

5. ETUDE GEO-CHIMIQUE DES REMPLISSAGES DE FOYER.

5.1. Apport de l'expérimentation à une meilleure connaissance des phénomènes physico-chimiques liés à la pyrolyse.

Comme nous l'avons vu préalablement, l'observation du remplissage des structures de combustion atteste l'utilisation préférentielle du pin sylvestre (*Pinus Sylvestris*), secondairement du bouleau (*Betula*), et du chêne (*Quercus*).

Dans le but de mieux appréhender le mode de vie des paléolithiques de Saint-Germain-des-Vaux et, par extension, du Nord Cotentin durant le dernier interglaciaire s.l., nous avons eu recours à l'expérimentation (G. Fosse, G. Vilgrain et D. Cliquet) pendant le printemps 1986.

"Ces foyers ont été faits en tenant compte des combustibles attestés (pin et bouleau) ou pressentis : tourbe littorale, varech (fucus), fougère et ajonc. Les matières traitées par crémation étaient accessibles aux hommes du Paléolithique moyen.

Il s'agit, pour le domaine littoral: des poissons, des coquillages et des crustacés, possibles à acquérir par la pratique de la pêche à pied avec un matériel rudimentaire ; des mammifères marins, abordables lors de la période de reproduction - essentiellement pour les pinnipèdes - ou issus d'échouages (cétacés); des oiseaux marins, peut-être plus pour le produit des pontes que pour la viande.

L'intérieur des terres, dont les nombreuses vallées abritées qui débouchent sur le littoral devaient être un lieu d'asile pour les grands mammifères terrestres (cheval et boeuf), offrait un apport substantiel de nourriture.

La sélection de notre échantillonnage a été fonction de cet ensemble de critères, aussi avons-nous dissocié certains éléments pouvant appartenir à un même animal (tableau 10). Ces matières ont été brûlées systématiquement avec le pin et le bouleau. Il s'agit, pour le domaine marin : de coquillages, de poissons, de crustacés, d'oiseaux marins, d'os, de la viande et de la graisse de dauphin ; pour le domaine terrestre: des os, de la viande et de la peau de veau; des os et de la viande de cheval". (Cliquet et al., 1989).

| ELEMENTS BRULES | COMBUSTIBLES | |
|----------------------------|--------------|---------|
| | PIN | BOULEAU |
| <i>Eléments marins</i> | | |
| coquillages | 3448-1 | 3446-7 |
| poissons | 3448-2 | 3446-8 |
| crustacés | 3448-3 | 3446-9 |
| oiseaux marins | 3448-4 | 3446-10 |
| os dauphin | 3448-8 | 3447-5 |
| viande dauphin | 3448-9 | 3447-6 |
| graisse dauphin | 3448-10 | 3447-7 |
| varech | | 3446-5 |
| <i>Eléments terrestres</i> | | |
| os veau | 3448-5 | 3447-1 |
| viande veau | 3448-6 | 3447-2 |
| peau veau | 3448-7 | 3447-4 |
| os cheval | 3449-1 | 3447-8 |
| viande cheval | 3449-2 | 3447-9 |
| tourbe littorale | | 3446-6 |
| COMBUSTIBLES TESTES | | |
| AJONC | FOUGERE | VARECH |
| 3446-2 | 3446-3 | 3446-4 |

Tableau 10 : Eléments brûlés en fonction du combustible.

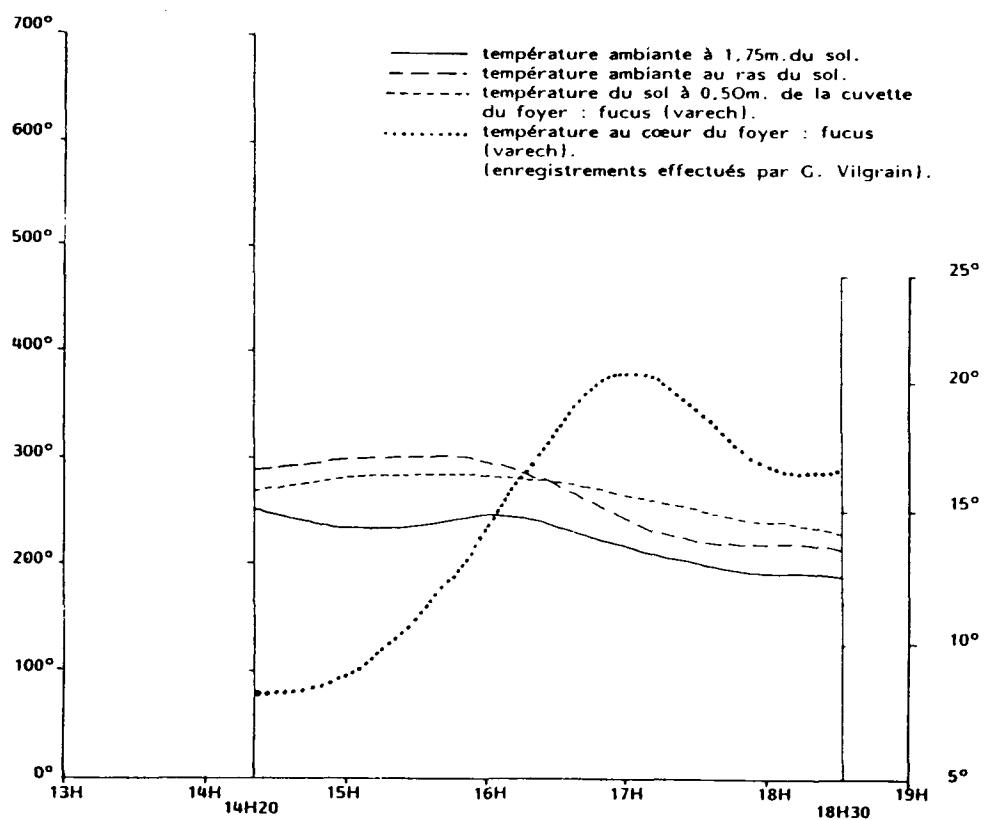
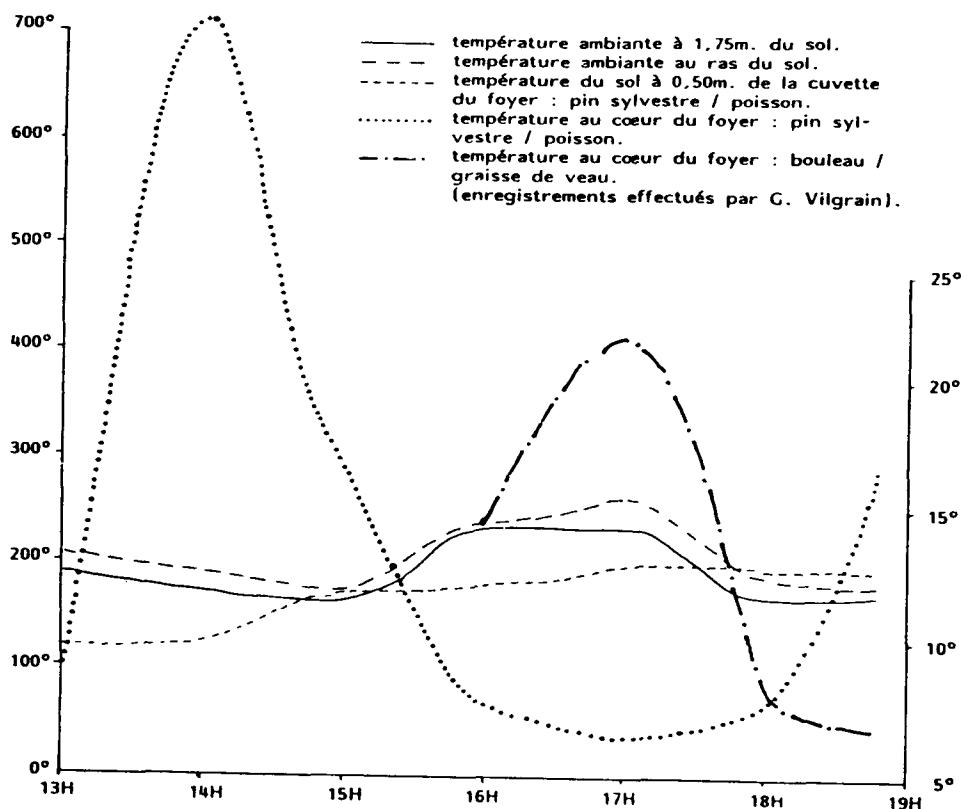


