

CHABAL L., 1990 — L'étude paléo-écologique de sites protohistoriques à partir des charbons de bois : la question de l'unité de mesure. Dénombrement de fragments ou pesées ? in [Wood and Archaeology. Bois et archéologie. First European Conference, Louvain-la-Neuve, October 2nd-3rd 1987], PACT, 22, T. Hackens, A.V. Munaut and Cl. Till (Ed), Belgique, pp. 189-205.

Pact 22 - III.5 : Lucie Chabal

## L'étude paléoécologique de sites protohistoriques à partir des charbons de bois : la question de l'unité de mesure.

### Dénombrements de fragments ou pesées ?

#### *Résumé*

Les charbons de bois archéologiques, support d'une interprétation paléo-écologique quantitative, suivent une loi de fragmentation qui n'est caractéristique ni du taxon, ni des niveaux stratigraphiques étudiés. La variabilité aléatoire de la fragmentation est étudiée et une correction systématique des fréquences des taxons est proposée. De cette façon, dénombrement ou pesée sont deux méthodes valables.

#### *Abstract*

Archaeological charcoal, which is used for quantitative palaeoecological interpretation is affected by a process of fragmentation that is not related to the individual taxon or studied stratigraphic levels. This random variability is investigated and a systematic method of determining taxon frequency is proposed. As a result counting and weighing are two valuable methods.

La technique d'observation des charbons de bois en lumière réfléchie (grossissements 80 à 500 X), sur cassures fraîches réalisées à la main, a été développée dans les années 70 par Vernet (Vernet, 1973). Par cette méthode, incomparablement plus rapide que la préparation de lames minces (Santa et Vernet, 1968 ; Vernet, 1968, 1971), l'identification botanique d'importantes quantités de charbons de bois préhistoriques devient possible et on peut alors réellement parler d'une *mesure* de la distribution de fréquence d'occurrence des taxons dans chaque niveau stratigraphique. À partir de ces mesures, qui ne sont pas directement transposables à la végétation passée, et de références à

l'actuel, l'anthracologue *interprète*, dans une vision cinétique des phénomènes, l'évolution floristique et physionomique de la végétation, en rapport avec les fluctuations climatiques, l'action de l'homme, les phénomènes de dynamique de végétation, etc. De nombreuses études anthracologiques (Vernet, 1973, 1974, 1980, 1981, 1985 ; Vernet et Thiébault, 1987 ; Vernet *et al.*, 1987 ; Bazile-Robert, 1981, 1983 ; Durand et Vernet, sous presse ; Heinz et Vernet, sous presse ; Krauss-Marguet, 1981 ; Thiébault, 1983 ; et nombreux travaux) ont démontré la cohérence dans l'espace et dans le temps de telles interprétations. On peut montrer notamment la *reproductibilité* des observations : deux niveaux d'un même site, synchrones et sans contact physique, livrent les mêmes taxons dans des proportions très proches (Chabal, inédit). Il s'ensuit qu'un même environnement végétal donne une même image anthracologique, ce qui est la principale condition pour que l'interprétation paléoécologique soit possible. Notamment, le comportement de l'homme face au ramassage du bois de feu doit être vu comme un facteur statistiquement constant, quelle que soit l'explication que l'on puisse proposer à ce sujet. Enfin, la convergence des conclusions de l'anthracologie avec celles des disciplines voisines, spécialement la palynologie, achève de démontrer la pertinence d'une telle approche paléoécologique. Les résultats valident pleinement la méthode, qu'il n'est pas question ici ni de justifier, ni de remettre en cause.

#### *Une unité de mesure controversée*

Les premières études anthracologiques quantitatives ont raisonné sur des fréquences obtenues, après identification botanique, par dénombrement des fragments de chaque taxon dans chaque niveau stratigraphique (quelle que soit leur taille) et, depuis, la plupart des chercheurs ont adopté cette pratique. Thinon, considérant les différences de grosseur des fragments, propose, au moins dans le cas de la pédoanthracologie (Thinon, 1979), de peser les charbons de bois de chaque taxon dans chaque niveau (quel que soit leur nombre) : les fréquences pondérales ainsi obtenues lui paraissent mieux prendre en compte la biomasse végétale. En 1981, Krauss-Marguet s'attache à comparer les deux procédés. Pour le gisement préhistorique de la Poujade (Aveyron), l'auteur effectue pour chaque taxon dans chaque niveau les deux mesures possibles : les fréquences en nombre de fragments ou en masse totale sont en général proches, mais parfois très différentes. L'auteur péconise de « *ne prendre en considération que les modifications durables du couvert végétal* », auquel cas les deux unités de mesure conduisent aux mêmes interprétations paléoécologiques.

