CENTRE D'ÉTUDES PRÉHISTOIRE, ANTIQUITÉ, MOYEN ÂGE - UMR 6130
Actes de la table ronde, 27-29 mai 2008

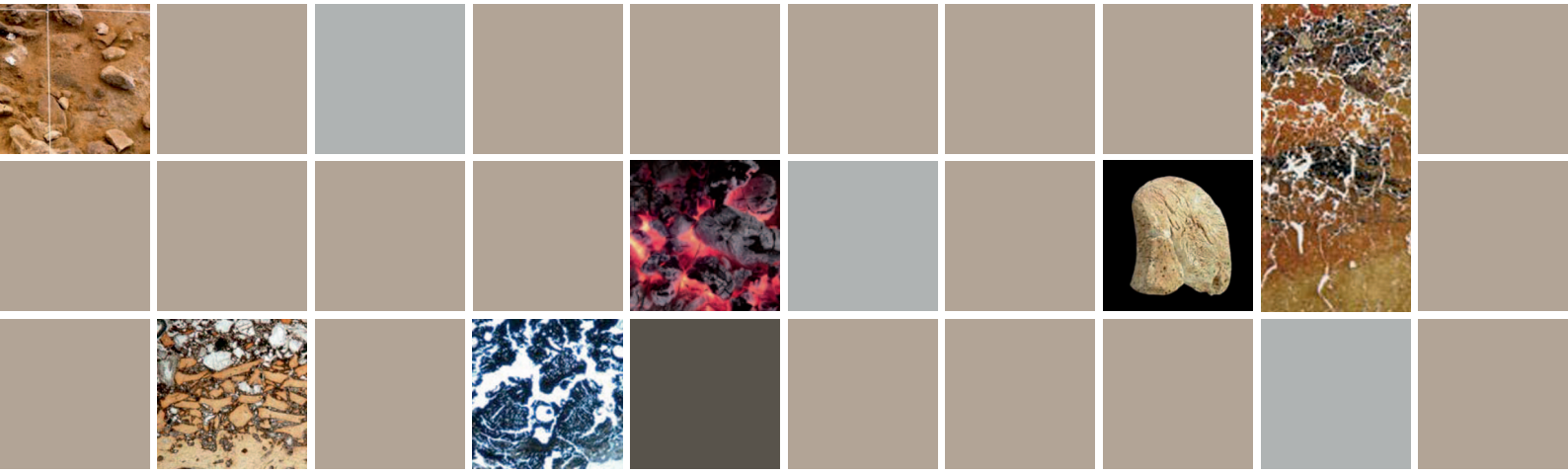
2010 # 2

http://www.palethnologie.org
ISSN 2108-6532

sous la direction de

Isabelle THÉRY-PARISOT
Lucie CHABAL
Sandrine COSTAMAGNO

TAPHONOMIE DE LA COMBUSTION DES RÉSIDUS ORGANIQUES ET DES STRUCTURES DE COMBUSTION EN CONTEXTE ARCHÉOLOGIQUE



P@LETHNOLOGIE
Revue bilingue de Préhistoire

P@LETHNOLOGIE
Revue bilingue de Préhistoire

Revue publiée par l'association P@lethnologie, créée et soutenue par le laboratoire TRACES, le laboratoire Ethnologie préhistorique, l'université de Liège, le ministère de la Culture et de la Communication.

Directrice

Vanessa LEA

Comité éditorial

François BON
Sandrine COSTAMAGNO
Karim GERNIGON
Vanessa LEA
Monique OLIVE
Marcel OTTE
Michel VAGINAY
Nicolas VALDEYRON

Comité scientifique

Michel BARBAZA, université de Toulouse, France
Laurent BRUXELLES, INRAP, France
Jacques CHABOT, université de Laval, Canada
Jesús GONZÁLEZ URQUIJO, université de Cantabrie, Espagne
Dominique HENRY-GAMBIER, CNRS, France
Jacques JAUBERT, université de Bordeaux, France
Béatrix MIDANT-REYNES, CNRS, France
Karim SADR, université de Witwatersrand, Afrique du Sud
Boris VALENTIN, université Paris I, France
Jean VAQUER, CNRS, France
Randall WHITE, université de New York, États-Unis

Traduction

Magen O'FARRELL

Maquette, mise en page

Yann BELIEZ

Couverture

Fabien TESSIER

Les contributions sont à adresser à :

REVUE P@LETHNOLOGIE
Vanessa LEA, chargée de recherche

TRACES - UMR 5608 du CNRS
Maison de la recherche
5 allées Antonio Machado
31058 Toulouse cedex 9, FRANCE

Téléphone : +33 (0)5 61 50 36 98
Télécopie : +33 (0)5 61 50 49 59
Courriel : vanessa.lea@univ-tlse2.fr

Cette manifestation et ses actes ont reçu le soutien de

TRACES
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère Culture Communication
Université de Toulouse
UNIVERSITE DE TOULOUSE LE MIRAIL
Université de Liège
RÉGION MIDI-PYRÉNÉES
cnrs dépasser les frontières
ARSCAN ETHNOLOGIE PRÉHISTORIQUE
MSH - NICE Maison des Sciences de l'Homme
Institut national de recherches archéologiques préventives Inrap
Centre Études Préhistoire Antiquité Moyen Âge

UNE APPROCHE ARCHÉOBOTANIQUE ET EXPÉRIMENTALE POUR IDENTIFIER DES ÉPISODES DE FEU SUCCESSIFS DANS DES STRUCTURES FOYÈRES SUR LE SANCTUAIRE D'APOLLON À HIERAPOLIS (TURQUIE)

Girolamo FIORENTINO & Cosimo d'ORONZO

P@lethnologie / 2010.2
Revue bilingue de Préhistoire

Résumé

Nous utilisons une approche anthracologique et expérimentale pour décoder des restes de foyer et des altérations thermiques du sol dans un secteur du Sanctuaire d'Apollon à Hierapolis (Turquie). Les résultats obtenus à partir de structures foyères expérimentales montrent que l'escharon est le résultat d'une série de foyers à plat, de foyers en fosse et de dépôts secondaires de cendres. D'importantes implications rituelles dérivent de l'identification contextuelle de ces épisodes de feu et amènent un nouvel éclairage sur le culte d'Apollon dans cette région.

