPLE DU SITE DE L'ÂGE DU BRONZE MOYEN DE « SOLAROLO-VIA ORDIERE » (RAVENNE, ITALIE)

ALESSANDRO PEINETTI, MARIA-PIA RICCARDI, JULIA WATTEZ, MAURIZIO CATTANI

Dans le cadre de la fouille du site de l'âge du Bronze moyen de « Solarolo » (Ravenne, Italie), des fragments en terre crue caractérisés par une seule surface plane et une très forte cohésion sont régulièrement mis au jour. Ils semblent provenir de sols construits démantelés. Ces restes ont fait l'objet d'une analyse technologique conduite à différentes échelles d'observation. La cohésion du matériau de terre semble être le résultat de processus complexes de cimentation et d'altération thermique.

**Mots-clés :** *terre crue, techniques de construction, sols aménagés, cimentation, carbonates.*

A large quantity of very hard earthen fragments with a flat smoothed surface has been unearthed during the excavation of the Bronze Age site of "Solarolo" (Ravenna, Italy). Most of them seem to originate from dismantled constructed floors. A technological analysis of them was conducted at different observation scales. Their hardness appears to result from complex cementation and thermal alteration processes.

**Keywords:** *earthen materials, building techniques, floors, cementation, carbonates.*

## CONTEXTE ARCHÉOLOGIQUE ET OBJET D'ÉTUDE

Le site d'habitat de « Solarolo-via Ordiera » (département de Ravenne, Émilie-Romagne, Italie, fig. 1) se caractérise par une occupation qui perdure du Bronze moyen 2 au Bronze récent (Cattani, 2009). La stratigraphie conservée date essentiellement du Bronze moyen 2 (1550-1450 av. J.-C.). La fouille a mis au jour un grand nombre d'éléments architecturaux en terre partiellement ou totalement altérés par le feu : 35 156 fragments (526 kg), dont 31% du poids sont des grumeaux informes, 1 % des restes d'élévations de bâtiments et 68 % des fragments présentant une seule surface plane (fig. 2). L'étude a porté sur cette dernière catégorie de restes, caractérisés par une très forte cohésion du matériau de terre et par une morphologie assez simple, souvent tabulaire et pourvue d'une seule surface lissée. Aucun élément diagnostique supplémentaire (empreintes, bords,...), qui pourrait préciser leur origine, n'a pu être repéré. Ces restes sont toujours en position secondaire et caractérisent plutôt des aires de rejets (fig. 3).

## MÉTHODOLOGIE

La totalité des restes a d'abord été quantifiée et leur morphologie et dimensions enregistrées. Des observations macroscopiques (examen des cassures et des tranches) ont permis une première détermination des matières premières utilisées. Des échantillons sélectionnés ont été coupés afin d'obtenir une section polie à observer à l'œil nu ou à la loupe binoculaire (grossissement max. X10). L'examen "mésoscopique" de la nature des constituants, de leur organisation, de la nature et de la distribution de la porosité a permis d'affiner la caractérisation des matériaux employés et le procédé technique de mise en œuvre de ces restes (Peinetti, 2016). Ces observations ont pu être précisées grâce à des analyses



Figure 1 - Localisation du site de « Solarolo-via-Ordiera » (Ravenne, Émilie-Romagne, Italie).



Figure 2 - Fragments de terre crue avec une seule surface plane (à gauche) et grumeaux informes (à droite) (cliché A. Peinetti).

péetrographiques et micromorphologiques (7 échantillons) dont les résultats sont pour le moment partiels et en cours de discussion. L'analyse technologique des restes a été effectuée sur lame mince au microscope polarisant et s'appuie sur les référentiels disponibles en micromorphologie des sols (en particulier : Cammas, 2003 ; Wattez, 2003 ; Wattez, 2009 ; Onfray, 2012). L'étude microscopique permet aussi d'affiner l'interprétation fonctionnelle des restes, suivant les méthodes propres à la micromorphologie des sols (Courty *et al.*, 1989).

## RÉSULTATS

L'épaisseur conservée des fragments à surface plane est très variable, de 1,5 cm à 7 cm. La couleur varie généralement du gris pâle au rose. La présence d'un encroûtement blanchâtre carbonaté en surface est quasi-systématique (fig. 4). Il est impossible, dans la plupart des cas, de casser les fragments à mains nues. Lorsqu'ils sont immergés dans l'eau, ils ne sont pas sujets à réhydratation et le matériau reste stable ; il ne retrouve pas sa plasticité d'origine et ne se désagrège pas. Il semble entièrement durcis par des phénomènes d'altération thermique et/ou de cimentation.