#### *Dénombrements, pesées et biomasse végétale*

L'idée intuitive qui motive la pesée des charbons de bois est qu'un fragment de masse 2M risque de provenir d'une biomasse végétale brûlée

plus importante qu'un fragment de masse  $M$ . Les pesées, au contraire des dénombrements, prennent en compte cette différence.

À l'inverse, il est clair qu'un fragment de masse  $M$  ne peut en aucun cas provenir de plus d'une bûche de départ, alors que deux fragments, chacun de masse  $M/2$ , peuvent provenir de deux bûches de départ, sans que l'on ait la moindre information sur la taille respective de ces bûches. Deux fragments risquent donc de témoigner d'une biomasse végétale brûlée plus importante qu'un seul fragment. Les dénombrements, seuls, prennent en compte cette différence.

Ainsi, que les charbons de bois soient comptés ou pesés, leur représentativité en biomasse végétale n'est *a priori* pas meilleure, car aucune des deux unités n'intègre l'état de fragmentation.

#### *Pourquoi relancer la question de l'unité de mesure ?*

Dans le Midi de la France, le développement récent des recherches concernant la période protohistorique et gallo-romaine soulève à nouveau la question de l'unité de mesure en anthracologie. En effet, tout comme les problèmes d'échantillonnage dont nous ne parlerons pas ici, le choix d'une unité de mesure, parmi les deux unités possibles proposées, concerne *a priori* la précision des mesures sur lesquelles s'appuie l'interprétation paléocologique. Or, pour la période protohistorique et gallo-romaine, la recherche d'une précision élevée des données est essentielle. En effet :

- *la faible incidence de l'évolution du climat sur la végétation depuis l'Âge du Fer* [la période climatique subatlantique connaît des transformations de la flore et de la végétation beaucoup moins spectaculaires qu'à l'échelle de la Préhistoire],
- *l'action prédominante de l'homme sur le paysage* [les populations locales sont amenées à produire des surplus négociables, du fait des relations de plus en plus prégnantes avec le monde grec puis romain ; elles se sédentarisent définitivement, adoptent la construction en dur et l'urbanisme préconçu (Dedet et Py, 1976), aménagent l'espace par des techniques sans cesse améliorées],
- *la finesse de l'échelle des datations archéologiques* [pour cette période, les datations obtenues par étude typologique du mobilier archéologique atteignent couramment une précision de 25 à 50 ans],

sont trois arguments montrant que, pour ces périodes, il est possible (datations) et nécessaire d'appréhender des transformations de la végétation plus physiologiques que floristiques (sous le contrôle des activités humaines) et rapides (à l'échelle des générations humaines) : c'est-à-dire des variations *discrètes*, pour lesquelles la variabilité aléatoire des données doit être minimisée.

*Sur quelles bases appuyer le raisonnement ?*

Dans tous les raisonnements méthodologiques, l'anthracologie pose une difficulté particulière. En effet, dans le schéma VÉGÉTATION PASSÉE → CHARBONS DE BOIS → INTERPRÉTATION l'objet de la mesure (les charbons de bois) n'est pas l'objet direct de l'étude (la végétation passée). Les rapports entre ces deux réalités échappent à notre analyse, en ce qu'ils intègrent un ensemble de facteurs sur lesquels aucun contrôle n'est possible (comportement de l'homme protohistorique, combustion *in situ* des bois<sup>1</sup>, processus de fragmentation, facteurs physico-chimiques, etc.) : il est seulement possible d'en étudier les effets (et notamment de constater que l'interprétation paléoécologique a un sens). Au contraire de l'anthracologie, la palynologie dispose, sous nos climats, d'une référence à l'actuel qui donne un aperçu au moins partiel des rapports entre la végétation passée et les données mesurées (distributions de fréquence des taxons dans les pollens fossiles) : il s'agit des rapports entre la végétation actuelle et les pluies polliniques actuelles.