Mots clés : temple d'Apollon, Hierapolis, Turquie, structures foyères, fonction cultuelle, conception expérimentale, anthracologie

Introduction

L'étude des structures foyères est très complexe puisqu'elle implique de nombreux aspects du comportement humain qui ne laissent pas toujours des traces évidentes dans les dépôts archéologiques. Les traces qui nous permettent d'identifier l'utilisation du feu sont les résidus de combustion, l'altération thermique du sol et les structures. Au long des années, l'analyse des structures foyères a cherché à aller au-delà d'un niveau purement descriptif en essayant de reconstruire les aspects tant formels que fonctionnels (Clarke, 1968). Les études d'activités liées à l'utilisation du feu ont été calquées de l'ethnographie – en dépit des risques liés à l'usage de l'analogie dans l'interprétation des contextes archéologiques (Orme, 1981 ; Cazzella, 1989 ; Solari, 1992 ; Ntinou, 2002 ; Moutarde, 2006 ; Henry *et al*., 2009 ; Joly *et al*., 2009). Cependant, les études des activités ont aussi bénéficié de l'application des analyses multidisciplinaires (Leroi-Gourhan, 1943, 1945, 1964, 1965, 1973 ; March, 1996) et de la reproduction expérimentale. Dans le premier cas, de nombreuses techniques d'analyses physico-chimiques et pédologiques ont été utilisées pour isoler des traces et établir les relations de cause et d'effet affectant les agents dépositionnels et post-dépositionnels (Wood & Lee-Johnson, 1978 ; De Guio, 1988 ; Leonardi, 1992). L'approche expérimentale implique la reproduction du foyer et la mesure de certains paramètres considérés comme étant importants pour comprendre différents aspects de la structure.

Dans certains cas, une combinaison de ces deux approches peut produire des résultats qui sont difficiles à gérer, conduisant à perdre de vue le principal objectif de l'étude des cultures préhistoriques, c'est-à-dire une compréhension du comportement d'un groupe, déductible d'une lecture contextuelle des traces contenues dans les dépôts archéologiques.

Cependant, une évaluation prudente du contexte archéologique et la nature des structures foyères requièrent actuellement une approche expérimentale. L'archéologie expérimentale a récemment subi une transformation radicale, devenant un outil de recherche sophistiqué et rigoureux qui est entièrement compatible avec la science «dure». L'archéologie expérimentale est passée du concept d'imitation (Ascher, 1961) à celui de la reproduction (Coles, 1973), en développant des formules cycliques (Reynolds, 1978, 1979) et d'autres modèles plus sophistiqués basés sur des principes épistémologiques complexes (Malina, 1980, 1983). L'application combinée de modèles à logique hypothético-déductive et hypothético-inductive peut corroborer des hypothèses développées au cours de l'étude d'un phénomène (Popper, 1970).

Ces contributions confirment l'importance de la contextualisation des données, du contrôle expérimental et de la reproductibilité. Des protocoles expérimentaux sont également nécessaires pour obtenir une connaissance plus profonde des phénomènes (Begoña, 2003 ; March, 1992 ; Théry-Parisot, 1998).

Dans cet article, nous proposons une lecture de certains aspects de l'usage du feu dans un contexte cultuel dans le sud-ouest de la Turquie. Depuis 2002, une zone avec une forte concentration de sédiment riche en cendres et en matière organique brûlée, localisée à côté du temple d'Apollon à Hierapolis et interprétée comme un *escharon* (Semeraro, 2005, 2007), a été soumise à une stratégie de fouille spécifique et à des analyses archéobotaniques conçues pour mettre en lumière comment ces dépôts archéologiques différents se sont formés en relation avec des pratiques religieuses (Fiorentino & Solinas, 2009).

Problèmes archéologiques

Traditionnellement, un *escharon* est un endroit utilisé pour rejeter les résidus de matériaux brûlés dans des structures religieuses, bien qu'il puisse être lui-même l'objet de rituels particuliers (fig. 1). Il pourrait ainsi contenir des dépôts secondaires de résidus de combustion. Dans ce cas, les dépôts secondaires sont constitués d'un niveau de cendre recouvrant la zone (US 372), alors que les dépôts primaires sont contenus dans deux puits (US 486, 488, 754, 425, 458, 531).

Cependant, l'association dans ce contexte de résidus de combustion avec un substrat thermiquement altéré

Fig. 1 - Le sanctuaire d'Apollon à Hierapolis (Turquie).

indique des activités de combustion *in loco*, bien que les dynamiques de formation du dépôt primaire soient difficiles à lire. Certaines caractéristiques spécifiques du contexte et les résultats des analyses microstratigraphiques et archéobotaniques soulèvent un certain nombre de questions concernant la lecture de ces structures, et ont donné lieu à une série d'hypothèses (fig. 2).