En ce qui concerne la mise en œuvre, les fragments se composent d'une succession d'apports d'épaisseur variable, comprise entre 1 cm et 3 cm (fig. 5). Les niveaux de base ont une structure complexe, formée par l'emboîtement d'agrégats limono-argileux arrondis bien conservés, séparés par des plages massives limono-sableuses plus ou moins étendues (fig. 6a ; 7a). La porosité est de plus en plus ouverte vers la base des fragments (fig. 5). La couche supérieure est toujours plutôt massive, constituée par une imbrication très dense d'agrégats limono-argileux carbonatés fortement déformés et de plages limono-sableuses. Ils forment une masse semi-continue, où des agrégats et des plages résiduelles sont visibles par endroits. La porosité vésiculaire est ici très fermée, de préférence subhorizontale (fig. 6b). L'ensemble de ces caractères montre qu'il s'agit d'un mélange à l'eau plutôt grossier de



Figure 3 - Vue du site de « Solarolo-via-Ordiera » (Ravenne, Émilie-Romagne, Italie) en cours de fouille : à gauche une accumulation très étendue et en grande partie formée par des fragments architecturaux en terre avec une surface plane (cliché M. Cattani).



Figure 4 - « Solarolo-via-Ordiera » (Ravenne, Émilie-Romagne, Italie) - fragment avec encroûtement blanchâtre bien conservée en surface (cliché A. Peinetti).

deux types de sédiments, argiles carbonatées d'un côté et limon-sableux de l'autre (Cammass 2003, p. 35-36). La mise en œuvre est réalisée par applications successives de ce mélange, préparé dans un état modérément humide. La compaction est faible à la base. Seule la couche supérieure se distingue par une forte compaction (damage ?) lors de la mise en œuvre (Cammass 2003, p. 39), ce qui entraîne une déformation des agrégats et leur prise en masse avec la fraction sableuse (fig. 6b). Dans des rares cas, cette couche supérieure est réalisée avec des sédiments malaxés soigneusement (fig. 5c).



Figure 5 - « Solarolo-via-Ordiera » (Ravenne, Émilie-Romagne, Italie) - sections polies de fragments avec une surface plane. Chaque niveau reconnu montre une organisation différente des matériaux (cliché A. Peinetti).

L'analyse microscopique a révélé que la croûte blanchâtre superficielle est composée de cendres (fig. 7b), parfois fondues par l'exposition à plusieurs cycles d'altération thermique (Wattez, 1988). La couche supérieure des fragments atteste aussi d'une exposition à la chaleur assez marquée qui se caractérise par la transformation ponctuelle des carbonates en chaux et par l'altération du quartz. Ce même niveau présente une imprégnation organophosphatée de la masse fine (fig. 7b). Sa mise en place doit avoir participé au durcissement de l'horizon de surface des fragments (Karkanias, 2017, p. 134). Ce type