En anthracologie, on se trouve ainsi dans la situation paradoxale où, pour comparer deux méthodes de mesure utilisables en amont de l'interprétation (qui *a priori* seule nous intéresse) on ne peut s'appuyer ni sur les résultats de l'interprétation (pour deux résultats très proches, on n'aurait aucun critère pour juger que l'un est meilleur que l'autre), ni sur une analyse des rapports entre objet mesuré et objet étudié.

La seule possibilité, pour comparer pesées et dénombrements, est une analyse statistique de la précision des mesures elles-mêmes, obtenues avec chacune des deux unités de mesure sur le même matériel.

*Le cas de la Poujade*

Nous avons repris les mesures précitées, effectuées par Krauss-Marguet (1981) pour le site préhistorique de la Poujade (Aveyron). Les mesures de fréquences en nombre de fragments ou en masse totale, pour chaque taxon dans chaque niveau stratigraphique, sont représentées ici par un nuage de points (Fig. 1). Il apparaît une corrélation linéaire positive entre pesées et dénombrements (coefficient de corrélation  $r = 0,80$ ). La liaison est hautement significative avec un risque inférieur à un pour mille. Sur la figure 1, il est clair qu'aucune des deux variables n'est distribuée selon la loi normale : un test non paramétrique permet de confirmer la liaison, avec un risque inférieur à un pour mille :

1. Les expérimentations sur la combustion de bois actuels, outre qu'elles sont forcément partielles par rapport à la réalité des phénomènes de combustion (interactions entre espèces, etc.), ne sauraient, seules, rendre compte de la somme des phénomènes aléatoires qui conduisent à des lois statistiques et rendent possible, au bout du compte, l'interprétation paléoécologique à partir des charbons de bois.

coefficient de corrélation des rangs de Spearman, pour 241 ddl :

$$\begin{aligned} [r &= 0,81 \\ (t &= 21, 329). \end{aligned}$$

Une représentation en coordonnées logarithmiques permet de mieux visualiser la dispersion du nuage (Fig. 2). Toutefois, c'est la corrélation linéaire qui nous intéresse ici.

En effet, pour ce site préhistorique, dénombrements et pesées se déduisent les uns des autres, *si l'on considère les données dans leur ensemble*, par un simple changement d'échelle. Ceci explique que les deux façons de mesurer soient équivalentes dans le cas d'une interprétation paléoécologique assez globale du diagramme anthracologique : en effet des données en pourcentage ne changent pas lorsque change l'échelle.

En revanche, une analyse plus fine montre une dispersion de certains points du nuage (Fig. 1), qui traduit une variabilité de l'état de fragmentation des charbons de bois. Le pourcentage exprimant la fréquence relative d'un taxon dans un niveau peut, suivant que l'on considère pesées ou dénombrements, différer de plus de 27 %. Pour l'ensemble du nuage, les données en masse ne sont « expliquées » qu'à 64 % par les données en nombre ( $r^2 = 0,64$ ). Le fait que la droite de régression ne passe pas exactement par l'origine traduit aussi cette variabilité.

Cette variabilité de la fragmentation, pour l'ensemble des taxons du site, ne traduit-elle pas une fragmentation différentielle des taxons ? L'observation du nuage de points, obtenu pour un taxon seul (Figs. 3 et 4), suffit à convaincre que la corrélation entre pesées et dénombrements n'est pas meilleure pour un taxon isolé que pour l'ensemble des taxons (notamment  $r = 0,59$  pour le Pin sylvestre,  $r = 0,71$  pour le Chêne à feuillage caduc), ce qui empêche de déceler si la fragmentation est une caractéristique du taxon, ou bien si les petites différences de pente des droites de régression, observées entre les taxons, sont aléatoires.

