



HAL
open science

Économie des combustibles (bois et lignite) dans l'abri moustérien des Canalettes : l'expérimentation à la simulation des besoins énergétiques

Isabelle Théry-Parisot, Liliane Meignen

► To cite this version:

Isabelle Théry-Parisot, Liliane Meignen. Économie des combustibles (bois et lignite) dans l'abri moustérien des Canalettes : l'expérimentation à la simulation des besoins énergétiques. *Gallia Préhistoire – Archéologie de la France préhistorique*, 2000, 42, pp.45-55. 10.3406/galip.2000.2169 . hal-02066752

HAL Id: hal-02066752

<https://hal.science/hal-02066752>

Submitted on 21 Jan 2020

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

ÉCONOMIE DES COMBUSTIBLES (BOIS ET LIGNITE) DANS L'ABRI MOUSTÉRIEN DES CANALETTES

De l'expérimentation à la simulation des besoins énergétiques

Isabelle THÉRY-PARISOT* et Liliane MEIGNEN**

Mots-clés. Anthracologie, combustibles, économie, expérimentation, lignite, paléoécologie, Paléolithique, Moustérien.

Key-words. Charcoal analysis, fuel, economy, experimentation, coal, palaeoecology, Palaeolithic, Mousterian.

Résumé. L'étude des résidus de combustion du gisement moustérien des Canalettes a permis d'identifier deux types de combustibles : le bois et le lignite. La question de la part d'intentionnalité de l'utilisation de lignite dans ce gisement est ici soulevée : s'agit-il d'une contrainte en relation avec une pénurie de bois ou d'une gestion différenciée des combustibles ? Une étude expérimentale de la combustion du lignite couplée aux résultats de l'étude anthracologique a permis de simuler la consommation en combustible pour une durée d'occupation variable du gisement. Il ressort de cette étude que la biomasse végétale disponible pour les occupants des Canalettes était toujours suffisante à la satisfaction des besoins en bois, même pour une consommation volontairement surévaluée. L'utilisation de lignite n'est en aucun cas due à une pénurie de bois. Plusieurs hypothèses concernant les motivations qui ont présidé au choix de ce combustible peuvent être émises : fonctions spécifiques du lignite en relation avec ses propriétés et/ou commodité d'utilisation par rapport à l'utilisation contraignante de bois sain.

Abstract. The charcoal analysis at the mousterian rock shelter of Les Canalettes revealed the existence of two kinds of fuel : wood and coal. The use of coal raises the problem of intentionality : is it a constrained use due to wood scarcity during the last glacial or a reasoned management of fuel ? An experimental study of coal combustion combined with charcoal analysis allowed us to simulate wood consumption at Les Canalettes. It has been thus shown that wood biomass was abundant enough and wood scarcity was never responsible for coal use. We can consider two main explanations : use of coal for specific activities in relation with its properties, or an opportunist collection due to its simple use.

PRÉSENTATION DU SITE

L'abri des Canalettes se situe sur le bord nord-est du Causse du Larzac à une altitude de 690 m. L'abri, creusé dans les dolomies du Callovien-Bathonien, est constitué

d'un auvent de 4 m de hauteur, couvrant une surface abritée de 60 à 70 m². Les fouilles menées de 1980 à 1995 ont révélé une stratigraphie de 2,20 m d'épaisseur au sein de laquelle trois couches ont été identifiées (Meignen éd., 1993). Sur toute la séquence, un matériel archéo-

* UMR 6031 du CNRS, Centre d'étude Préhistoire, Antiquité, Moyen Âge, Sophia Antipolis, F-06560 Valbonne.

** UMR 7055 du CNRS, Préhistoire et technologie, Centre d'étude Préhistoire, Antiquité, Moyen Âge, Sophia Antipolis, F-06560 Valbonne.

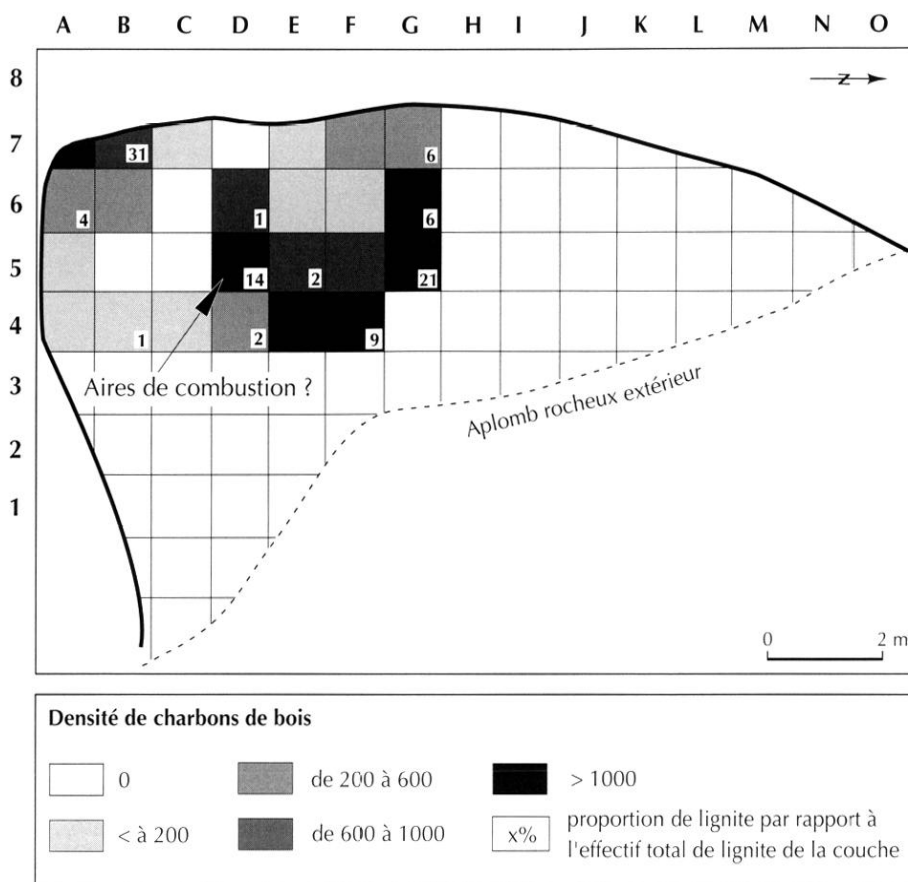


Fig. 1 – Répartition spatiale des charbons de bois et du lignite dans la couche 4 (d'après Meignen, 1993).