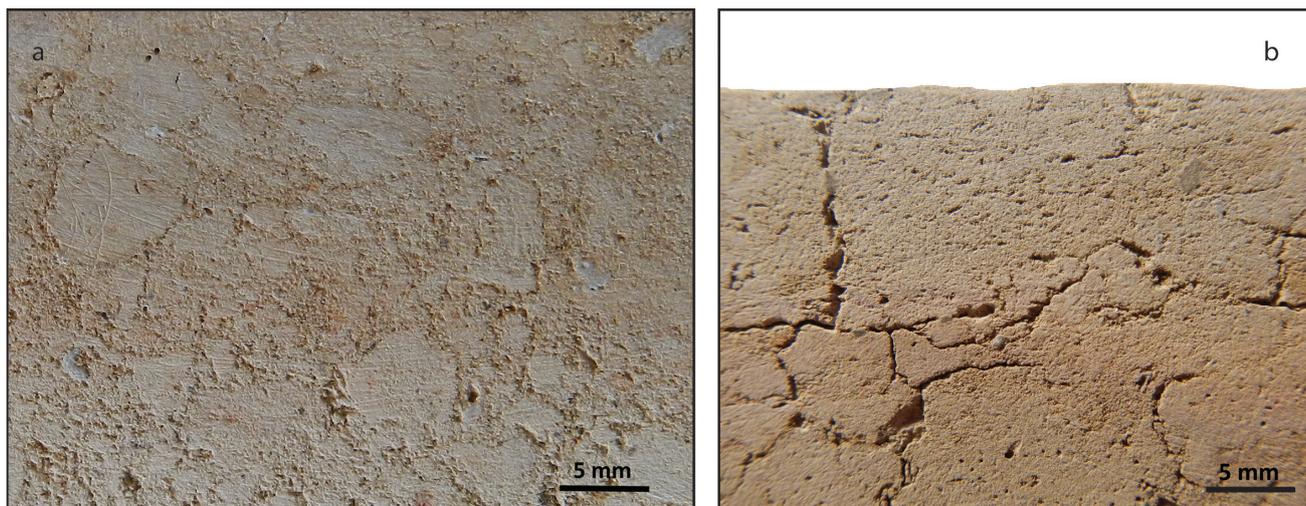


Figure 6 - « Solarolo-via-Ordere » (Ravenne, Émilie-Romagne, Italie) - détails des sections polies: niveau de base avec emboîtement d'agrégats limono-argileux carbonatés bien conservés, de forme arrondie, séparés par des plages massives limono-sableuses (a); couche supérieure avec imbrication très dense d'agrégats limono-argileux carbonatés déformés et plages limono-sableuses, agrégats résiduels, porosité vésiculaire subhorizontale (b) (clichés A. Peinetti).

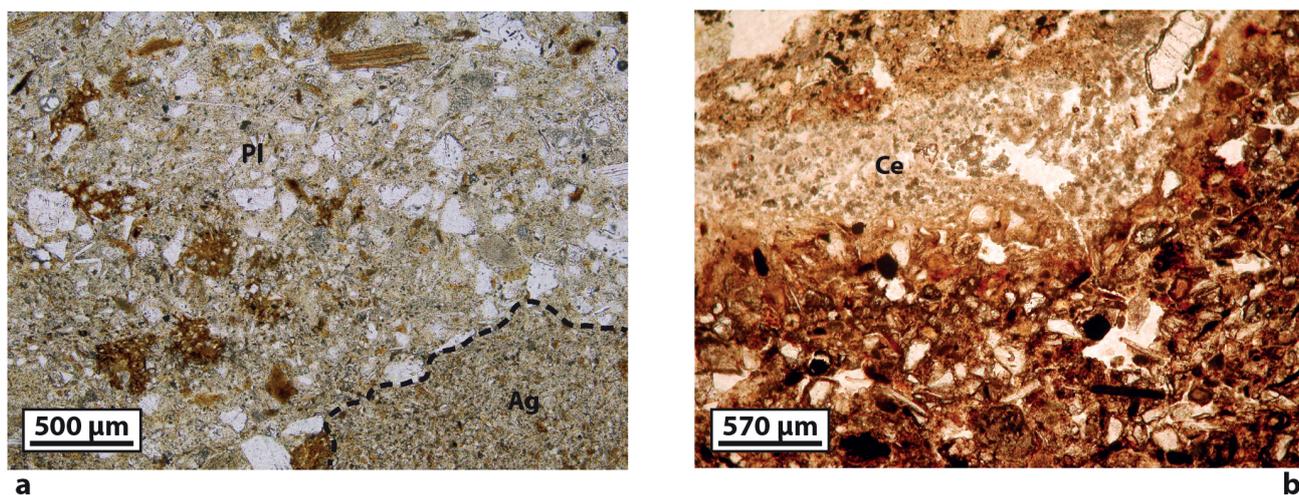


Figure 7 - « Solarolo-via-Ordere » (Ravenne, Émilie-Romagne, Italie) - détails microscopiques (photos de lames minces): agrégat limono-argileux carbonaté bien conservé (Ag) et plage limono-sableuse (PI) (4x, PPL) ; dépôt de cendres (Ce) et niveau superficiel caractérisé par une imprégnation organophosphatée de couleur jaunâtre (4x, PPL) (clichés M.P. Riccardi et A. Peinetti).

d'imprégnation, probable marqueur d'activité ou ajout volontaire, pourrait résulter de la dissolution, du traitement ou de la décomposition de matières organiques, en particulier d'origine animale ou humaine (Karkanis et Goldberg, 2010, p. 521-524). La mise en séquence des processus observés indique que la formation de l'imprégnation organophosphatée précède l'accumulation des cendres en surface et les deux phénomènes se succèdent dans le temps. En ce qui concerne la partie inférieure des fragments, l'absence de recristallisation de la calcite et les microfossiles bien conservés indiquent l'absence d'une forte altération thermique (sûrement inférieure à 500° C).

## DISCUSSION DES RÉSULTATS

Les fragments analysés montrent une morphologie et des caractères structuraux typiques des sols construits (Gé *et al.*, 1993) et sont à mettre en relation avec des aménagements démantelés.