Fig. 193 : Foyers expérimentaux : températures atteintes avec le pin sylvestre et le fucus (varech).

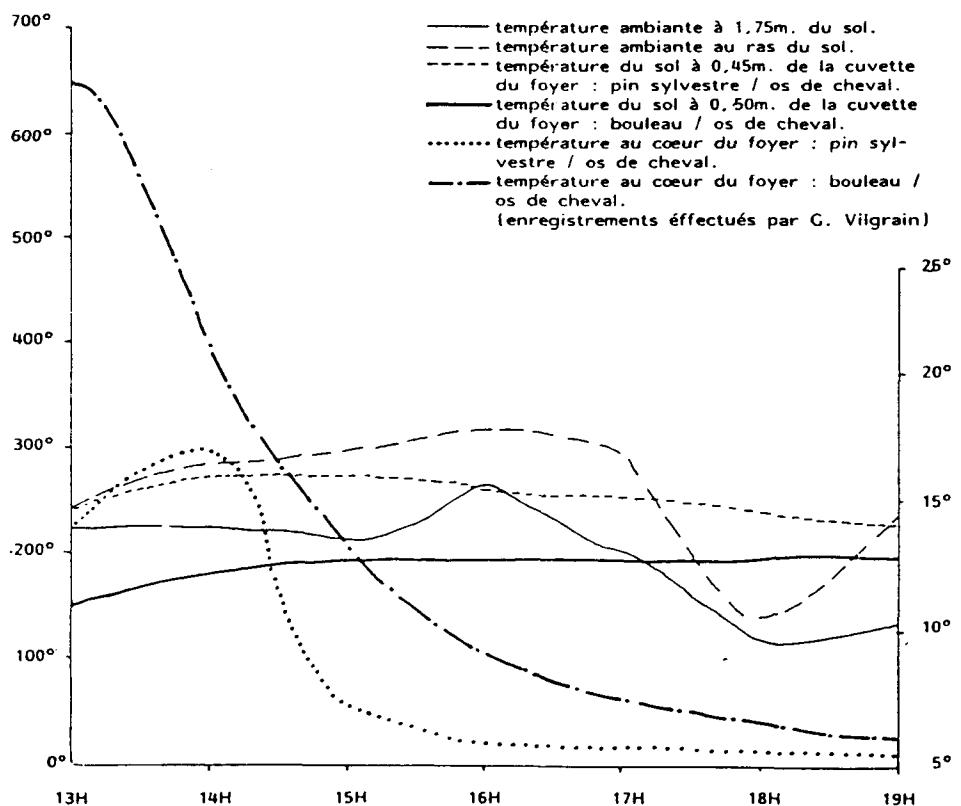
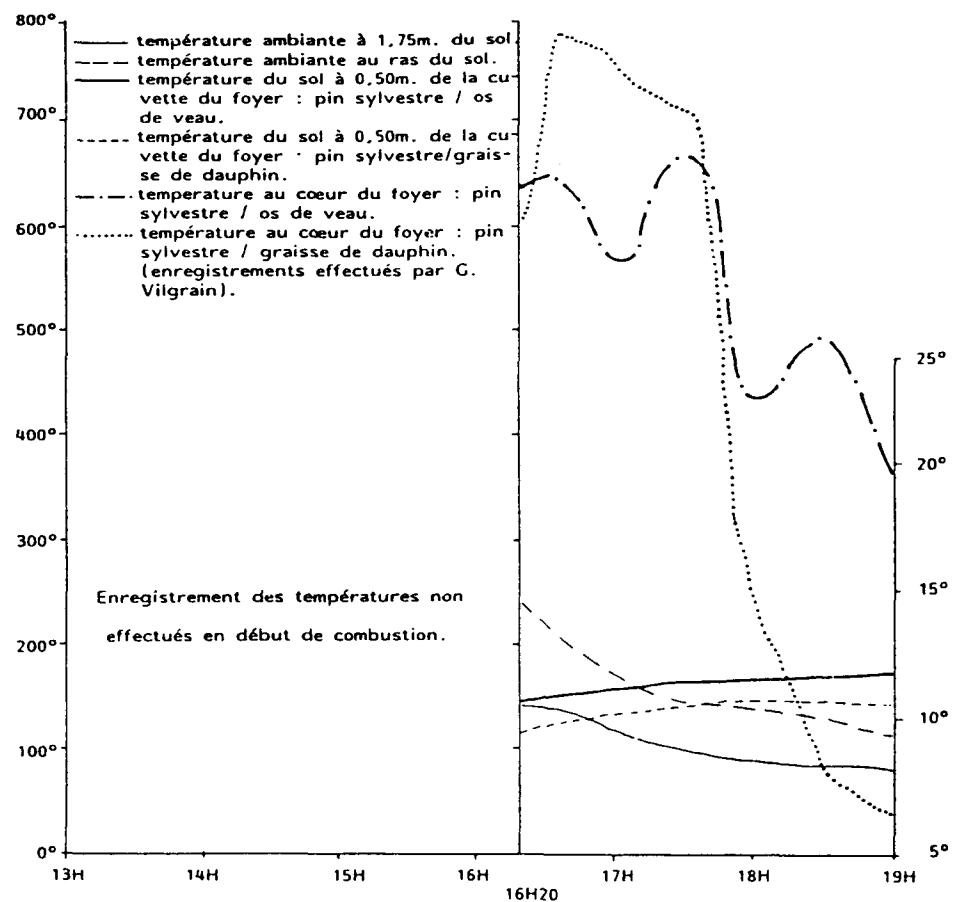


Fig. 194 : Foyers expérimentaux : températures atteintes avec le pin sylvestre et le bouleau.