Méthodes et matériels

Etant donné la complexité du contexte archéologique, nous avons cherché à décoder les évènements qui ont pu conduire à la formation de dépôts par le biais d'une approche expérimentale. Initialement, nous avions identifié les éléments dans le dépôt archéologique qui pouvaient apporter des clefs dans la lecture du phénomène : les résidus de combustion (cendre et restes de charbons) et l'altération thermique du substrat (a, fig. 2). La combustion est un processus chimique qui produit de l'énergie sous la forme de lumière et de chaleur. L'énergie calorifique produite tend à causer une série de transformations sur les objets qui sont près de la source de chaleur ou en contact direct avec elle. Le passage d'énergie entre deux objets peut induire des transformations physico-chimiques telles que la calcination et des variations de couleur et de magnétisme (Humpheys & Craig, 1981 ; Marshall, 1998 ; Canti & Linford, 2000 ; Gose, 2000 ; Çengel, 2005 ; Berna *et al*., 2007), ou des transformations mécaniques telles que des fractures thermoclastiques (Lintz, 1989 ; Petraglia, 2002 ; Anderson-Ambrosiani, 2002 ; Pagoulatos, 2006).

Les effets de la chaleur produite par la combustion d'un solide (le bois) sur un substrat ont été étudiés comme partie de la recherche forestière (Wells *et al*., 1979 ; Wright & Bailey, 1982 ; DeBano, 1991) mais ces études ont porté peu d'attention à la morphologie de l'altération thermique du sol, un aspect fondamental de la recherche archéologique (Gascó, 1985 ; Canti & Linford, 2000).

La conception expérimentale doit prendre en compte les variables que les observateurs croient être importantes dans le comportement de ce phénomène (b, fig. 2). En outre, elle doit garantir le contrôle expérimental et permettre au chercheur d'atteindre un plus haut niveau de connaissance du phénomène étudié.

Pour vérifier ces hypothèses (c, d, fig. 2), deux cycles de combustion ont été conduits en plein air pour tester le comportement d'un foyer à plat (EXP_C, EXP_D). Dans chaque cycle, le foyer à plat a été sujet à cinq combustions à intervalles de 24 heures. Par la suite deux fosses ont été creusées dans le foyer, appelées EXP_Cα (EXP_Dα dans le second cycle) et EXP_Cβ (EXP_Dβ dans le second cycle). En EXP_Cα et en EXP_Dα, cinq combustions ont été pratiquées et en EXP_Cβ et EXP_Dβ seulement une. Les paramètres mesurés incluent la température de la flamme, la température du sol à quatre profondeurs (-2, -7, -12 et -18 cm), la température de l'atmosphère et l'humidité près du foyer et à 4 m de distance, et la température du vent et sa direction à 2 m et 10 m au-dessus du sol.

La température du sol a été mesurée par un thermocouple de type k toutes les 30 secondes, alors que les paramètres atmosphériques étaient mesurés toutes les 5 minutes.

Du bois semi-aride a été utilisé comme combustible, un type différent étant utilisé à chaque combustion (*Olea europaea, Pinus halepensis, Cupressus sempervirens, Quercus ilex, Quercus coccifera, Quercus cerris, Prunus armeniaca, Pyrus communis, Ficus carica, Vitis*

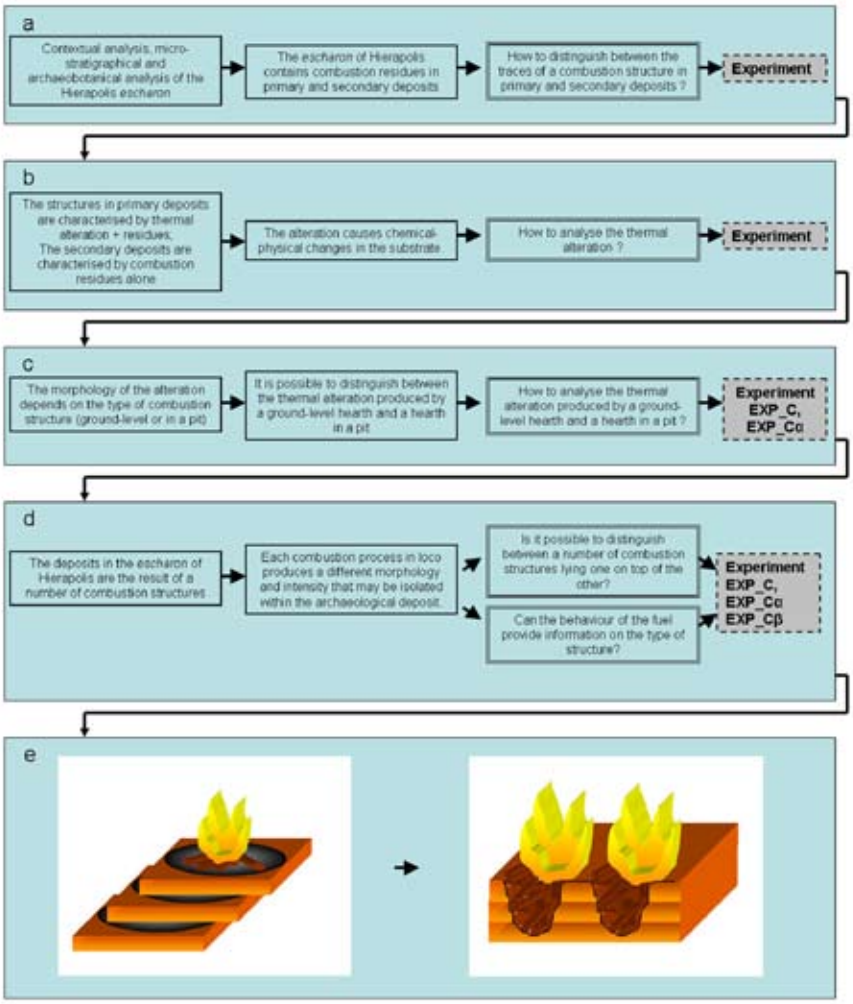


Fig. 2 - Modèle logique pour decoder les depots de Hierapolis.

vinifera). Les dimensions des branches (diamètre de 5 mm à 80 mm) et les taxons de bois ont été choisis sur la base des témoins archéobotaniques découverts dans les contextes (tab. 4-5).