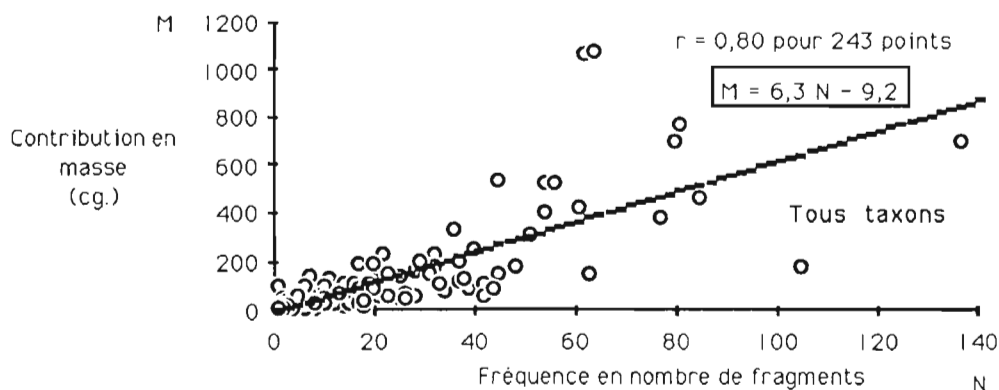


Fig. 1. Corrélation entre pesées et dénombrements pour 243 couples d'observations. Un point représente un taxon dans un niveau (Charbons de bois du site préhistorique de La Poujade).

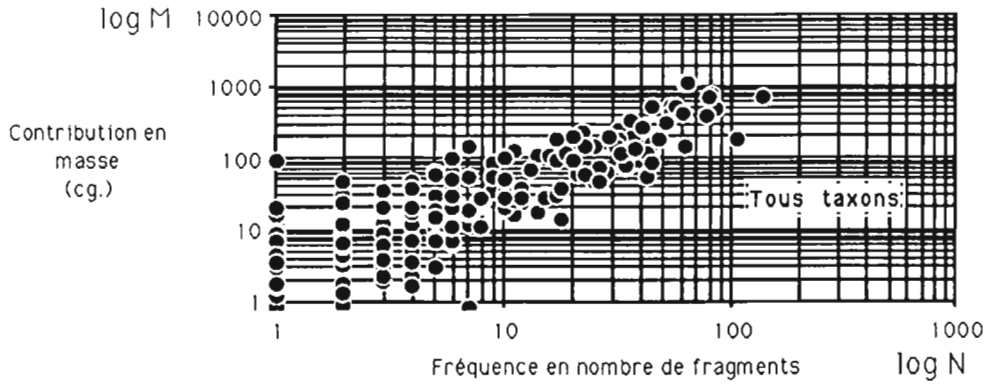


Fig. 2. Corrélation entre pesées et dénombrements pour 243 couples d'observations représentées en coordonnées logarithmiques (La Poujade).

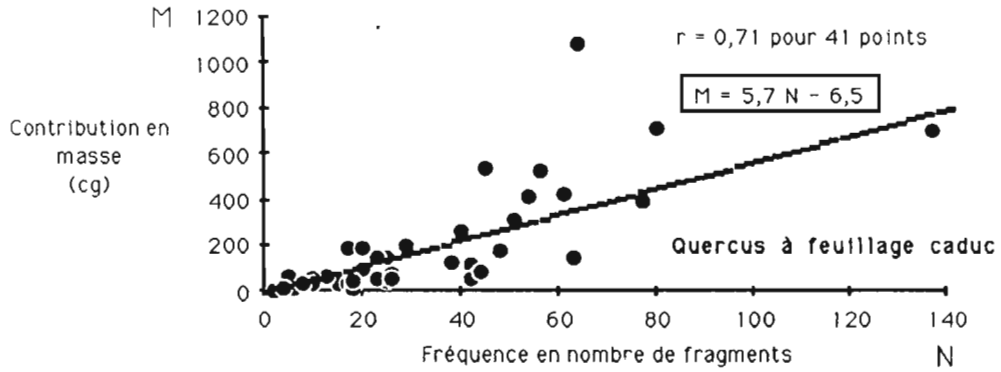


Fig. 3. Corrélation entre pesées et dénombrements pour le Chêne à feuillage caduc seul : chaque point représente un un niveau stratigraphique (La Poujade).