Il s'agit dans tous les cas (29 foyers) d'une structure en cuvette. L'enregistrement des températures par thermocouple n'a été effectué que sur 7 foyers (enregistreur - potentiométrique SEFRAM. S.R.M., 6 voies et thermocouples K (NiCr-Ni) qui permettent des prises d'enregistrement jusqu'à 1300 °C).

Chaque structure a bénéficié de quatre enregistrements. Le premier mesure la température de l'air ambiant à 1750 mm du sol, à proximité immédiate de la structure ; le deuxième, la température de l'air ambiant au niveau du sol ; le troisième, la température du sol à 450 mm de la bordure de la cuvette et environ 80 mm de la surface du sol, et le quatrième à l'intérieur même du foyer (fig. 193 et 194).

Les résultats obtenus sont inégaux, en raison de combustions différentes selon les structures.

| Matière brûlée | Masse | Température | | | | | | | | Durée de combustion | Combustion complète |
|----------------------------------|-----------------|----------------------|-------|--------------------|-------|-------------------|-------|-------------|-------|---------------------|---------------------|
| | | air ambiant à 1,75 m | | air ambiant au sol | | à 450 mm du foyer | | intér foyer | | | |
| | | mini. | maxi. | mini. | maxi. | mini. | maxi. | mini. | maxi. | | |
| Pin sylvestre Os cheval | 23kg 6kg | 9°7 | 16° | 10°7 | 17°9 | 14°3 | 16° | 300° | 9H10 | X | |
| Bouleau Os cheval | 10kg 8kg | 9°7 | 16° | 10°7 | 17°9 | 11° | 12°7 | 650° | 8H | X | |
| Pin sylvestre Graisse dauphin | 12kg 1,5kg | 8°3 | 10°7 | 9°7 | 14°6 | 9°7 | 10°9 | 770° | 3H | X | |
| Pin sylvestre Os veau | 8kg 10kg | 11°6 | 14°5 | 9°7 | 14°6 | 11° | 11°9 | 655° | 3H | X | |
| Pin sylvestre Poisson | 12,5kg 6,5kg | 11°6 | 14°5 | 12° | 15°5 | 9°8 | 13°1 | 710° | >7H30 | X | |
| Bouleau Graisse veau | 5kg 2,5kg | 8°3 | 11°2 | 12° | 15°5 | 9°8 | 13° | 415° | 5H | X | |
| Varech | 6kg | 12°6 | 15°1 | 13°6 | 17°2 | 14°3 | 16°4 | 390° | 4H10 | | |

Les enregistrements effectués par G. Vilgrain révèlent une température relativement fluctuante de l'air ambiant tant à 1750 mm du sol qu'au niveau de celui-ci (fig. 193 et 194).

Les températures de combustion oscillent entre 300° C et 790° C. Les maximum sont, semble-t-il, dûs à l'abondance des graisses contenues par le matériel brûlé - graisse, os et poissons -.

Le pouvoir calorifique des bois utilisés ne semble pas avoir joué un rôle prépondérant bien que des tests effectués sur des échantillons anhydres attestent la supériorité calorifique du bouleau (4802 cal/kg) sur le pin sylvestre (4556 cal/kg).

Les analyses chimiques (Centre de Géomorphologie du C.N.R.S., Caen) ont été pratiquées sur des matières organiques "fraîches" puis prélevées aussitôt la combustion achevée.

Elles révèlent, sur ce matériel non lessivé, une bonne corrélation des alcalino-terreux entre les foyers fonctionnant avec du pin sylvestre et du bouleau, avec cependant une meilleure représentation de : magnésium (Mg), calcium (Ca) et sodium (Na). Le potassium (K) est sensiblement équivalent.

Les cendres de pin sylvestre sont beaucoup plus riches en phosphore (P2O5) que celles de bouleau.

L'observation la plus inattendue concerne le carbone (C). Celui-ci s'avère plus abondant dans les sols que dans les foyers. Ce phénomène a été confirmé par l'étude d'un "four à goémon" sub-contemporain (Cliquet et al., 1988).

Lorsqu'on fait un foyer, une partie du carbone contenu par le sol et les matières brûlées est éliminée. Il ne reste donc que le carbone non brûlé du sol et de ces matières brûlées.

Le chauffage, en laboratoire, d'un sédiment, corrobore cette observation. Une partie du carbone est éliminée.

Parallèlement, le rapport carbone sur azote (C/N) croît durant la combustion, en raison d'une part de l'élimination du carbone, d'autre part de la dégradation de l'azote (N) contenu dans les matières organiques qui s'effectue plus rapidement que celle du carbone.

Des analyses effectuées sur le matériel contenu dans les mêmes foyers après 18 mois d'abandon révèlent :