Résultats

Le pourcentage moyen de résidus de cendres produites par la combustion de 16 kg de combustible utilisé pour nourrir les foyers à plat était de 2 % et de 3 % pour EXP_C et EXP_D respectivement. En outre, les deux cycles ont produit 56,4 g et 32 g de charbon. Dans le premier cycle l'essence ayant produit le plus de résidus était *Pinus halepensis*. Dans les autres cas, étant donné le faible nombre d'exemplaires reproduits, les comportements observés n'indiquaient pas de tendances significatives. Cependant, il est intéressant de noter que *Quercus ilex* n'a produit que peu ou pas de charbon (tab. 1).

Par contraste, le comportement des foyers en fosse était complètement différent (tab. 2). Dans EXP_Cα et EXP_Dα, 80 kg de bois a été brûlé, les résidus montant à 2,5 % du poids total, alors qu'en EXP_Cβ et EXP_Dβ 16 kg de bois a été brûlé, les résidus montant à 11 % du poids total (tab. 1 et 2). Cette différence est probablement liée à la différence dans le nombre de combustions dans les fosses. On ne peut exclure que le charbon produit par les combustions initiale et intermédiaire a été brûlé par les combustions subséquentes. En effet, alors que du combustible frais a été chargé dans le feu, il a été observé que cela causait une diffusion latérale du dépôt, ce qui dans certains cas exposait les fragments de charbon laissés par les précédentes combustions, amenant à leur combustion complète. Par contraste, dans d'autres cas, les résidus de combustion près du bord du foyer étaient partiellement recouverts par du matériau tombant dessus depuis les parois de la fosse, ce qui semble avoir protégé les fragments de combustions subséquentes (tab. 3).

Les analyses anthracologiques des résidus de combustion mettent encore en lumière le comportement différent d'une structure foyère utilisée une seule fois au regard d'une structure utilisée plusieurs fois. En EXP_Cα et EXP_Dα, contrairement au premier et au dernier épisode de combustion, il y avait peu de matériel laissé par le second épisode (fig. 3, 5).

Les premiers niveaux de dépôt de cendre contiennent des fragments de charbon du dernier épisode de

Cycles	*Prunus armeniaca*	*Pinus halepensis*	*Olea europaea*	*Quercus ilex*	*Quercus cerris*
		Cendre			
Cycle EXP_C	380 g	637 g	415 g	371 g	336 g
Cycle EXP_D	448 g	429 g	370 g	759 g	410 g
		Charbon			
Cycle EXP_C	17 g	21 g	10 g	0,4 g	8 g
Cycle EXP_D	4 g	10 g	9 g	0 g	9 g

Tab. 1 : Poids des résidus de combustion dans les structures foyères à plat.

Structures avec 5 épisodes de combustion : EXP_Cα (charbon : 62,7 g ; cendre : 2036,5 g)										
Poids (g)	US 16	US 17	US 18	US 19	US 20	US 21	US 22	US 23	US 24	US 25
Charbon	2,4	0,5	0,2	0,5	2,8	0,8	4,6	2,6	13,1	35,2
Cendre	0	196,9	93,7	177,6	582,9	146,8	164,5	83,4	520,7	70
Structures avec 1 épisode de combustion : EXP_Cβ (charbon : 247,8 g ; cendre : 1746,3 g)										
Poids (g)	US 3	US 4	US 5	US 6	US 7	US 8	US 9	US 10	US 11	US 12
Charbon	33	1,3	0,5	7,2	8,5	1,6	9,6	117,7	67,2	1,2
Charbon	0	141,6	114,6	218,3	0	0	333,8	456,6	58,1	423,3

Tab. 2 : Poids des résidus de combustion dans les structures foyères en fosse (Cycle C).

Structures avec 5 épisodes de combustion : EXP_Dα: (charbon 34 g ; cendre : 2033,5 g)													
Poids (g)	US 57	US 58	US 59	US 60	US 61	US 62	US 63	US 64	US 65	US 66	US 67	US 68	US 69
Charbon	13,9	0,1	0,5	1,1	1,3	0,3	1,8	0,8	2,4	1,9	3,1	2,9	3,9
Cendre	0	99,7	238,1	148,5	200,7	47,1	420	75,4	109,1	211,1	49,4	41,2	393,2
Structures avec 1 épisode de combustion : EXP_Dβ: (charbon : 138,4 g ; cendre 1530,9 g)													
Poids (g)	US 41	US 42	US 43	US 44	US 45	US 46	US 47	US 48	US 49	US 50	US 51	US 52	US 53
Charbon	6,9	0,1	0,2	0,1	0,6	0,9	2,1	0,9	1,5	4,7	7,4	6,1	106,9
Cendre	0	253,6	202,6	5	27,3	128	97,6	0	93,8	77,8	16,7	0	628,5

Tab. 3 - Poids des résidus de combustion dans les structures foyères en fosse (Cycle D).

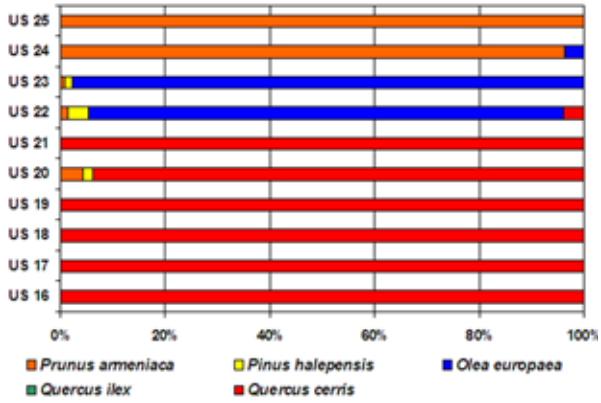


Fig. 3 - Diagramme anthracologique de EXP_Cα.