Ils apparaissent indurés sur toute leur épaisseur par un phénomène de cimentation, dont l'origine reste encore à préciser. Une réaction entre silicates (fraction sableuse) et carbonates (fraction argilo-limoneuse), comme celle qui se développe dans les mortiers hydrauliques en présence de chaux ( $\text{CaO}/\text{CaOH}_2$ ), est une des solutions envisagées. Cette réaction pourrait être le fruit d'une maîtrise des propriétés naturelles des matériaux

utilisés (Wattez, 2003, p. 29). L'utilisation d'une eau fortement calcaire peut également contribuer à activer ou à faciliter une telle réaction (communication personnelle de C. Coussot – Inrap, en mai 2016). L'emploi de chaux impure ou de cendres en tant qu'ajouts de nature carbonatée est aussi envisageable (Karkanas, 2007, p. 793 ; Hauptmann, Yalcin, 2001, p. 67). Néanmoins, la présence d'additifs de ce type n'a pas encore été détectée avec précision et leur identification est délicate avec les méthodes traditionnelles de microscopie optique (Karkanas, 2007, p. 775).

La présence d'une altération thermique superficielle suggère une appartenance de ces restes à des surfaces construites qui ont fonctionné, à un moment donné, en association avec du feu. La présence d'une imprégnation organique dans les niveaux supérieurs des structures peut indiquer un expédient technique mis en œuvre pour favoriser le durcissement de la surface (cf. Vissac *et al.*, 2017) ou être un résidu fonctionnel. Cette même imprégnation pourrait aussi provenir de la cuisson de viandes (Kakanas et Stratouli, 2008, p. 37) et l'accumulation de cendres en surface s'accorde avec l'interprétation des restes en tant que sole de foyer (Germain-Vallée *et al.*, 2011, p. 49). La diachronie observée pour les deux processus en question appelle par contre à la prudence dans l'interprétation. En attendant l'avancement des recherches, il est donc préférable d'interpréter ces fragments comme des restes de sols construits ou de plateformes destinées à des activités spécialisées, au moins en partie liées à l'utilisation du feu. Le statut de ces structures au sein de l'habitat n'est pas déterminable pour le moment.

## CONCLUSIONS

L'utilisation de boue carbonatée pour la réalisation de sols aménagés est connue en Europe depuis le Néolithique (Sénépart, 2009, p. 71 ; Wattez et Onfray, 2014, p. 323). Les restes de « Solarolo » montrent une particularité : une sorte de "recette" pour la réalisation de sols construits en terre crue, avec le recours régulier à un mélange de sédiments fins carbonatés et de sables qui produisent une cimentation de la matière. La définition de "proto-ciment" nous semble assez efficace pour définir un tel procédé technique. Ce processus semblerait généralisé et assez standardisé sur l'intégralité des fragments analysés. L'induration des fragments est le résultat d'une combinaison de processus de cimentation et d'altération thermique.

Des matériaux dont la description évoque les fragments de « Solarolo » semblent répandus durant l'âge du Bronze, au moins en Italie du nord, mais ils demeurent mal documentés (donnée inédites, article en préparation). Les premières observations faites sur des restes du site du Bronze récent de « Cesena-Foro Annonario », situé en Romagne, semblent confirmer qu'il s'agit de matériaux réalisés en utilisant la même technique

que celle identifiée à « Solarolo » (Peinetti, 2016). Les évidences nous poussent à voir dans le procédé de fabrication de ces structures d'habitat un savoir-faire bien maîtrisé et répandu, au moins à un niveau régional et peut-être même extrarégional, pour les phases du Bronze moyen-récent.

## BIBLIOGRAPHIE

### Cammas C.

**2003** : L'architecture en terre crue à l'âge du fer et à l'époque romaine : apports de la discrimination micromorphologique des modes de mise en œuvre in Chazelles C.A. de, Klein A. (dir.), *Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue*, actes de la table ronde de Montpellier (17-18 novembre 2001), Montpellier, Éditions de l'Espérou, p. 33-53.

### Cattani M.

**2009** : Gli scavi nell'abitato di via Ordiera a Solarolo (RA) e il progetto di ricerca sull'età del Bronzo in Romagna, *IpoTesi di Preistoria*, vol. 2, n. 1, p. 115-130.

### Courty M.A., Goldberg P., MacPhail R.

**1989** : *Soils and Micromorphology in Archaeology*, Cambridge, Cambridge University Press, 340 p.

### Gé T., Courty M.-A., Wattez J., Matthews W.

**1993** : Sedimentary Formation Processes of Occupation Surfaces, in Goldberg P., Petraglia M., Nash D.T. (dir.), *Formation Processes in Archaeological Context*, Monographs in World Archaeology, 17, Madison, Prehistory Press, p. 149-163.