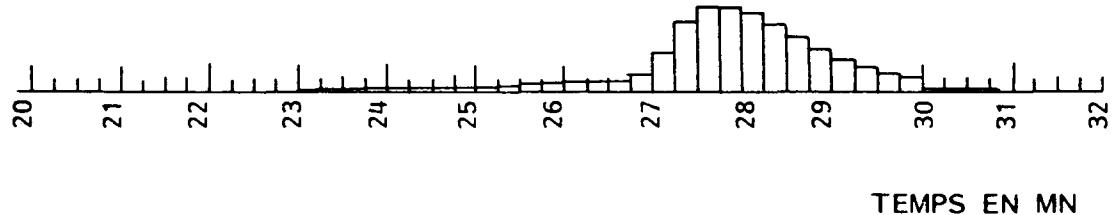
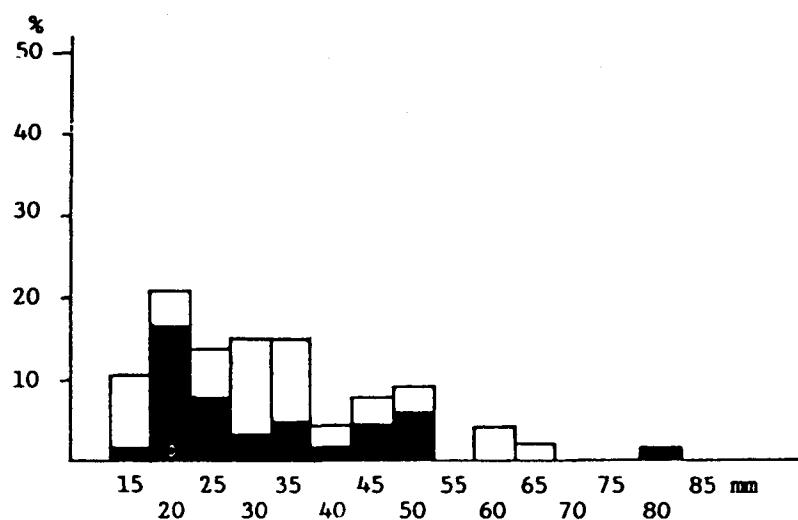
- pour les bases échangeables, systématiquement une régression du fer et de l'aluminium libre par lessivage.
- pour les éléments majeurs, une diminution du taux de sodium (Na) et de potassium (K) dans toutes les structures (lessivage).
- un enrichissement en calcium (Ca) dans certaines structures, qui ne semble pas lié à la matière brûlée, ni au combustible !
- un enrichissement : en carbone (C) dans la plupart des foyers est systématiquement en azote -. Ce phénomène est vraisemblablement à mettre en parallèle avec la resaturation du milieu en bases qui a conditionné la colonisation des foyers par la pédoflore : bactéries, algues et mycelium, et par la pédofaune : annélides, insectes et rongeurs.

La recherche de marqueurs spécifiques, notamment les stérols, sur matière fraîche (laboratoire de Rouen), n'a pas abouti. Il semblerait que la pyrolyse ait entraîné leur destruction!

5.2. Etude géo-chimique des remplissages de foyers préhistoriques.

Les variations chimiques enregistrées dans les "sols archéologiques" nous incitent à la prudence. Cependant, certains faits ont été observés :

- Les deux structures de combustion du secteur 1 - D5 et J5 - sont plus pauvres que le sol en magnésium , en calcium , en potassium , en sodium , en phosphore, en carbone et en azote.



TEMPS EN MN

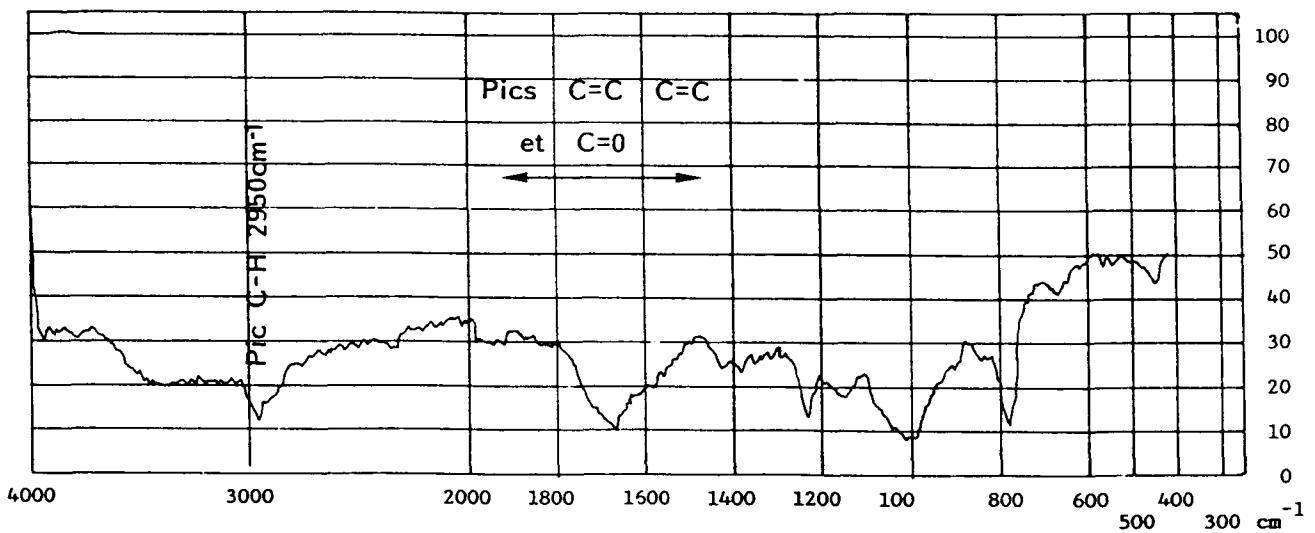
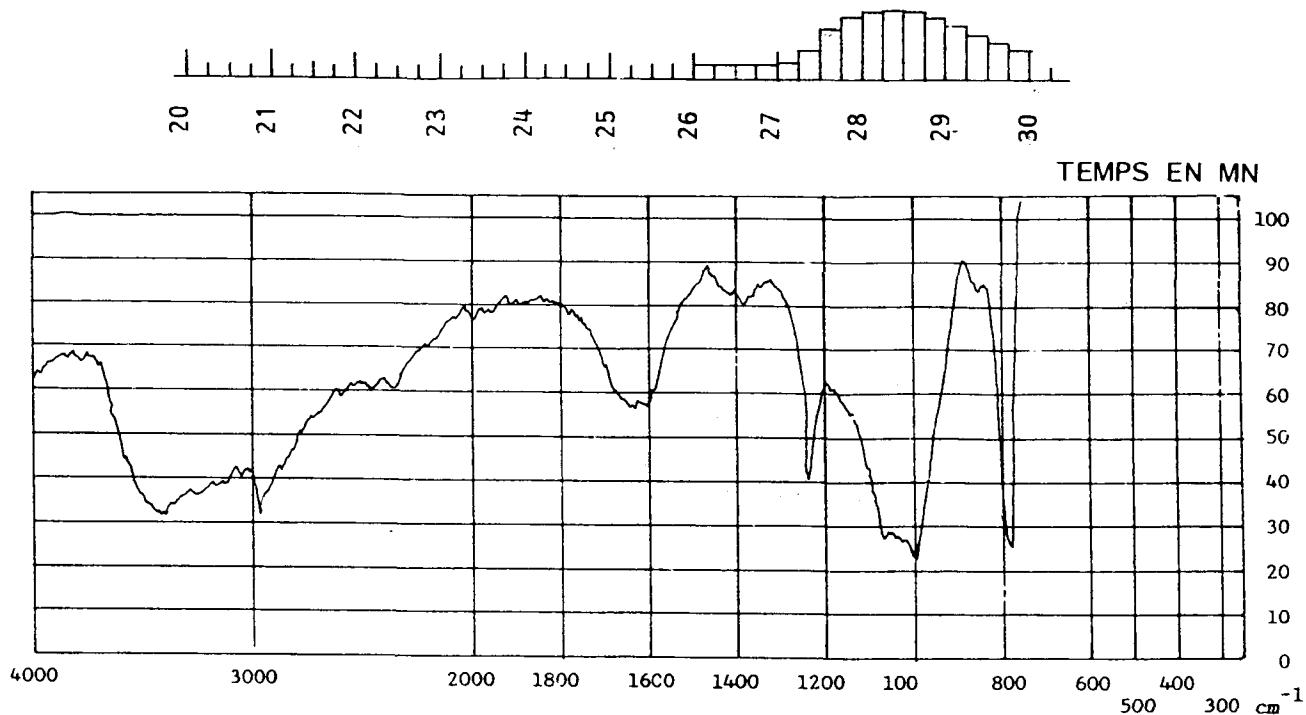