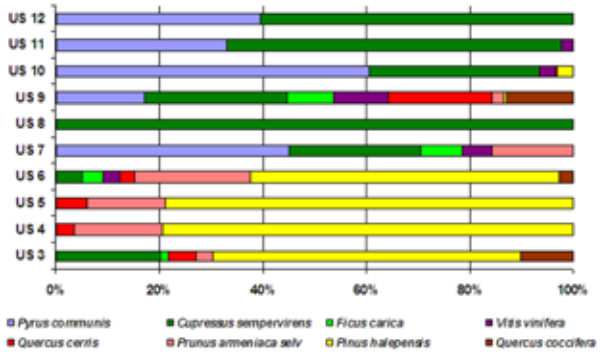


Fig. 4 - Diagramme anthracologique de EXP_Cβ.

combustion, mais peu de la quatrième et de la deuxième combustion. Cela peut dépendre de facteurs intrinsèques au combustible utilisé. En outre, les deux fosses avaient un dépôt au fond composé de fragments de charbon de plus de 60 mm de longueur appartenant au premier épisode de combustion.

Par contraste, les assemblages des fosses EXP_Cβ et EXP_Dβ paraissent plus complexes, puisqu'ils sont composés de résidus de chaque recharge de bois posée dessus, qui suivent en partie l'ordre de dépôt du combustible (fig. 4, 6). Dans ce cas le matériel au fond de la fosse avait un indice de fragmentation faible.

La conservation de certains taxons plutôt que d'autres pourrait être due au calibre, à l'âge et à l'humidité des branches (Trabaud, 1976 ; Théry-Parisot, 1993, 1998), mais pourrait aussi résultat de la façon dont le mouvement de chaleur est propagé et des propriétés de l'atmosphère environnante (oxydante / réductrice) durant la combustion. Un aspect de ceci est la conservation du fond des premières recharges de combustible, apparemment parce que le processus de combustion a été interrompu par la circulation réduite de l'oxygène par suite des recharges subséquentes de combustible placées sur le sommet et du matériau tombant sur le feu depuis les parois de la fosse.

Durant l'expérimentation, l'extension de l'altération thermique et la variation de couleur du sédiment ont été observées en utilisant une table de couleur des sols de Cailleux. Avant d'allumer les feux sur les foyers à plat (EXP_C, EXP_D), le sédiment était brun (P51). Après la première combustion le substrat était gris foncé (T73) avec quelques parties de couleur plus claire (R31). A la fin de l'expérimentation, 80 % de la surface était orange (N60), alors que le long des côtés, près et sous le cercle de pierres, il était noir (T92). En section transversale, le substrat thermiquement altéré était plus fin sur les côtés (10 mm d'épaisseur en moyenne) et plus épais au centre (jusqu'à 20 mm). La couleur à une profondeur de 0 à -0,5

Structure foyère à plat	
Structure foyère	Foyer délimité par un cercle de pierres Diamètre interne: 50 cm
Cinq phases de combustion	
Combustible bois	Bois semi-aride de : *Prunus armeniaca*, *Pinus halepensis*, *Olea europaea*, *Quercus ilex*, *Quercus cerris* Poids total : 16 kg pour chaque taxon
Paramètres	Température de la flamme Température du sol à quatre profondeurs différentes (-2, -7, -12, -18 cm) Température atmosphérique (près du foyer et 4 m plus loin) Humidité (près du foyer et 4 m plus loin) Vitesse du vent (à 2 m et 10 m au-dessus du sol) Direction du vent (à 2 m et 10 m au-dessus du sol).
Instruments	Thermocouple Type K Multichannel T-C 08 Picologger Station météo Anémomètre Chronomètre
Temps pour l'enregistrement	Température des flammes et du sol : 30 s Paramètres atmosphériques: 5 min
Temps pour recharger le combustible	2 kg de bois toutes les 15 minutes
Procédures	Chargement en combustible – allumage – enregistrement – rechargement en combustible. Toutes les 15 minutes la structure foyère était recharge avec 2 kg de bois supplémentaires. L'expérimentation était surveillée pendant 3 heures, et le dépôt de cendre fouillée après 24 heures.

Tab. 4 - Schéma expérimental des structures foyères à plat.

Structures foyères ovales	
Structure foyère	Deux fosses ovales 40 X 90 cm, délimitées par des cercles de pierre, 30 cm de profondeur
EXP_Cα : Cinq phases de combustion	
Combustible bois	Bois semi-aride de : *Prunus armeniaca*, *Pinus halepensis*, *Olea europaea*, *Quercus coccifera*, *Quercus cerris* Poids total du combustible : 16 kg pour chaque taxon
EXP_Cβ : Une phase de combustion	
Combustible bois	Bois semi-aride de : *Pyrus communis*, *Cupressus sempervirens*, *Ficus carica*, *Vitis vinifera*, *Quercus cerris*, *Prunus armeniaca*, *Pinus halepensis*, *Quercus coccifera* Poids de chaque rechargement : 2 kg pour chaque taxon
Paramètres	Température de la flamme Température du sol à quatre différentes profondeurs (-2, -7, -12, -18 cm) Température atmosphérique (près du foyer et 4 m plus loin) Humidité (près du foyer et 4 m plus loin) Vitesse du vent (à 2 m et 10 m au-dessus du sol) Direction du vent (à 2 m et 10 m au-dessus du sol).
Instruments	Thermocouple Type K Enregistreur de données de tension à canaux multiples T-C 08 Station météo Anémomètre Chronomètre
Temps pour l'enregistrement	Températures des flammes et du sol : 30 s Paramètres atmosphériques: 5 min
Temps pour le rechargement du combustible	2 kg de bois toutes les 15 minutes
Procédures	Chargement en combustible – allumage – enregistrement – rechargement en combustible. Après 15 minutes la structure foyère est recharge avec 2 kg de bois supplémentaires. L'expérience est surveillée pendant 3 heures. Après cinq combustions, une autre fosse ovale est creusée. Dans cette seconde fosse une combustion est réalisée. Le dépôt de cendre est fouillé après 1 mois.