logique abondant (outillage lithique et faune) a été recueilli, traduisant une occupation importante et répétitive de cet abri situé en moyenne altitude. Les recherches effectuées jusqu'alors montrent que l'abri a été le siège d'activités multiples (exploitation des ressources animales, fabrication et utilisation des outillages lithiques nécessaires à ces activités) et cela sur différentes saisons (printemps, été, éventuellement début de l'automne) (Patou-Mathis, 1993 ; Meignen, Brugal, 1993). Les Moustériens des Canalettes ont donc utilisé, de façon répétitive et sur d'assez longues périodes, cet abri comme un campement temporaire à partir duquel ce secteur des Causses a pu être exploité (Meignen *et al.*, sous presse). Sur l'ensemble de la stratigraphie, les stratégies d'acquisition des matières premières et les outillages lithiques restent remarquablement constants, correspondant à un Moustérien de débitage Levallois (Meignen, 1996). Les conditions environnementales favorisant les installations

humaines sur ce plateau de moyenne altitude correspondent à un épisode globalement tempéré de la dernière glaciation (Brugal, 1993 ; Marquet, 1993 ; Vernet, 1993 ; Théry-Parisot, 1998). Des datations TL pour la couche supérieure donnent un âge de $73\,500 \pm 5\,000$ ans, plaçant le remplissage à la fin du stade isotopique 5 fort probablement (Valladas *et al.*, 1987).

Dans ce gisement, les foyers bien individualisés sont rares mais de nombreux témoins de combustion ont été reconnus. Parmi ceux-ci, deux types de combustibles ont été identifiés : le bois, que l'on retrouve en abondance sous forme de charbons, et de façon beaucoup plus exceptionnelle, le lignite (Théry, 1993 ; Théry *et al.*, 1996), charbon fossile dont l'utilisation comme combustible au Paléolithique moyen est pour la première fois attestée. Aux Canalettes, les restes de lignite ont été découverts dans tous les niveaux ; ils sont toujours étroitement associés aux

zones de concentrations de charbons de bois classiques, notamment dans la couche 4 où charbons de bois et lignite ont fait l'objet d'un comptage exhaustif (fig. 1). Cette répartition spatiale, ainsi que les caractéristiques anatomiques du lignite (Théry, 1993) confirment une utilisation comme combustible. Ces lignites sont disponibles, à l'affleurement, dans les niveaux marneux à la base des calcaires du Bathonien ; les données géomorphologiques confirment qu'ils étaient aisément accessibles, sous forme de bancs noirs ligniteux, dans les vallées de la Dourbie et du Trévezel, à des distances de l'ordre de 10 km à vol d'oiseau, au nord de l'habitat (Théry *et al.*, 1996).

La présence systématique de lignite dans tous les niveaux nous a conduites à émettre plusieurs hypothèses concernant l'origine de sa découverte par les Préhistoriques et surtout les motivations de son utilisation comme combustible (Théry, 1993 ; Théry *et al.*

1995, 1996) : nécessité due à un contexte végétal défavorable ou bien choix d'un combustible supplémentaire, recherché pour ses qualités spécifiques ? Dans un premier temps, la recherche d'une nouvelle source de combustible due à une pénurie de bois a été proposée comme hypothèse. Mais une étude expérimentale des propriétés du lignite, couplée à une estimation de la biomasse végétale disponible, nous a conduites à reconsidérer cette hypothèse et à proposer un nouveau modèle de gestion des combustibles dans ce gisement (Théry-Parisot, 1998).

LE LIGNITE, APPROCHE EXPÉRIMENTALE DE LA COMBUSTION

L'objectif de l'expérimentation n'est pas tant de définir les propriétés combustibles du lignite, déjà connues, à savoir un pouvoir calorifique bien supérieur à celui du bois et la particularité de se consumer sans flammes, mais plutôt de chiffrer la relation entre la masse et la composition des foyers et la durée des différentes phases de la combustion. Sur la base de ces résultats, il est possible d'élaborer un modèle quantifié destiné à évaluer les besoins en combustible d'un groupe, sur des durées d'occupation variables, et permettant d'évaluer les conditions d'une éventuelle pénurie de bois.

MODE OPÉRATOIRE

L'expérimentation est réalisée en conditions dites naturelles, c'est-à-dire en plein air. Ce type d'expériences, bien qu'étant le plus proche des conditions de combustions réalisées au Paléolithique, présente néanmoins une limite intrinsèque qu'il convient de rappeler. Il est impossible de restituer lors de l'expérimentation l'ensemble des conditions climatiques qui régnaient au Paléolithique ; d'abord parce que nous ne les connaissons pas précisément, mais surtout parce qu'elles ont varié d'une combustion à l'autre. Or, les paramètres extrinsèques, tels que le vent, les pressions atmosphériques, les températures ou encore l'humidité de l'air, ont une influence non négligeable sur le déroulement de toute combustion. Il s'en suit que les résultats de l'expérimentation, principalement en ce qui concerne les durées de la combustion, ne correspondent qu'à des valeurs approchées et non

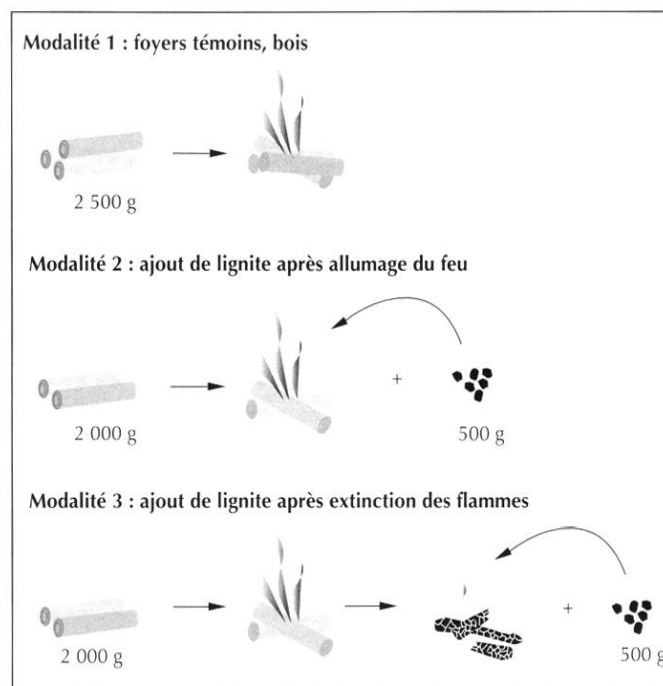


Fig. 2 – Combustions expérimentales lignite/bois : mode opératoire.