### Germain-Vallée C., Prévost-Dermarkar, S., Lespez, L.

**2011** : Stratégies de prélèvement et de mise en œuvre de la "terre à bâtir" des structures de combustion néolithiques du site de Dikili Tash (Grèce) à partir d'une étude micromorphologique, *ArchéoScience*, (Revue d'archéométrie, 35), p. 41-63.

### Hauptmann A., Yalcin Ü.

**2001** : Lime Plaster, Cement and the First Puzzolanic Reaction, *Paléorient*, n° 26/2, p. 61-68.

### Karkanas P.

**2007** : Identification of Lime Plaster in Prehistory Using Petrographic Methods: A Review and Reconsideration of the Data on the Basis of Experimental and Case Studies, *Geoarchaeology*, n° 22, p. 775-796.

**2017** : Chemical Alteration, in Gilbert A.S. (dir.), *Encyclopedia of Geoarchaeology*, Heidelberg, New York, London, Springer, p. 129-138.

### Karkanas P., Goldberg P.

**2010** : Phosphatic Features, in G., Marcelino V., Mees F. (dir.), *Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths*, Amsterdam, Elsevier, p. 521-541.

### Karkanas P., Stratouli G.

**2008** : Neolithic Lime Plastered Floors in Drakaina Cave, Kephallonia Island, Western Greece : Evidence of the Significance of the Site, *Annual of the British School at Athens*, n° 103, p. 27-41.

**Onfray M.**

**2012** : Études de vestiges de terre crue brûlée de Champ-Durand (Vendée), in Joussaume R. (dir.), *L'enceinte néolithique de Champ-Durand, à Nieul-sur-l'Autise (Vendée)*, Chauvigny, Association des publications chauvinoises, (Mémoire XLIV), p. 599-619.

**Peinetti A.**

**2016** : L'analisi tecnologica di resti strutturali in terra : variabilità delle tecniche di costruzione e osservazioni in sezione levigata per la caratterizzazione di concotti e conglomerati architettonici, *IpoTesi di Preistoria*, 8, p. 103-138.

**Sénépart I.**

**2009** : L'habitat néolithique ancien cardial du Baratin à Courthézon (Vaucluse), in Beeching A., Sénépart I., (dir.), *De la maison au village, L'habitat néolithique dans le Sud de la France et le Nord-Ouest méditerranéen*, actes de la table ronde des 23 et 24 mai 2003, Marseille/Musée d'Histoire de la Ville de Marseille (séance de la Société préhistorique française), Paris, Société préhistorique française (Mémoire, 48), p. 61-72.

**Vissac A., Bourgès A., Gandreau D., Anger R., Fontaine L.**

**2017** : *Argiles & biopolymères, Les stabilisants naturels pour la construction en terre*, Villefontaine, CRAterre Éditions.

**Wattez J.**

**1988** : Contribution à la connaissance des foyers préhistoriques par l'étude des cendres, *Bulletin de la Société préhistorique française*, t. 85, n° 10-12, p. 352-366.

**2003** : Caractérisation micromorphologique des matériaux façonnés en terre crue dans les habitats néolithiques du sud de la France : l'exemple des sites de « Jacques Cœur » (Montpellier, Hérault), du « Jas del Biau » (Millau, Aveyron) et de « La Capoulière » (Mauguio, Hérault), in De Chazelles C. A., Klein A. (dir.), *Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue*, actes de la table ronde de Montpellier (17-18 novembre 2001), Montpellier, Éditions de l'Espérou, p. 21-31.

**2009** : Enregistrement sédimentaire de l'usage de la terre crue dans les établissements néolithiques du sud de la France : le cas des sites du Néolithique Final de « La Capoulière 2 » et du « Mas de Vignoles IV » in Beeching A., Sénépart I., (dir.), *De la maison au village, L'habitat néolithique dans le Sud de la France et le Nord-Ouest méditerranéen*, actes de la table ronde des 23 et 24 mai 2003, Marseille/Musée d'Histoire de la Ville de Marseille (séance de la Société préhistorique française), Paris, Société préhistorique française (Mémoire, 48), p. p. 99-121.

**Wattez J., Onfray M.**

**2014** : La question des sols d'occupation néolithiques : apports de la géoarchéologie à leur identification et à leur interprétation in Sénépart I., Billard C., Bostyn F., Praud I., Thirault É. (dir.), *Méthodologie des recherches de terrain sur la Préhistoire récente en France, Nouveaux acquis, nouveaux outils, 1987-2012*, actes des 1<sup>ères</sup> Rencontres Nord-Sud de Préhistoire récente, Marseille, 23-25 mai 2012, Toulouse, Archives d'Écologie Préhistorique, p. 317-331.