Tab. 5 - Schéma experimental des structures foyères en fosse.

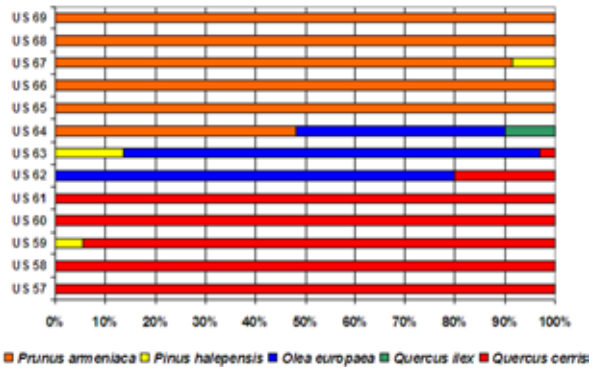


Fig. 5 - Diagramme anthracologique de EXP_Dα.

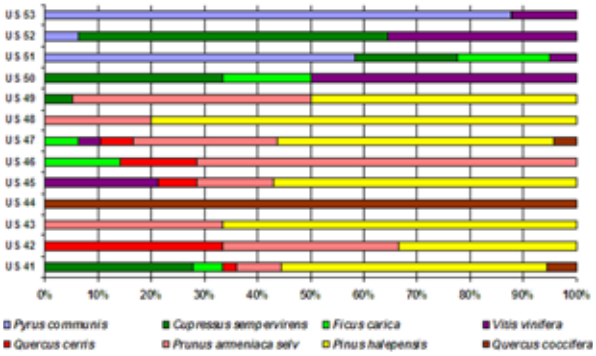


Fig. 6 - Diagramme anthracologique de EXP_Dβ.

cm était orange (N39), alors qu'entre -0,5 cm et -2,5 cm l'intensité de la couleur orange tendait à diminuer (N59). Sous ce niveau intensément altéré se trouvait un niveau de sédiment (0,4 cm d'épaisseur) sujet à peu ou pas d'altération qui était de couleur brun foncé (S91) avec des nuances de noir. En dessous, les niveaux n'avaient pas de variation de couleur.

Les variations de couleur du substrat des fosses de combustion EXP_Cβ et EXP_Dβ étaient similaires à celles des foyers à plat mais avec des temps de formation différents. La couleur du substrat contre le foyer après les premières recharges de combustible était noire (N73), à cause des gaz dégagés par la carbonisation. A la fin du premier épisode de combustion, une variation semi-circulaire de la couleur a été vue sur les parois de la partie centrale de la fosse. Les bords extérieurs étaient brun sombre (S50) alors que l'aire intermédiaire était plus sombre (T51), avec des nuances de noir (T92). La partie centrale, plus près du feu lui-même, était orange (N45). Après cinq combustions la partie centrale présentait un degré d'altération plus intense, au point d'être presque rouge (N17). Elle était délimitée d'abord par une bande semi-circulaire brun foncé (T30) puis par une bande extérieure noire (T92).

Discussion

Les études conduites dans l'*escharon* du sanctuaire d'Apollon et la reproduction expérimentale mettent en lumière un nombre d'épisodes liés à l'usage du feu. La reproduction expérimentale a rendu possible de séparer les résultats de l'usage du feu : l'altération thermique d'une part et les résidus de combustion d'autre part. L'analyse de la première montre une corrélation entre la morphologie du sol altéré et la structure qui l'a produit. Par contre, la relation entre la couleur du sol et la température du foyer est plus complexe. La couleur rouge-orange ne semble pas tant être déterminée par l'exposition du sol aux hautes températures que par l'absence d'un «dépôt» isolant entre la source de chaleur et le substrat (Canti & Linford, 2000). Dans les cycles expérimentaux, le passage de la couleur naturelle du sol au rouge a été vu dans deux cas : lorsqu'il y avait un contact direct entre la source de chaleur et le substrat (spécialement dans les foyers en fosse) et lorsque le foyer à plat était réutilisé après avoir été nettoyé. Cependant, la variation de couleur du substrat peut aussi dépendre de sa composition minérale et du pourcentage de résidus organiques qu'il contient. Ce n'est pas une coïncidence si les sédiments riches en minéraux ferreux tendent à prendre une couleur rouge même à basse température (Frandsen & Ryan, 1986 ; Fitzpatrick, 1988 ; Cornell & Schwermann, 1996 ; Canti & Linford, 2000).

Il est clair que la structure de l'*escharon* à Hierapolis est le résultat d'une série de foyers à plat, nettoyés après la formation d'un dépôt de cendres avant d'être réutilisés chaque fois, dans lesquels une série de fosses était subséquemment creusée (e, fig. 2).

Enfin, l'interaction entre les analyses archéobotaniques et la reproduction expérimentale s'est montrée un bon outil pour décoder les dépôts thermiquement altérés. Dans le cas de Hierapolis, il a été fait référence à des hypothèses basées sur la présence simultanée, observée durant les fouilles, des résultats archéologiques d'un certain nombre d'évènements ou de comportements indépendants liés à des pratiques religieuses variées. Bien qu'avec notre niveau actuel de compétence il n'est pas possible d'interpréter

pleinement leur signification symbolique, il était possible de différencier entre des pratiques impliquant un rejet secondaire de cendres dans un secteur différent de celui de la combustion originelle et d'autres activités rituelles démontrées par des altérations thermiques du substrat et par des résidus riches en cendres et en charbon provenant d'un combustion directe *in loco*.