absolues de ce qu'ont pu être les durées réelles des combustions réalisées par les occupants de l'abri ; elles doivent être considérées en tant que telles.

Les expériences sont réalisées dans des petites cuvettes de 50 cm de diamètre aménagées à même le sol et bordées de pierres. Les foyers sont protégés au nord et à l'est par un mur de 3 m de hauteur.

Les combustibles utilisés sont :

- le lignite qui provient d'un gisement situé à proximité du site des Canalettes, susceptible d'avoir été exploité par les occupants de ce site ;
- le bois, du Chêne pubescent (*Quercus pubescens*) sec, bien calibré et refendu.

Le poids total de combustible est fixé à 2,5 kg et demeure invariable pour l'ensemble des combustions, avec 2 kg de bois sec (à 12 % d'humidité) et 500 g de lignite.

Trois séries de combustions sont réalisées (fig. 2) :

- une première série de feux témoins composés de bois uniquement ;
- une série de foyers composés à l'allumage des deux combustibles (bois et lignite) ;
- une série de foyers dans lesquels le lignite n'est introduit qu'à la fin de la phase de production de flammes issues de la combustion du bois.

Tabl. I – Analyse de la variance de la durée de combustion.

Source	DDL	S. des carrés	Carré moyen	Test-F
Entre séries	2	19686,778	9843,389	33,001
Intra-série	15	4474,167	298,278	p = ,0001
Total	17	24160,945		

Estimation de la variance entre composants (Model II) = 1590,852

a

Groupe	Fréquence	Moyenne	Écart-type	Intervalle de confiance
Série 1	6	221	10,198	4,163
Série 2	6	241,667	17,224	7,032
Série 3	6	299,167	22,23	9,075

b

Comparaison	Différence moyenne	PLSD de Fisher	F de Scheffé	t de Dunnett
Série 1 vs. Série 2	-20,667	21,256	2,148	2,073
Série 1 vs. Série 3	-78,167	21,256*	30,727*	7,839
Série 2 vs. Série 3	-57,5	21,256*	16,627*	5,767

* : significativement différent

c

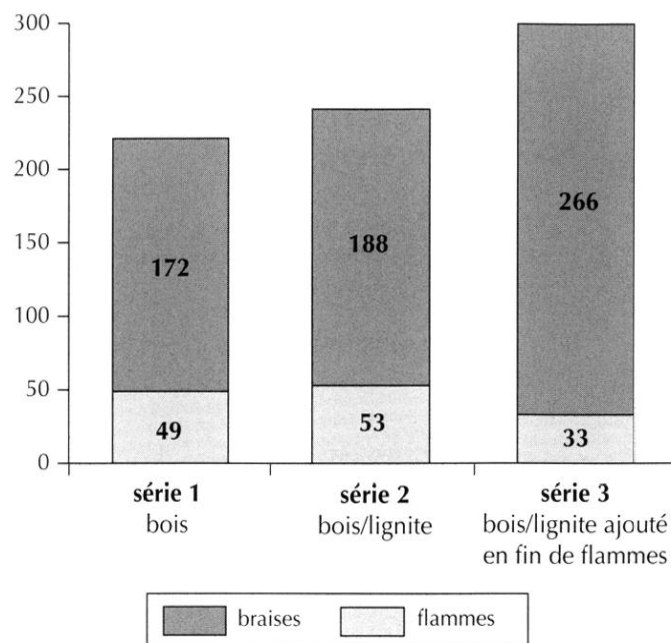
Chacune des expériences distinctes est répétée six fois, soit un total de dix-huit combustions.

Compte tenu de l'incidence des paramètres extrinsèques sur le déroulement d'une combustion en plein air, trois types de mesures sont réalisés :

- un anémomètre placé à proximité du foyer permet d'enregistrer la vitesse du vent pendant tout le déroulement de la combustion ; les températures extérieures ainsi que les pressions atmosphériques sont enregistrées pour chaque combustion ;
- la durée totale de chaque combustion, principal objet de l'étude, est enregistrée ; une distinction est faite entre la durée de production des flammes et la phase d'incandescence ;
- à l'issue de chaque combustion, la masse résiduelle de bois et de lignite est pesée.

Les températures de combustion ne sont volontairement pas mesurées. La température de combustion n'est pas une caractéristique du combustible, elle varie de 0 à 2 000 °C en moyenne, en fonction des facteurs extrinsèques de la combustion (vent, pression atmosphérique, températures de l'air), de l'endroit où la mesure est réalisée (à l'intérieur du combustible, dans la flamme, dans les braises) et de l'instant précis auquel la mesure est

minutes

**Fig. 3 –** Durées des principales phases de combustion.

prise. Seul le pouvoir calorifique, quantité de chaleur dégagée par la combustion complète d'un kilogramme de combustible, est une caractéristique de ce combustible. La valeur du pouvoir calorifique du bois et du lignite est bien connue, elle se situe autour de 4 500 kcal/kg pour le bois anhydre et 7 000 kcal/kg pour le lignite (Briane, Doat, 1985).