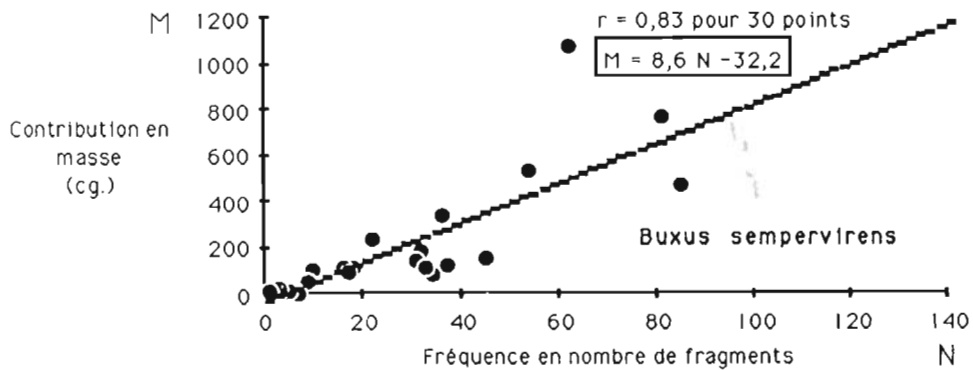


Fig. 4. Corrélation entre pesées et dénombrements pour le Buis seul : chaque point représente un niveau stratigraphique (La Poujade).

Si l'on souhaite une interprétation écologique plus précise, il convient de s'intéresser de plus près à la variabilité de la fragmentation. En effet, chercher à affiner les mesures revient à se demander si, entre dénombrement et pesée, l'un n'est pas malgré tout une meilleure échelle que l'autre : c'est-à-dire, *lequel des deux varie le moins lorsque varie la fragmentation*. Il est clair que la réponse est fonction des aléas de fragmentation.

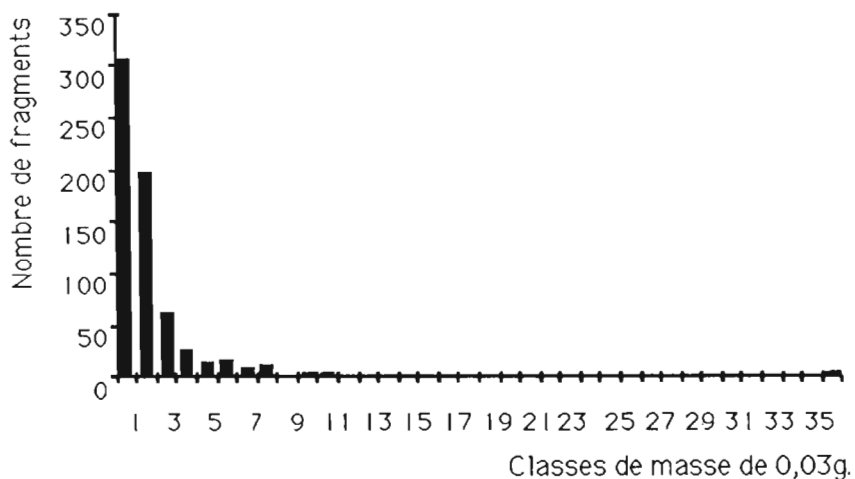


Fig. 5. Histogramme de fragmentation tous taxons confondus pour le niveau A (Le Marduel - 30).

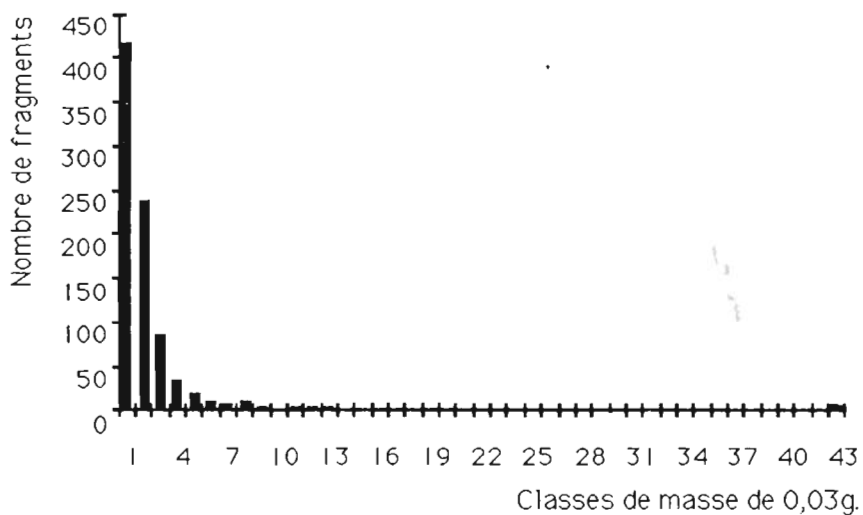


Fig. 6. Histogramme de fragmentation tous taxons confondus pour le niveau B (Le Marduel - 30).