Fig. 195 : Répartition des tailles de galets rencontrés au secteur 4, affectés (noir) et non affectés (blanc) par le feu et spectre HPLC et infrarouge des matières organiques extractibles du sol témoin (3446-1) avant réalisation des foyers expérimentaux.

ECHANTILLON . 3447 - 7



ECHANTILLON : 3448 - 10

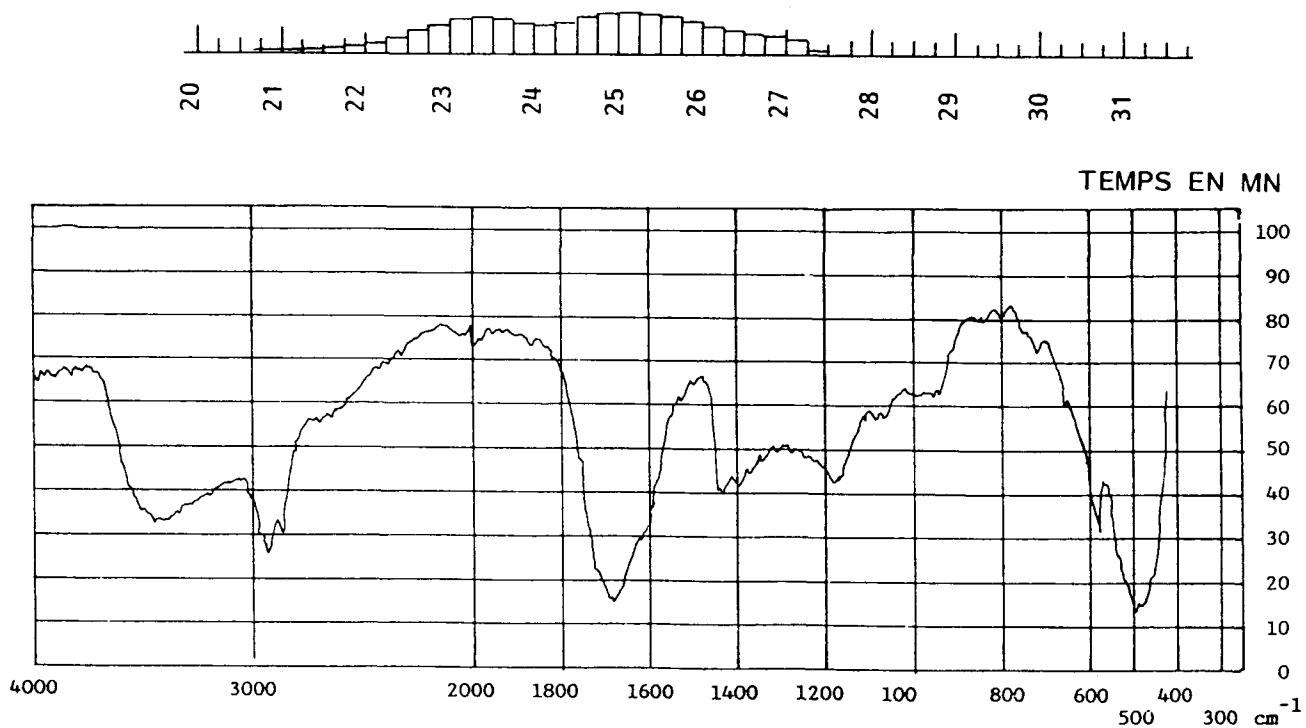


Fig. 196 : Influence du combustible sur la nature des matières extractibles des foyers expérimentaux.

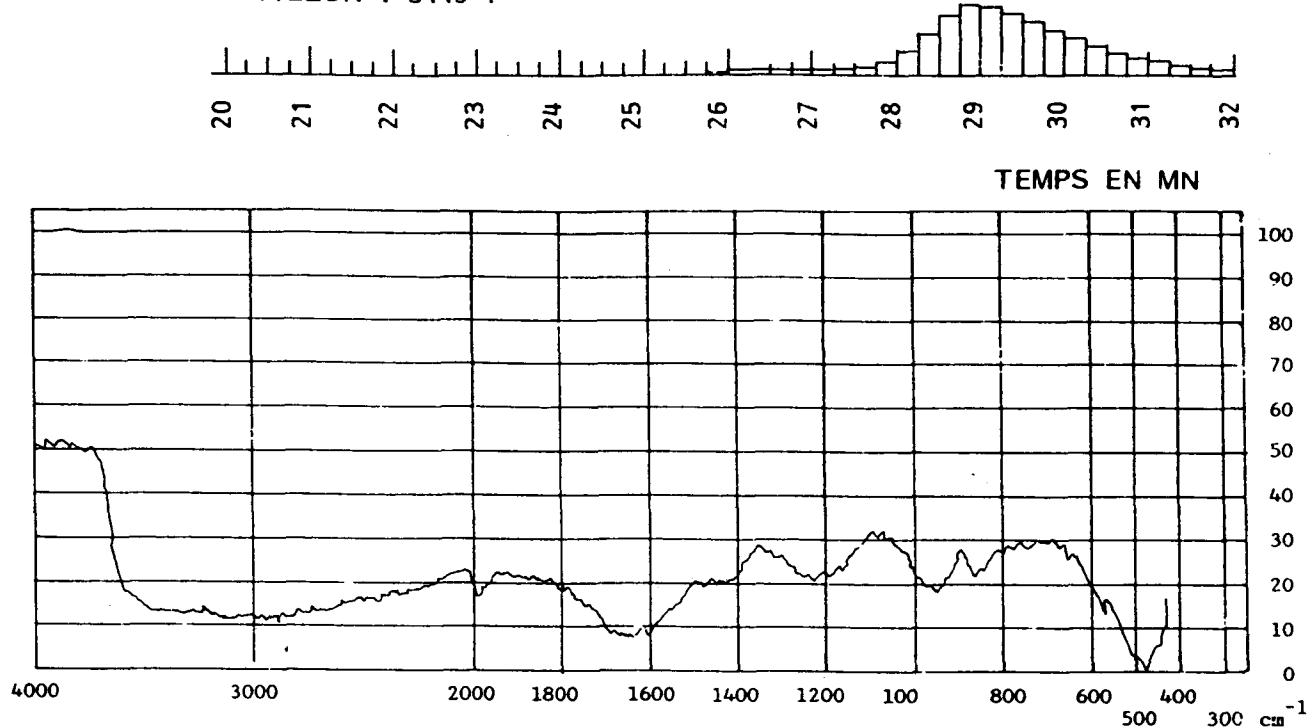
Histogramme de distribution des poids moléculaires en HPLC.