RÉSULTATS

Pour un même poids total de combustible (2,5 kg), la durée totale des combustions varie de 3 h 50 à 5 h 40, soit de 110 mn. L'analyse de la variance permet de déterminer laquelle (ou lesquelles) des variables « série, vitesse du vent, température extérieure et pression atmosphérique » est responsable de ces écarts de durée. Nous avons observé une très forte corrélation entre la variable « série » et la durée totale de la combustion ($R=0,92$). En effet, 83,8 % de la variance de la durée est expliquée par cette variable. La vitesse du vent, les températures extérieures et la pression atmosphérique sont rejetées par le test, ce qui signifie que ces paramètres ne font pas varier significativement, dans le

contexte précis de l'expérimentation, la durée de la combustion. Au cours de nos expériences, toutes réalisées au cours de la même journée, ces paramètres ont effectivement peu varié en amplitude. Ceci ne signifie pas, en revanche, qu'ils n'ont pas d'effet global sur la durée totale d'une combustion. C'est donc réellement l'organisation du foyer (ordre dans lequel sont introduits les combustibles) qui détermine, ici, la durée totale de la combustion.

Ainsi les durées moyennes de la combustion (depuis l'allumage jusqu'à l'extinction) varient significativement d'un cas à l'autre, au seuil de 95 % (tabl. Ia, Ib) :

- série 1 (bois uniquement) : 221 mn \pm 10 minutes ;
- série 2 (bois et lignite) : 242 mn \pm 17 minutes ;
- série 3 (bois et lignite en fin de flammes) : 299 mn \pm 22 minutes.

Un foyer composé de bois uniquement se consume en moyenne moins longtemps qu'un foyer mixte bois-lignite. Toutefois, les tests statistiques montrent que les différences ne sont significatives que si le lignite est introduit à la fin de la phase de distillation des gaz (flammes) (tabl. Ic). La durée moyenne des séries 1 et 2 n'est pas discriminée (test de Fisher, test de Scheffé). Ces deux séries ont donc un comportement équivalent, y compris pour ce qui concerne la durée des deux séquences principales (flammes-braises) (fig. 3).

L'augmentation de la durée moyenne de la combustion s'exprime essentiellement au cours de la phase d'incandescence des braises, mais uniquement lorsque le lignite est introduit à la fin de la phase de distillation des gaz provenant du bois. Pour un même poids total de combustible, l'ajout de lignite en fin de flammes ne réinitialise pas cette première phase, mais augmente de près de 1 h 30 la phase d'incandescence.

INTERPRÉTATION

La présence de lignite dans un foyer entraîne une augmentation de la durée totale de la combustion. Cette augmentation est subordonnée au moment précis de l'apport en lignite. Si celui-ci est réalisé en début de combustion, les gaz combustibles du lignite sont évaporés pendant la première phase (flammes) sans améliorer la durée de ces dernières par rapport à un simple feu de bois ni la période postérieure d'incandescence. En revanche, si l'apport en lignite est réalisé en fin de

flammes, ce dernier prend le relais de la combustion des résidus de bois. Ainsi, la durée totale moyenne augmente de 1 h 18 par rapport à un foyer composé de bois uniquement. Cette augmentation s'exprime essentiellement par une longue phase d'incandescence des braises qui dépasse de plus de 1 h 30 celle d'un foyer simple. Il est vraisemblable qu'en continuant d'apporter régulièrement du lignite au sein des braises incandescentes, il soit possible d'entretenir très longtemps un feu couvant comprenant au départ très peu de bois. Une utilisation contrôlée de lignite permet de ce fait une limitation du stock de bois nécessaire, pour une même durée de fonctionnement.

Les caractéristiques de combustion du lignite, c'est-à-dire une combustion sans flammes et une phase active et longue d'incandescence des braises, permettent de préciser ses potentialités fonctionnelles. Dans un foyer, le transfert de chaleur est assuré par trois processus physiques fondamentaux (Théry-Parisot, 1998) : la convection (qui consiste en un mouvement mécanique des masses d'airs), le rayonnement (dû aux flammes) et la conduction (due aux braises). Ainsi, chaque combustible, en privilégiant l'un ou l'autre de ces modes de transfert, est adapté à une fonction spécifique du foyer. Le lignite, en privilégiant la conduction et la convection, permet par exemple un transfert de chaleur efficace à travers des solides opaques. L'augmentation de la durée totale de la combustion réduit certes la capacité énergétique du lignite, qui, rapporté à une unité de temps, prendra une valeur proche de celle du bois (respectivement 23 kg/cal/mn et 18 kg/cal/mn), mais augmente sa puissance, c'est-à-dire sa capacité à élever la température d'un corps. L'utilisation du lignite est ainsi idéale pour la transformation des matières premières et la cuisson indirecte. À l'inverse, sa combustion sans flammes en fait un combustible inapproprié pour l'éclairage, par exemple. Le lignite ne peut donc constituer un substitut à part entière du bois dans la mesure où son utilisation est limitée à quelques fonctions des foyers. L'utilisation répétée de lignite dans le site des Canalettes relève-t-elle alors d'une « contrainte » de l'environnement, en relation avec une pénurie de bois, ou bien d'un usage préférentiel de ce combustible pour ses propriétés spécifiques ? Une étude quantifiée de la relation entre la biomasse végétale disponible et les besoins des occupants du site permet de proposer une réponse à cette question.