Auteurs

Girolamo Fiorentino

Laboratory of Archaeobotany and Palaeoecology– Department of Cultural Heritage – University of the Salento – Via D. Birago, 64 – 73100 Lecce - Italy. girolamo.fiorentino@ateneo.unile.it

Cosimo d'Oronzo

PhD Student - University "Cattolica del Sacro Cuore" - Milano
cosimodoro@alice.it

Références

Anderson-Ambrosiani P. 2002 - Man-Fire-Stone. Fire-cracked stones as a cultural expression. *In* : *Fire in Archaeology*, Gheorghiu D. (ed). Papers from a session held at the European Association of Archaeologist Sixth Annual Meeting in Lisbon 2000, British Archaeological Reports, S1089 : 125-131.

Ascher R. 1961 - Experimental archaeology. *American Anthropologist*, 63 : 793-816.

Begoňa S. L. 2003 - Estudio de las estructuras de combustion prehistoricas : una propuesta experimental : Cova Negra (Xàtina, Valencia), Ratlla del Bubo (Crevillent, Alicante) y Marolles-sur-Seine (Bassin Parisien, France), Deputacion de Valencia.

Berna F., Behar A., Shahack-Gross R., John Berg J., Boaretto E., Gilboa A., Sharon I.,Shalev S., Shilstein S., Yahalom-Mack N., Zorn J. R. & Weiner S. 2007 - Sediments exposed to high temperatures: reconstructing pyrotechnological processes in Late Bronze and Iron Age Strata at Tel Dor (Israel). *Journal of Archaeological Science*, 34 : 358-373.

Canti M.G. & Linford N. 2000 - The effects of fire on archaeological soils and sediments: temperature and colour relationships. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 66 : 385-395.

Cazzella A. 1989 - *Manuale di Archeologia. Le società della preistoria*. Roma, Editori Laterza.

Çengel Y.A. 2005 - *Termodinamica e trasmissione del calore*. Milano, McGraw-Hill.

Clarke D.L. 1968 - *Analytical Archaeology*. London.

Coles J. 1973 - *Archaeology by Experiment*. London.

Cornell R.M., Schwermann U. 1996 - *The Iron Oxides*. Weinheim : VCH.

De Guio A. 1988 - Unità stratigrafiche come unità operazionali: verso le archeologie possibili degli anni '90. *In* : *Archeologia stratigrafica dell'Italia settentrionale,* Uboldi M. (ed). Como, Edizioni New Press : 9-22.

DeBano L.F. 1991 - *The Effect of Fire on Soil Properties*. United States Department of Agriculture Forest Service General Technical Report, INT-280 : 151-156.

Fiorentino G. & Solinas F. 2009 - Micro-stratigraphical and archaeobotanical approaches to investigating ash deposits in the Apollo Sanctuary in Hierapolis. *In* : *Paper of 1st International Symposium on Oracle in Antiquity and the Cults of Apollo in Asia Minor*, Izmir 17-19 August, 2005, Arkeoloji Dergisi, Special Issue.

Fitzpatrick R.W. 1988 - Iron compounds as indicators of pedogenetic process : examples from the Southern hemisphere. *In* : *Iron in Soil and Clay Minerals,* Stucki J.W., Goodman B.A., Schwermann U. (eds), Dordrecht : Reidel, Nato ASI, 217 : 351-96.

Frandsen W.H. & Ryan K.C. 1986 - Soil moisture reduces belowground hear flux and soil temperatures under a burning fuel pile. *Canadian Journal of Forest Research of Botany*, 14 : 243.

Gascó J. 1985 - *Les installations du quotidien. Structures domestiques en Languedoc du Mésolithique à l'Age du Bronze d'après l'étude des abris de Font-Juvénal et du Roc-de-Dourgne dans l'Aude*. Documents d'Archéologie Française, 1. Paris. Ed. de la Maison des Sciences de l'Homme.

Gose W. 2000 - Paleomagnetic studies of burned rocks. *Journal of Archaeological Science,* 27 : 409-421.

Henry, A., Théry-Parisot, I. & Voronkova, E., 2009. La gestion du bois de feu en forêt boréale: problématique archéo-anthracologique et étude d'un cas ethnographique (Région de l'Amour, Sibérie). *In* : *Gestion des combustibles au Paléolithique et au Mésolithique: nouveaux outils, nouvelles interprétations*, Théry-Parisot I. & Henry A. (Eds). Proceedings of worshop 21, UISPP 13, XV congress, Lisbon, 4-9 septembre 2006. Archaeopress. British Archaeological Reports International, 1914 : 17-37.

Humpheys F.R., Craig F.H. 1981 - Effects of fire on soil chemical, structural and hydrological properties. *In* : *Fire and the Australian Biota,* Gill A.M., Groves R.H., Noble J.R. (eds). Camberra, Australian Academy of Science : 177-200.

Joly D., March R.J., Marguerie D. & Yacobaccio H., sous presse. Gestion des combustibles dans la province de Jujuy (Puna, Argentine) depuis l'Holocène ancien: croisement des résultats ethnologiques et anthracologiques. *In* : *Gestion des combustibles au Paléolithique et au Mésolithique : nouveaux outils, nouvelles interprétations*, Théry-Parisot I., Costamagno S. & Henry A. (eds). Proceedings of worshop 21, UISPP 13, XV congress, Lisbon, 4-9 septembre 2006. Archaeopress. British Archaeological Reports International, 1914 : 39-56.

Leonardi G. 1992 **-** Il deposito archeologico: bacini, processi formativi e trasformativi. *In* : *Atti del Seminario internazionale Formation processes and excavation methods in archaeology: perspectives,* Leonardi G. (ed). Padova 15-27 Luglio 1991. Saltuarie dal laboratorio del Piovego, 3 : 13-47.

Leroi-Gourhan A. 1943 - *L'homme et la matière. Evolution et techniques I*. Paris, Ed. Albin Michel.

Leroi-Gourhan A. 1945 - *Milieu et techniques. Evolution et techniques*. Paris, Albin Michel.