Diffractogrammes Infrarouge

Echantillon 3447-7 : bouleau + graisse dauphin

Echantillon 3448-10 : pin + graisse dauphin

ECHANTILLON : 3449-1



ECHANTILLON : 3449-2

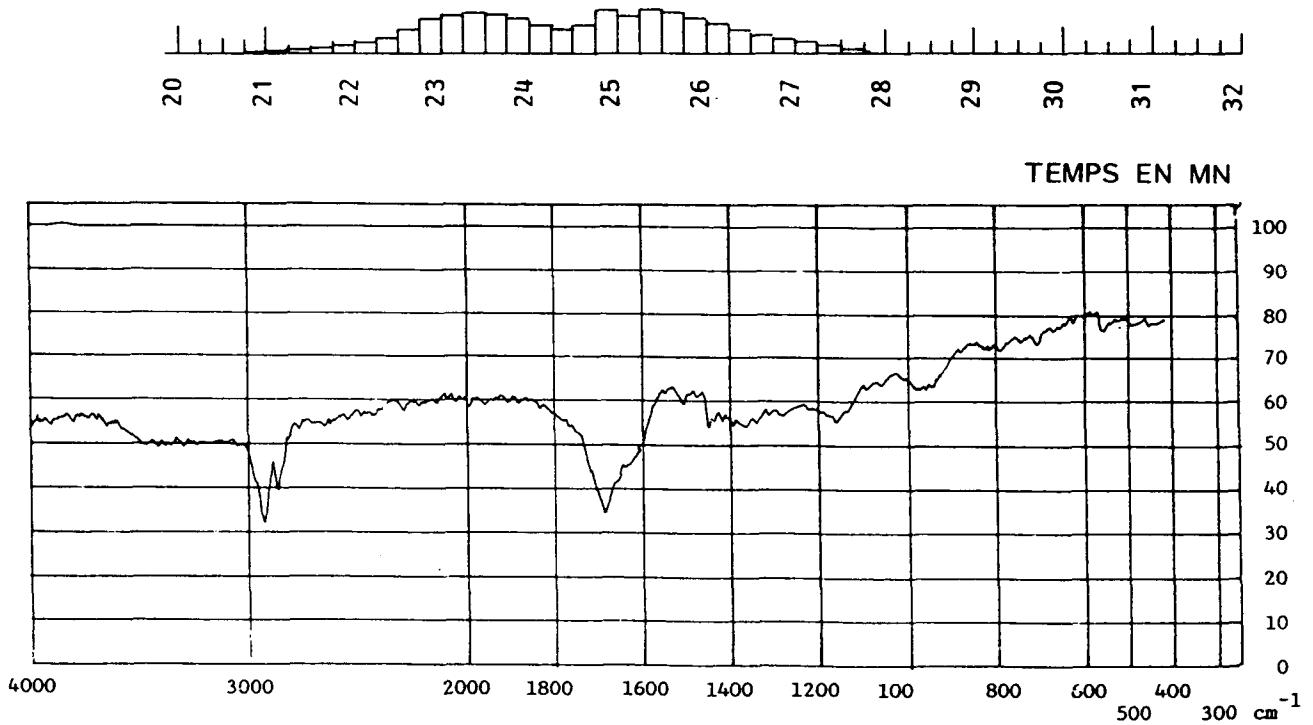


Fig. 197 : Influence des matières sur la nature des matières organiques extractibles des foyers expérimentaux.

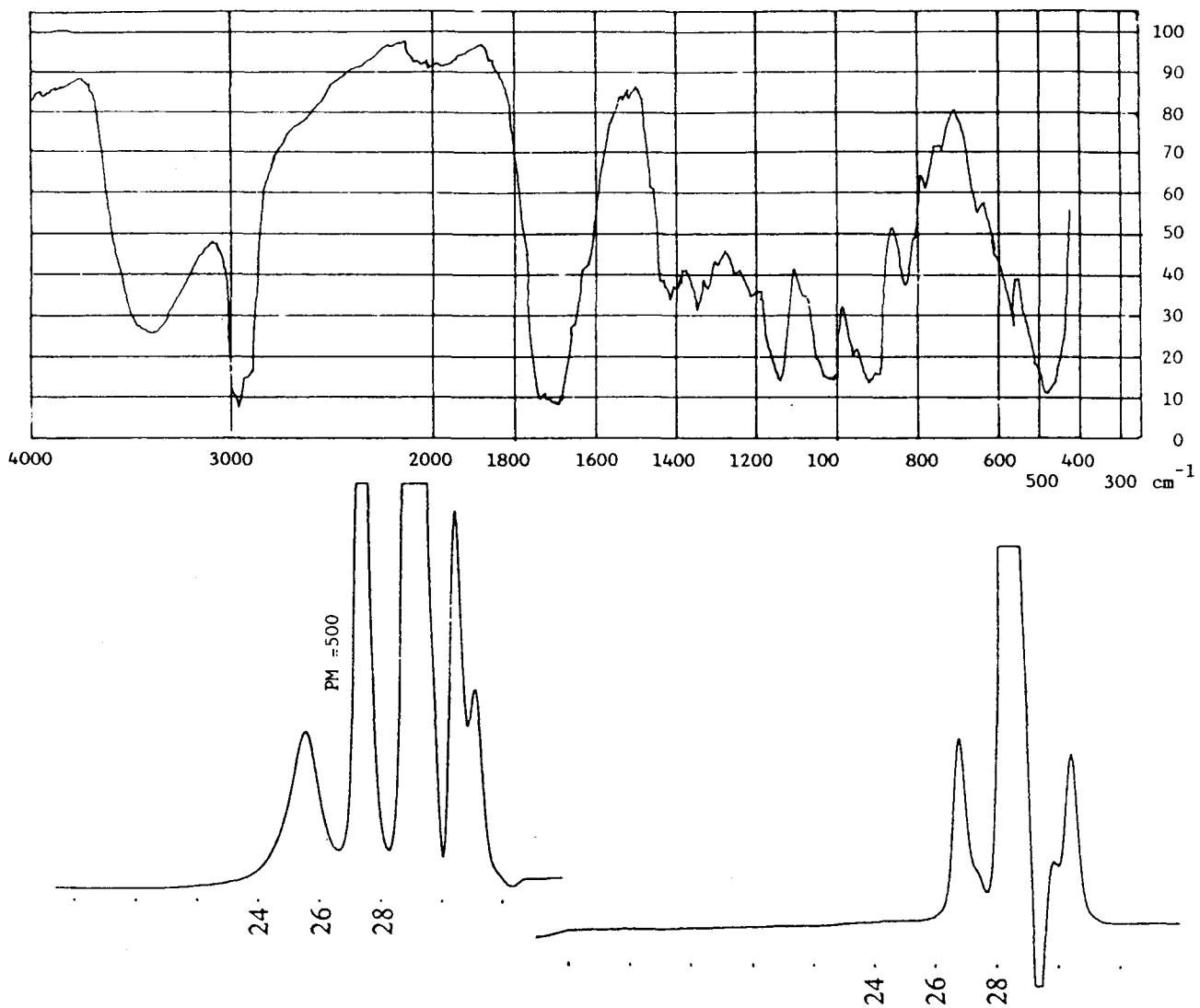
Histogramme de distribution des poids moléculaires en HPLC.