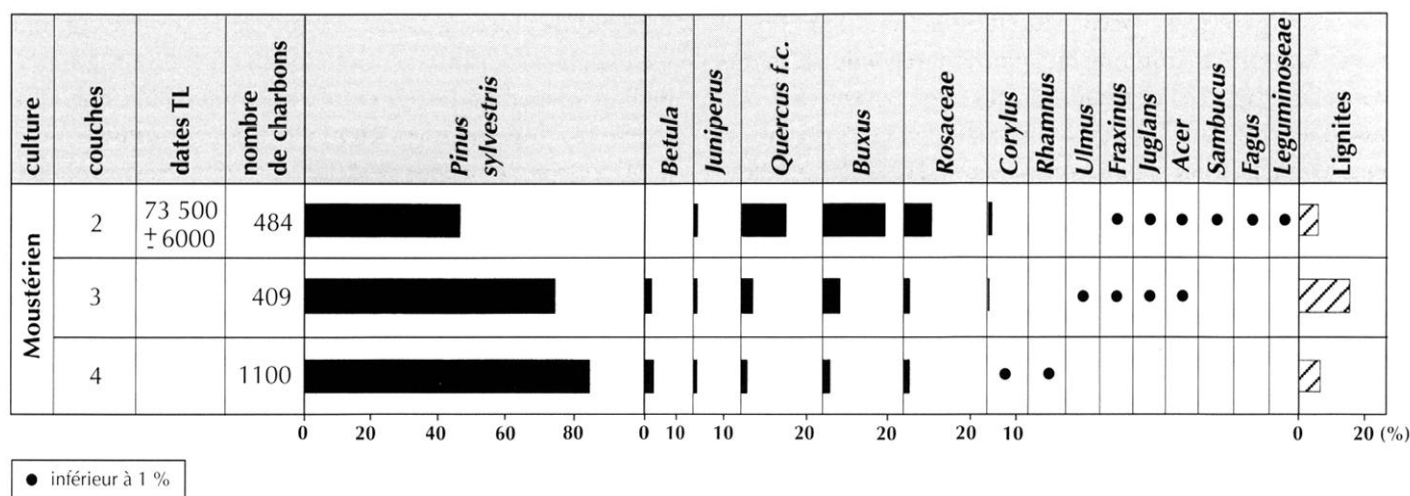


Fig. 4 – Diagramme anthracologique du site moustérien des Canalettes (d'après Théry-Parisot, 1998).

SIMULATION DE LA CONSOMMATION EN BOIS PAR LES OCCUPANTS DU SITE

Plusieurs facteurs permettent d'évaluer les conditions d'une éventuelle pénurie de bois, potentiellement « responsable » de l'utilisation du lignite. Schématiquement, ces facteurs se regroupent en deux catégories : les facteurs dits naturels, qui déterminent les ressources du milieu (bois disponible), et les facteurs spécifiques au site étudié (en particulier les activités domestiques), qui conditionnent les besoins en combustible. Les données quantifiées associées à chacun de ces paramètres sont issues de différentes sources : l'expérimentation sur la combustion, les valeurs estimées de la biomasse végétale disponible sur la base des données anthracologiques et, enfin, les observations archéologiques. En faisant varier chacun de ces facteurs, il est possible de définir le seuil de déséquilibre entre les ressources en bois du milieu naturel et les besoins du groupe et ainsi de déterminer les conditions d'une éventuelle pénurie de bois.

LA BIOMASSE VÉGÉTALE DISPONIBLE

L'évaluation de la biomasse végétale disponible (fig. 4), pour chaque niveau d'occupation, découle de l'interprétation paléoécologique des charbons de bois, abondants dans ce gisement et ayant une bonne représentativité. En effet, la très forte cohérence écologique de l'assemblage montre que les hommes des Canalettes

n'ont pas opéré de sélection fondée sur l'espèce dans l'environnement. Par ailleurs, les occupations des différents niveaux ont été suffisamment longues ou répétées pour offrir à l'analyse anthracologique les moyens d'une étude paléoécologique précise (Chabal, 1997).

Le diagramme anthracologique présente une dynamique cohérente dans l'évolution des fréquences des différents taxons, plaidant en faveur de transformations progressives du milieu végétal, sous l'effet de changements climatiques, mais évoquant toujours des conditions tempérées (Vernet, 1993 ; Théry-Parisot, 1998). L'assemblage anthracologique traduit, dans un premier temps (couche 4), un milieu dans lequel les espèces montagnardes dominant largement (Pins, Bouleaux), suggérant l'existence de conditions assez froides et sèches. Progressivement, les éléments mésophiles investissent le milieu (Chênes à feuillage caduc, Buis, Rosaceae), alors que la fréquence des taxons montagnards régresse. Le niveau 3 apparaît alors comme un niveau de transition. L'assemblage du niveau 2 rappelle la série mixte du Pin sylvestre et du Chêne pubescent dans laquelle le Pin domine, mais les éléments mésophiles sont très bien représentés. Cet assemblage évoque des conditions tempérées, légèrement plus fraîches que les conditions actuelles. L'étude de la faune montre une évolution similaire de la fréquence des espèces de milieux tempérés et de milieux ouverts, à l'exception de la couche 2 qui apparaît un peu plus fraîche tant aux vues de la faune que de la flore (Brugal, 1993).

Les organismes spécialisés dans l'étude des écosystèmes forestiers étudient la biomasse végétale de différents peuplements. La valeur estimée de la biomasse disponible dans les milieux forestiers actuels d'Europe occidentale varie de 200 tonnes de matière sèche par hectare, en moyenne, pour les forêts caducifoliées, à 100 t/ha dans le sud de la forêt boréale, aux limites septentrionales où l'on passe à la toundra arborée (Ozenda, 1994). Les formations végétales identifiées dans les différents niveaux des Canalettes se rapportent très largement, par leur composition spécifique, à ces formations actuelles qui peuvent ainsi servir de base aux calculs de la biomasse disponible.

Dans de tels milieux, la biomasse est répartie ainsi (Duvigneaud, 1980) :

- strate arbustive 5,7 % ;
- bois 75 % (correspondant à 24,4 % de branches et 75,6 % de troncs) ;
- parties souterraines : 17 % ;
- reste (feuilles, fruits, strate herbacée) : 2,3 % ;
- 36 % de la biomasse de cette formation est morte (bois mort).

La productivité moyenne d'une forêt est de 17 à 18 t/ha/an.

Nous avons pris en considération trois cas correspondant respectivement à l'évaluation de la biomasse des couches 2, 3 et 4 des Canalettes. Parallèlement, différents modes de gestion du milieu forestier sont pris en compte puisqu'ils déterminent également la biomasse par hectare : une gestion exhaustive du bois sur pied, impliquant l'abattage du bois ; une collecte des éléments de faibles diamètres, c'est-à-dire des branchages et des arbustes ; et enfin une collecte exclusive du bois mort.

La couche 2

Il s'agit d'un milieu relativement fermé, comparable à la série mixte du Pin sylvestre et du Chêne pubescent, comportant une biomasse totale de 200 tonnes par hectare, dont :

- 162 tonnes de bois (strate arborée et arbustive), si tout est exploité ;
- 48 tonnes de bois, si seuls les éléments de faible diamètre sont exploités (branches et strate arbustive) ;
- 72 tonnes de bois, si seule la nécromasse est exploitée (bois mort).