Leroi-Gourhan A. 1964 - *Le geste et la parole. Technique et Langage I*. Paris, Ed. Albin Michel.

Leroi-Gourhan A. 1965 - *Le geste et la parole. La mémoire et les rythmes II*. Paris, Ed. Albin Michel.

Leroi-Gourhan A. 1973 - Structures de combustion et structures d'excavation. *In* : *Séminaire sur les structures de combustion*. Collège de France. Ethnologie Préhistorique, CNRS, 52.

Lintz, C. 1989 - Experimental thermal discoloration and heat conductivity studies of caliche from Eastern New Mexico. *Geoarchaeology*, 4 : 319-346.

Malina J. 1980 - *Metody experimentu v archaeologii*. Praha, Accademia.

Malina J. 1983 - Archaeology and Experiment. *Norwegian Archaeological Review*, 16, 2 : 69-85.

March R.J. 1992 - L'utilisation du bois dans les foyers préhistoriques: une approche experimentale. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 139, Actualités Botaniques, 2-4 : 245-253.

March R. J. 1996 - L'Etude des structures de combustion préhistoriques: une approche interdisciplinaire. *In* : *The Lower and Middle Palaeolithic,* Bar-Yosef O., Cavalli-Sforza L. L., March R.J., Piperno M. (eds), Colloquium X UISPP. Forlì, A.B.A.C.O. : 251-275.

Marshall A. 1998 - Visualising burnt areas: patterns of magnetic susceptibility at Guiting Power 1 round barrow (Glos., UK). *Archaeological Prospection,* 5 : 59-177.

Moutarde F. 2006 - *L'évolution du couvert ligneux et de son exploitation par l'homme dans la vallée du Lurin (côte centrale du Pérou), de l'Horizon Ancien (900 –100 av. J.-C.) à l'Horizon tardif (1460-1532 ap. J.-C.). Approche anthracologique*. Université de Paris 1, Paris, 2 vol, 317 pp.

Ntinou, M., 2002. *La Paleovegetación en el norte de Grecia desde el Tardiglaciar hasta el Atlántico : formaciones vegetales, recursos y usos*. Oxford, British Archaeological Reports, S XVI. Archaeopress, 268 pp.

Orme B. 1981 - *Anthropology for Archaeologists : an introduction*. London.

Pagoulatos P. 2006. Experimental burned rock studies on the Edwards Plateau : a view from Camp Bullis, Texas. *North American Archaeologist*, 26 : 289-329.

Petraglia M.D. 2002 - The heated and the broken: thermally altered stone, human behaviour, and archaeological site formation. *North American Archaeologist,* 23 : 241-269.

Popper K. 1970 - *Logica della scoperta scientifica*. Torino, Einaudi.

Reynolds P.J. 1978 - *The Experimental Storage of Grain in Underground Silos*. Unpublished PhD thesis, Leicester University.

Reynolds P.J. 1979 - The nature of experiment in archaeology. *In* : *Experiment and Design – Archaeological Studies in Honour of John Coles*, Harding A.F. (ed.). Exter, The Short run Press : 156-162.

Semeraro G. 2005 - Per un approccio contestuale alla lettura delle immagini. Le ceramiche a rilievo di Hierapolis di Frigia. *MEFRA*, 117, 1 : 83-98.

Semeraro G. 2007 - Ricerche archeologiche nel Santuario di Apollo (Regio VII) 2001-2003. *In* : *Hierapolis di Frigia I, Le attività delle Campagne di scavo e restauro 2000-2003,* D'Andria F., Caggia M.P. (eds). İstanbul, Turkey, Ege Yayinlari : 169-209.

Solari, M.-E., 1992. Anthracologie et ethnoarchéologie dans l'archipel du Cap Horn (Chili). *Bulletin de la Société Botanique de France*, 139, 2-4 : 407-420.

Théry-Parisot I. 1993 - *Les déformations anatomiques des charbons de bois : implications archéologiques (sites des Canalettes et des Usclades, Aveyron)*. D.E.A., Université de Paris I.

Théry-Parisot I. 1998 - *Économie du combustible et Paléoécologie en contexte glaciaire et périglaciaire, Paléolithique moyen et supérieur du sud de la France, Anthracologie, Expérimentation, Taphonomie*. Thèse de doctorat, Université de Paris I.

Trabaud L. 1976 - Inflammabilité et combustibilité des principales espèces des garrigues de la région méditerranéenne. *Eocologia Plantarum*, 11, 2 : 117-136.

Wells C.G., Campbell R.E., DeBano L.F., Lewis C.E., Fredriksen R.L., Froelich R.C. & Dunn P.H. 1979 - *The effects of fire on soil : a state of knowledge review*. National fire effects workshop, Denver, Colorado, April 10-14, 1978. United states Forest Service General Technical Report WO-7.

Wood W.R. & Lee Johnson D. 1978 - A Survey of disturbance processes in archaeological site formation. *In* : *Advances in archaeological method and theory,* Schiffer M.B. (ed) : 315-381.

Wright H.A. & Bailey A.W. 1982 - Temperature and heat effects. *In* : *Fire and Ecology: United States and Southern Canada,* Wright H.A., Bailey A.W. (eds). New York : 8-23.

Pour citer cet article

Fiorentino G. & d'Oronzo C. 2010 - Une approche archéobotanique et expérimentale pour identifier des épisodes de feu successifs dans des structures foyères sur le Sanctuaire d'Apollon à Hierapolis (Turquie). *In* : Taphononomie des résidus organiques brûlés et des structures de combustion en milieu archéologique, Théry-Parisot I., Chabal L. & Costamagno S. (eds). Actes de la table ronde, Valbonne, 27-29 mai 2008. *P@lethnologie*, 2 : 59-68.

P@LETHNOLOGIE

Revue bilingue de Préhistoire