Diffractogrammes Infrarouge

Echantillon 3449-1 : pin + os de cheval

Echantillon 3449-2 : pin + viande de cheval

ECHANTILLON : 3158 - 9



ECHANTILLON : 3160 - 5

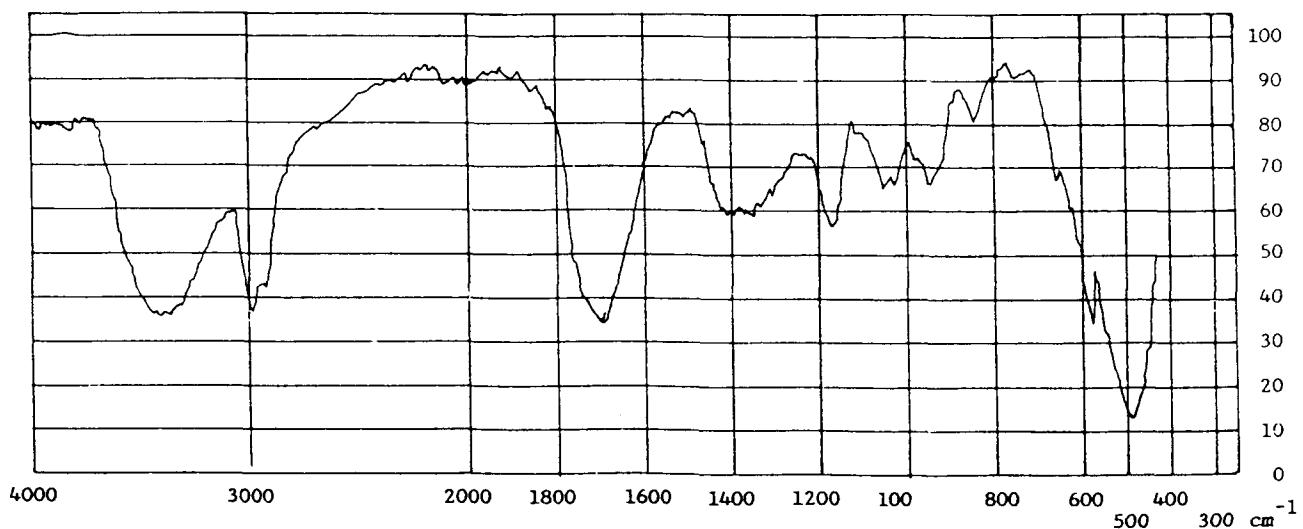


Fig. 198 : Comparaison des matières organiques extractibles (diagrammes HPLC et Infrarouge) d'un foyer domestique (Secteur 1 : 3158-9) et d'un autre type de foyer sans utilisation définie (Secteur 4 : 3160-5).

- Les foyers du secteur 4 Nord et du secteur 4 Sud - I2 et E4 présentent des proportions équivalentes à celles du sol en calcium , sodium , phosphore, carbone et azote. La structure E4 contient plus de potassium (?) et moins de magnésium . Quant au foyer I2, les teneurs en magnésium et potassium approchent celles du sol.

- Enfin, les foyers imbriqués du secteur 4 centre se singularisent avec des teneurs en éléments majeurs toujours supérieures à celles du sol archéologique et principalement le foyer G5 où le calcium est mieux représenté que dans les sols. Ce sont surtout le magnésium , le potassium , le sodium et le phosphore qui s'avèrent sur-représentés.

Quelle est la cause de cet enrichissement ? Une pollution des structures paraît peu probable en raison de la proximité des foyers des secteurs 4 Sud et 4 Nord !

Nous ne nous hasarderons pas à tenter une interprétation de ces résultats. Un seul fait en découle : la nature chimique des remplissages de foyers permet la distinction de trois séries de structures :

- au secteur 1 : foyers D5 et J5 ; - au secteur 4 : foyers E4 et J2 ; et toujours au secteur 4, les foyers F4a, F4b, et surtout G5.

Les analyses géo-chimiques seules ne permettent pas de préciser la destination de ces structures.

La recherche de marqueurs spécifiques, acides gras et stérols, n'est à ce jour pas plus éclairante.

5.3. Apport de l'analyse des acides organiques (Cliquet et al., 1989) (Fig. 195 à 198).

Foyers expérimentaux.

La pyrolyse entraîne une destruction des molécules organiques de poids moléculaire élevé. Cette influence s'exerce en particulier sur les chaînes linéaires de radicaux CH₂ , ce qui se traduit par la quasi absence du pic à 2950 cm⁻¹ dans les spectres infra-rouge des échantillons 3446-4, 3446-9, 3447-8, 3448-2, 3448-5, 3448-8, 3449-1, bien que ce pic existât initialement pour l'échantillon témoin 3446-1 du sol sous-jacent prélevé avant expérimentation (Fig. 195). Il faut donc penser que la pyrolyse épargne préférentiellement les petites molécules de structure condensée.

Ce concept subit toutefois l'influence de deux paramètres :

a) l'influence du combustible.

Les données anthracologiques des foyers préhistoriques étudiés ont orienté le choix sur l'utilisation du pin et du bouleau.

Les analyses réalisées sur les foyers expérimentaux révèlent que le pin en tant que combustible est à l'origine de cendres plus riches en carbone organique résiduel et à C/N plus élevé par rapport aux cendres obtenues par l'emploi de bois de bouleau.