Les couches 3 et 4

Elles correspondent à un milieu de transition comportant une biomasse totale de 100 tonnes par hectare, dont :

- 81 tonnes de bois (strate arborée et arbustive), si tout est exploité ;
- 24 tonnes de bois, si seuls les éléments de faible diamètre sont exploités (branches et strate arbustive) ;
- 36 tonnes de bois, si seule la nécromasse est exploitée (bois mort).

La couche 4 a été volontairement sous-évaluée, afin de tester les conditions limites. C'est un milieu très ouvert comportant : 1 tonne de bois par hectare si l'ensemble du bois est exploité ; 319 kg/ha si seuls les branchages sont exploités.

LES COMBUSTIBLES

Deux combustibles ont été identifiés dans les différentes couches : le bois, dont une petite proportion de bois mort (Théry-Parisot, 1998), et le lignite. D'après nos expériences, nous savons que la masse de combustible pour une heure de fonctionnement d'un foyer correspond à :

- 880 g de bois sec ;
- ou 2 140 g de bois mort ; le bois dégradé (bois mort) a une durée de combustion totale qui représente 40 % de la durée de la combustion du bois sain ;
- ou 500 g de combustibles mixtes bois et lignite.

LA SPÉCIFICITÉ DU SITE

L'évaluation des besoins énergétiques d'un groupe repose en partie sur la connaissance de caractéristiques propres à ce groupe. Or, la taille du groupe, la durée d'occupation du site, le nombre réel de foyers, ainsi que la durée quotidienne de fonctionnement d'un foyer, demeurent des données inconnues en archéologie. Il est toutefois possible de faire varier ces différents paramètres en les bornant à chaque extrémité par des valeurs vraisemblables. Cette simulation est d'autant plus réalisable que notre propos n'est pas de quantifier la consommation en combustible mais de définir des seuils de consommation au-delà desquels les groupes sont confrontés à une pénurie de bois.

Le site des Canalettes semble avoir fonctionné comme un campement saisonnier assez important, occupé de façon répétitive (Patou-Mathis, 1993 ; Meignen, Brugal, 1993). Nous considérons que, pour un tel site, la durée

Tabl. II – Masse de combustibles nécessaires par heures de fonctionnement.

nombre d'heures annuelles	poids de bois/lignite (en kg)	poids de bois (en kg)	poids de bois mort (en kg)
50	25	44	107
100	50	88	214
150	75	132	321
200	100	176	428
300	150	264	642
400	200	352	856
467	234	411	999
500	250	440	1 070
600	300	528	1 284
700	350	616	1 498
800	400	704	1 712
900	450	792	1 926
1000	500	880	2 140
1136	568	1 000	2 431
4 000	2 000	3 520	8 560
5 000	2 500	4 400	10 700
10 000	5 000	8 800	21 400
15 000	7 500	13 200	32 100
17 472	8 736	15 375	37 390
35 000	17 500	30 800	74 900

cumulée des occupations successives, au cours d'une même année, varie de 1 à 6 mois.

Le nombre de foyers identifiés dans chaque niveau est toujours inférieur à 2. Nous faisons varier le nombre de foyers de 1 à 4 en considérant que certains foyers n'ont pas laissé de trace identifiable.

Enfin, le nombre potentiel d'heures de fonctionnement quotidien d'un foyer varie de 1 à 24 heures.

Le cumul de la durée annuelle d'occupation du gisement, du nombre de foyers et du nombre d'heures quotidiennes de fonctionnement de chaque foyer revient à faire varier le nombre total d'heures de fonctionnement d'un foyer de 30 heures annuelles (1 foyer, 1 heure de fonctionnement quotidien, 1 mois d'occupation) à 17 472 heures (4 foyers, 24 heures de fonctionnement quotidien, 6 mois d'occupation). La masse nécessaire de chaque combustible (bois sain, bois mort et combustions mixtes bois sain/lignite) est donc calculée pour une variation de 30 à 17 472 heures de fonctionnement annuel¹ (tabl. II).

1. Avec masse totale de combustible = (masse de C/1 h) x nombre d'h total.

SIMULATION

Étant donné que la présence de lignite dans un foyer entraîne une augmentation de la durée de la combustion, la réalisation de combustions mixtes lignite/bois réduit significativement la masse de combustible nécessaire à l'approvisionnement d'un groupe : de 43 % par rapport à l'utilisation de bois sain et de 76 % par rapport à la collecte de bois mort. La masse de combustible nécessaire est donc très largement dépendante de la nature du combustible utilisé.

D'après nos estimations, dans des conditions d'occupation du site jugées optimales (pendant six mois, avec quatre foyers fonctionnant en continu, soit 17 472 heures), la consommation en bois serait de 37 tonnes de bois mort ou de 15 tonnes de bois sain. Si l'on rapporte ces valeurs à une aire d'approvisionnement, en tenant compte de la biomasse réellement disponible dans chacun des milieux ainsi que du mode de collecte, nous constatons que le mode de gestion du bois (abattage du bois sur pied, des branchages ou collecte du bois mort) fait réellement varier l'aire d'approvisionnement (fig. 5). La collecte du bois mort s'exerce toujours dans un rayon² plus large, d'une part parce que le bois mort est moins abondant que la biomasse sur pied et, d'autre part, parce qu'il se consume plus rapidement que le bois sain. Néanmoins, le rayon maximal de l'aire d'approvisionnement n'excède pas 611 m.

Si l'on considérait une occupation sédentaire du site, des besoins en bois mort très largement surévalués, dans un milieu type 3 lui-même largement sous-évalué, le rayon d'approvisionnement en bois n'excéderait jamais 900 mètres, sans même prendre en compte la productivité annuelle de ce boisement. Cela signifie donc que, même dans des conditions extrêmes (occupations très longues, milieu le plus défavorable), l'approvisionnement en bois reste possible dans un faible rayon autour du site. Il est bien entendu que cette aire d'approvisionnement circulaire n'est qu'une représentation théorique (graphique) du territoire de récolte. La topographie locale influence sans aucun doute la répartition de la végétation boisée (plus large développement sur l'ubac et dans les canaux), et l'aire réelle

2. Base du calcul : $R = (\text{poids de bois} \times 10\,000) / (\text{poids de bois/ha}) / 3,14$.

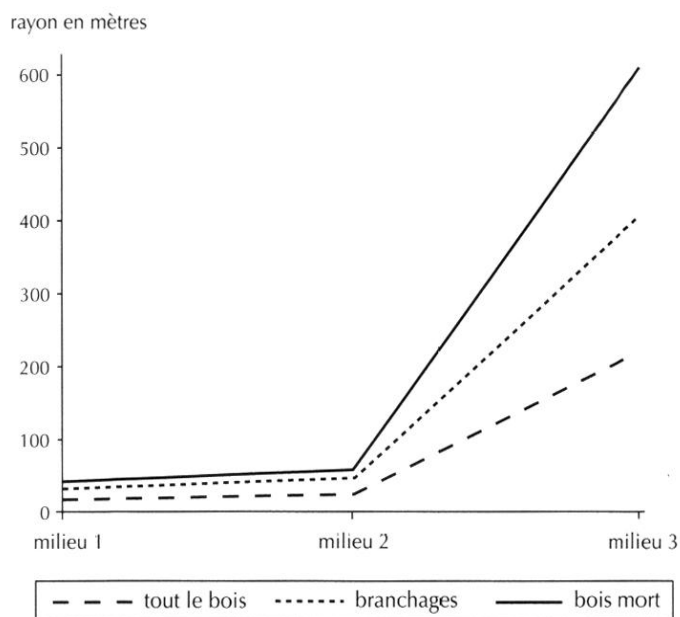


Fig. 5 – Estimation du rayon de l'aire de collecte.

d'approvisionnement peut prendre ainsi des formes quelque peu différentes de la représentation schématique que l'on en fait. Dans tous les cas pourtant, les distances d'approvisionnement en bois restent bien inférieures à celles habituellement parcourues par les hommes des Canalettes pour la collecte des matières premières (Meignen, 1993).

L'UTILISATION DE LIGNITE : CONTRAÎNTE OU GESTION DIFFÉRENCIÉE DES COMBUSTIBLES ?

La réalisation de combustions mixtes, en augmentant la durée de la combustion par l'ajout de lignite, entraîne une diminution sensible de la masse totale de combustible nécessaire à l'approvisionnement d'un groupe ; cette pratique permet alors corrélativement de réduire globalement les distances parcourues pour la récolte des combustibles (et donc de diminuer le temps consacré à cette activité) et de pallier une éventuelle pénurie de bois.

Dans le cas des Canalettes, nous avons montré que, au cours des différentes occupations de l'abri, la biomasse disponible suffisait toujours largement à l'approvisionnement des groupes, quels qu'aient été le mode de gestion du bois et l'intensité des activités liées au feu. Par ailleurs,

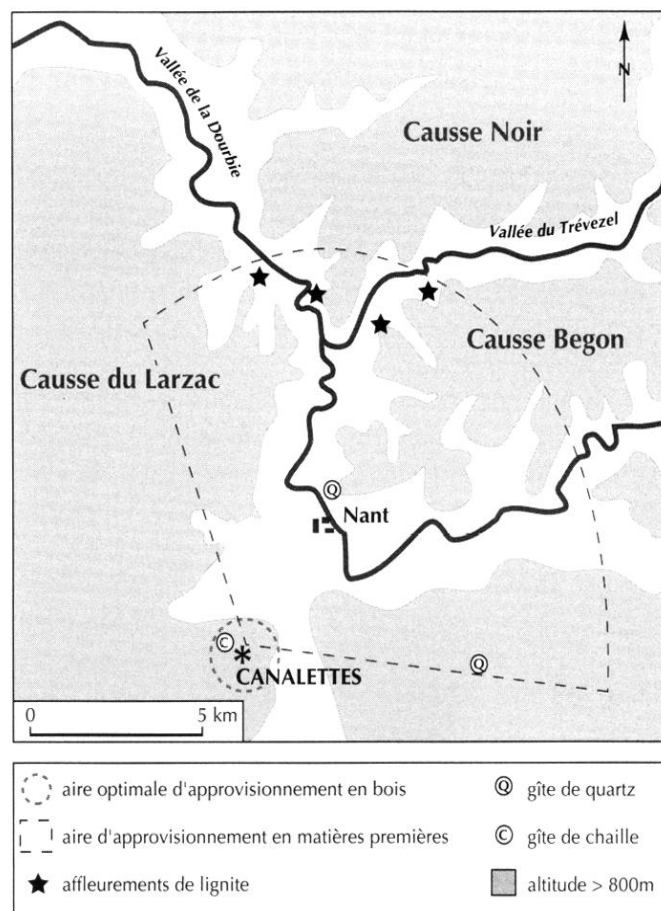


Fig. 6 – Territoire d'approvisionnement en combustibles et autres matières premières.

nous constatons que le territoire d'approvisionnement en bois représentait toujours un rayon d'action faible, compris entre 17 et 600 m environ, quelles que soient les pratiques de la collecte. L'utilisation du lignite ne pouvait alors être motivée ni par une pénurie de bois, ni par la réduction du territoire d'approvisionnement, d'autant moins que les affleurements de lignite se situent à des distances de l'ordre de 8 à 10 km du site à vol d'oiseau (fig. 6). En l'absence de contrainte de type environnementale, il devient presque légitime de penser que les combustibles « bois » et « lignite » étaient soigneusement choisis d'après la fonction du foyer. Conformément à ses propriétés, le lignite aurait alors été réservé préférentiellement à la transformation de matières premières nécessitant un bilan de chaleur élevé et durable, à la cuisson indirecte sans flammes ou à l'entretien du feu.