La comparaison des cendres de viande de veau et de graisse de dauphin, brûlées avec le bouleau et le pin, montre que la combustion sur bois résineux entraîne un enrichissement en molécules de poids moléculaire plus élevé (Fig. 196). Cet accroissement des poids moléculaires se traduit également par l'augmentation importante du pic à 2950 cm⁻¹ des spectres infra-rouge.

b) l'influence des matériaux organiques traités.

La combustion de divers matériaux révèle l'influence de la nature initiale des composants organiques sur la différenciation des cendres. La combustion des os fournit des molécules organiques extractibles de faible poids moléculaire (spectres HPLC) dont les ramifications linéaires ont généralement été brisées (spectres infra-rouge). Il en va de même du varech, des crustacés et du poisson. En revanche, la combustion de viandes et de graisses procure des cendres plus riches en molécules organiques extractibles de poids moléculaires plus élevés et la présence d'un pic d'alcanes bien marqué (pic infra-rouge à 2950 cm^{-1} (Fig. 197).

Ces résultats concordent avec les données d'analyse qui témoignent d'un C/N et de taux de carbone organique plus élevés par combustion de viandes et de graisses.

Foyers préhistoriques.

* Comparaison des foyers préhistoriques et des foyers expérimentaux .

Par rapport aux données précédentes, les données d'analyse en HPLC des matières organiques extractibles des foyers préhistoriques se différencient par la présence de complexes de poids moléculaires supérieurs à 500 cm^{-1} et surtout par la présence d'un pic marqué à 2950 cm^{-1} (spectres infra-rouge) (Fig. 198).

Cette constatation peut s'interpréter selon deux hypothèses :

- La combustion de quantités importantes de viandes et de graisses animales dans les foyers préhistoriques caractérisés par des substances organiques de poids moléculaire élevé et un pic important des liaisons C-H en spectre infra-rouge.

L'évolution des matières organiques en fonction du temps et de l'activité microbienne de ces structures. Cette activité biologique est d'ailleurs accélérée par l'enrichissement des cendres en éléments alcalins dans un contexte pédologique acide ; ce fait est attesté par les études micromorphologiques.

Cette seconde hypothèse pourra être contrôlée par le suivi dans le temps de l'évolution des matières organiques des foyers expérimentaux (conservation *in situ* assurée).

* Comparaison des foyers préhistoriques observés.

Les analyses des matières organiques extractibles des foyers observés ont mis en évidence deux ensembles (Fig. 198) :

- Les foyers des secteurs 1, 4 Nord, et 5, présentent un cortège de poids moléculaires supérieurs à 500.
- Les foyers des secteurs 4 centre et 4 Sud sont dépourvus du pic de poids moléculaire supérieur à 500.

Ces résultats confirment les observations du terrain qui tendaient à dissocier le premier groupe comme correspondant à des foyers domestiques par opposition aux seconds où seule une activité liée au feu avait été pressentie (foyers simples).

Malgré tous les moyens mis en oeuvre pour essayer de préciser la destination des structures de combustion, nous ne pouvons à ce jour que constater les difficultés de

caractérisations physico-chimiques des matières traitées par pyrolyse. La fragmentation des chaînes carbonées incite à l'extrême prudence quant à l'individualisation des espèces.

6. ANALYSE DE L'ORGANISATION DES VESTIGES.

Nous allons tenter, pour les deux secteurs principaux - secteurs 1 et 4 - d'analyser l'organisation des sols d'occupation, afin de mieux appréhender l'espace habité.

Nous nous attacherons à nous en tenir aux faits en essayant de rester rigoureux afin que notre propos ne soit amplifié, voire déformé ! Un sol d'occupation "représente une histoire longue qui n'est que partiellement analysable, où les témoins matériels ont subi toutes sortes d'aléas conjecturels sans rapport avec leur fonction primitive" (Pigeot, 1987). Aussi convient-il de rester très prudent, trop d'éléments faisant défaut.

En effet, les limites de l'interprétation concernent tant la dimension spatiale que temporelle. Aucun élément ne nous permet d'appréhender la durée ou la périodicité d'occupation, du secteur 1 notamment ! Dans aucun des secteurs fouillés, nous n'avons l'habitat dans son intégralité en raison de l'érosion littorale qui a détruit en partie l'espace occupé.

Le quotidien apparaît partiellement gommé avec la non conservation des vestiges osseux. Les recherches des marqueurs spécifiques -liés aux êtres vivants- n'ont jusqu'alors pu palier ce handicap. La prédatation était-elle multivariée, fondée sur plusieurs écosystèmes ? S'exerçait-elle au dépend du littoral ?

Le monde paléolithique moyen apparaît comme un univers distinct de celui que connaîtra le Paléolithique supérieur. Aussi serait-il absurde de vouloir transposer les schémas relatifs à l'organisation de l'espace mis en évidence pour la fin du Paléolithique supérieur de plein air, ou de vouloir tenter un quelconque comparatisme ethnographique avec certains de nos contemporains !

6.1. Le Secteur 1.

Lorsque l'homme s'implante à Saint-Germain-des-Vaux / Port-Racine à la fin du dernier Interglaciaire s.s., la régression marine s'accentue, les cordons sont colonisés par les rankers. La végétation évoque une lande à graminées où croissent quelques espèces thermophiles.

Les vallées qui débouchent sur l'actuelle Anse Saint-Martin favorisaient vraisemblablement le développement d'une végétation arboréenne. L'implantation se fait en pied de falaise - secteurs 1 et 5 - en exposition est, à l'abri des vents dominants. La falaise fournit une limite naturelle à l'espace habité, et la paroi, un support à d'éventuelles superstructures (?).

La destruction partielle du site, tant au secteur 1 qu'au secteur 5 n'autorise aucune vision globale des sols d'occupation. Les observations et le raisonnement qui en découlent n'ont valeur que de témoignage. Aucune estimation de l'espace investi n'est possible. Remarquons cependant que, dans les habitats de pied de falaise d'Armorique, l'occupation anthropique s'étale largement en avant du pied de falaise plus de 8 m à Karreg-ar-Yellan et environ 25 m à Grainfollet (Monnier, 1988).

L'énorme rocher - M 6 - tombé avant l'arrivée de l'homme définit un redan protégeant l'espace habité des vents du nord. La permanence de l'habitat au secteur 1 suggère des conditions de vie favorables. La capacité de réfraction de la chaleur sur le granite clair n'a pas pu échapper aux Moustériens. L'implantation anthropique de moindre durée du secteur 5, en pied de falaise doléritique semble corroborer cette observation. L'occupation initiale du site, la plus étendue suivie sur environ 22 m de large - comporte des témoins lithiques de part et d'autre du