Sans éluder cette dernière hypothèse, il convient néanmoins de préciser que l'utilisation du lignite,

pratique constante pendant toute l'occupation du gisement, pouvait également être satisfaisante en termes de rapport effort/rendement. Plus précisément, l'utilisation de lignite pouvait présenter un certain nombre d'avantages qui en faisaient un combustible non indispensable mais d'un emploi plus pratique que celui du bois. D'abord, si la collecte du lignite s'effectue à l'occasion d'autres activités, l'éloignement des affleurements ne constitue plus une limite à son utilisation puisqu'il est toujours plus facile de ramasser du lignite que de couper du bois. Or, les affleurements se situent précisément à l'intérieur du territoire d'approvisionnement en matières minérales et animales (Meignen, 1993 ; Meignen, Brugal, 1993). Ensuite, le lignite est plus facile à stocker puisque sa masse ne représente que 43 % de la masse de bois nécessaire, pour une durée de fonctionnement du foyer équivalente. Enfin, le bois, lorsqu'il est parfaitement sain et sec, présente globalement les mêmes qualités combustibles que le lignite, à l'exception du pouvoir calorifique, et pourrait le remplacer pour de nombreux usages. Mais l'emploi de bois sain impose des contraintes d'abattage des arbres d'abord, puisque le

bois mort a perdu certaines propriétés, et de séchage ensuite puisque le bois fraîchement abattu présente un taux d'humidité très élevé. Or la durée du séchage s'étale sur une période incompressible de 10 à 12 mois, impliquant une gestion du combustible contraignante sur le long terme. À l'inverse, le lignite permet une utilisation immédiate.

Les données expérimentales sur la combustion du lignite, couplées à la simulation des besoins en combustibles, montrent que la motivation de l'emploi de lignite, aux Canalettes, n'est jamais la réponse à une contrainte du milieu naturel, à savoir une pénurie de bois. Les motivations de cette pratique, certainement multiples, sont vraisemblablement à chercher dans les propriétés que seul ce combustible renferme, ou encore pour des fonctions qui requièrent l'emploi en abondance de bois sain, d'utilisation contraignante, et pour lesquelles le bois mort, bien plus facile à gérer, serait inadéquat (cuisson indirecte, transformation des matières premières, entretien du feu). Le site des Canalettes offre ainsi la première illustration d'une gestion différenciée et non contrainte des combustibles au Paléolithique moyen.

BIBLIOGRAPHIE

- BRIANE D., DOAT. J.
1985 : *Guide technique de la carbonisation. La fabrication du charbon de bois*, EDI-SUD.
- BRUGAL J.-P.
1993 : La faune des grands mammifères de l'abri des Canalettes, matériel 1980-1986, in : Meignen L. (éd.), *L'abri des Canalettes. Un habitat moustérien sur les Grands Causses (Nant, Aveyron)*, Paris, CNRS Éditions, Monographie du CRA, 10, p. 89-137.
- CHABAL L.
1997 : *Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive). L'anthracologie, méthode et paléocologie*, Paris, éd. de la Maison des sciences de l'homme, Documents d'archéologie française, 63, 189 p.
- DUVIGNEAUD P.
1980 : *La synthèse écologique*, Paris, Doin, 380 p.
- MARQUET J.-C.
1993 : Le climat et l'environnement d'après l'étude des rongeurs dans l'abri des Canalettes, in : Meignen L. (éd.), *L'abri des Canalettes. Un habitat moustérien sur les Grands Causses (Nant, Aveyron)*, Paris, CNRS Éditions, Monographie du CRA, 10, p. 71-76.
- MEIGNEN L.
1996 : Persistance des traditions techniques dans l'abri des Canalettes (Nant, Aveyron), *Quaternaria Nova*, VI, p. 449-464.
- MEIGNEN L. (ÉD.)
1993 : *L'abri des Canalettes. Un habitat moustérien sur les Grands Causses (Nant, Aveyron)*, Paris, CNRS Éditions, Monographie du CRA, 10, 359 p.
- MEIGNEN L., BRUGAL J.-P.
1993 : L'occupation moustérienne dans l'abri des Canalettes, in : Meignen L. (éd.), *L'abri des Canalettes. Un habitat moustérien sur les Grands Causses (Nant, Aveyron)*, Paris, CNRS Éditions, Monographie du CRA, 10, p. 331-345.
- MEIGNEN L., BRUGAL J.-P., THÉRY I., MARQUET J.-C.
sous presse : Territorial exploitation, technical traditions and environment in a mid-mountainous context : the Canalettes rockshelter (Grands Causses, France), in : Publication of the 2nd Conference of the UISPP Commission 27, *Middle Palaeolithic and Middle Stone Age Settlement Systems*, Tübingen, janvier 1999.
- OZENDA P.
1994 : *Végétation du continent européen*, Paris, Delachaux et Niestlé, 274 p.
- PATOU-MATHIS M.
1993 : Étude taphonomique et paléontologique de la faune de l'abri des Canalettes. in : Meignen L. (éd.), *L'abri des Canalettes. Un habitat moustérien sur les Grands Causses (Nant, Aveyron)*, Paris, CNRS Éditions, Monographie du CRA, 10, p. 199-238.
- THÉRY I.
1993 : *Les déformations anatomiques des charbons de bois : implications archéologiques (Les Canalettes, Les Usclades, Aveyron, France)*, DEA Environnement et archéologie, univ. Paris I, 77 p.
- THÉRY-PARISOT I.
1998 : *Économie du combustible et paléocologie en contexte glaciaire et périglaciaire. Paléolithique moyen et supérieur du Sud de la France (Expérimentation, anthracologie, taphonomie)*, Doctorat univ. Paris I, 499 p.
- THÉRY I., GRIL J., VERNET J.-L., MEIGNEN L., MAURY J.
1995 : First use of coal, *Nature*, 373, p. 480-481.
1996 : Coal used at two prehistoric sites in southern France : Les Canalettes (Mousterian) and Les Usclades (Mesolithic), *Journal of Archaeological Science*, 23, p. 509-512.
- VALLADAS H., CHADELLE J.-P., GENESTE J.-M., JORON J.-L., MEIGNEN L., TEXIER P.-J.
1987 : Datation par la thermoluminescence de gisements moustériens du Sud de la France, *L'Anthropologie*, 91, 1, p. 211-226.
- VERNET J.-L.
1993 : Analyse anthracologique de l'abri des Canalettes, in : Meignen L. (éd.), *L'abri des Canalettes. Un habitat moustérien sur les Grands Causses (Nant, Aveyron)*, Paris, CNRS Éditions, Monographie du CRA, 10, p. 63-67.