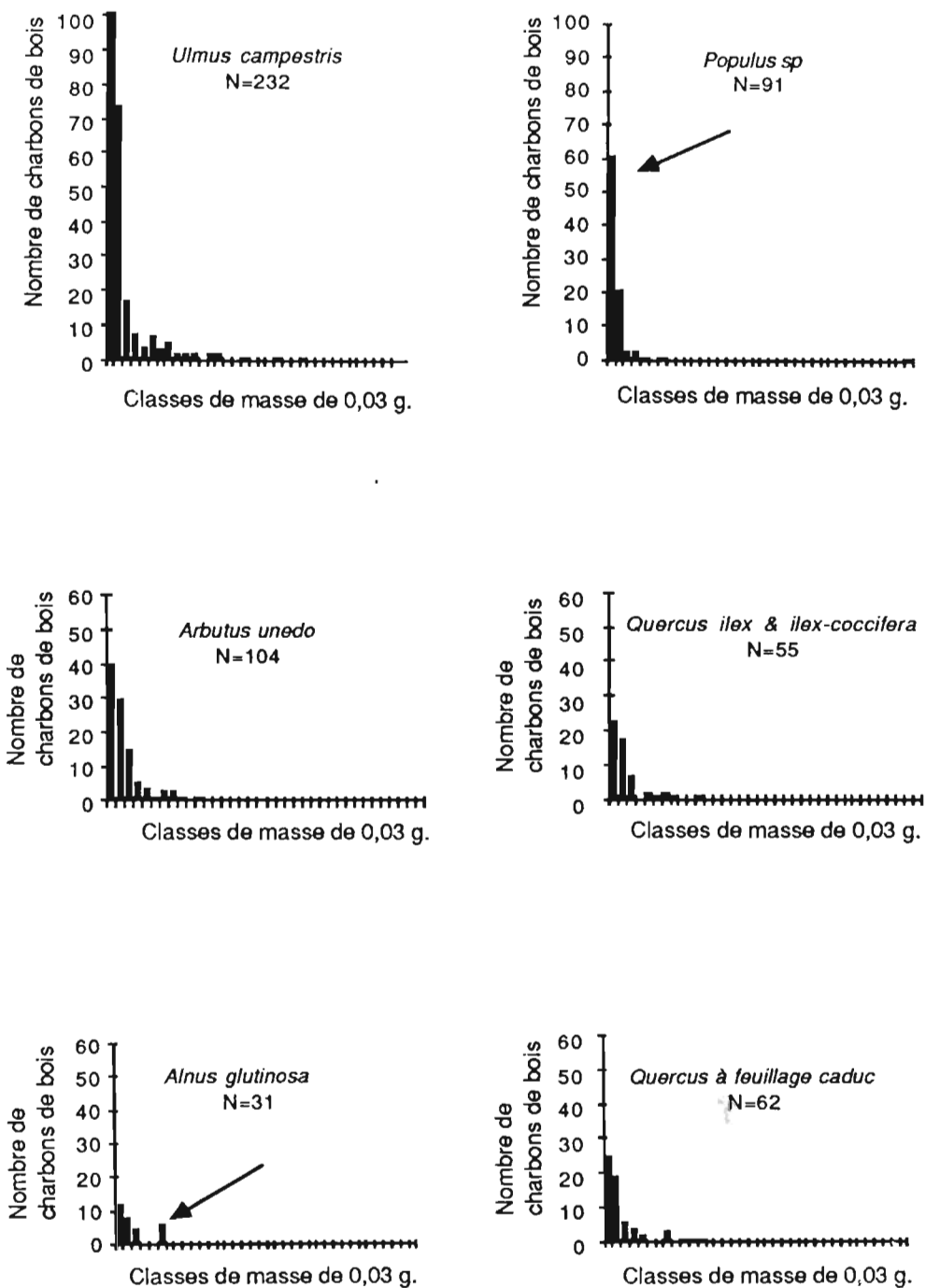


Fig. 7. Histogrammes de fragmentation pour les principaux taxons du niveau A (Le Marduel - 30).



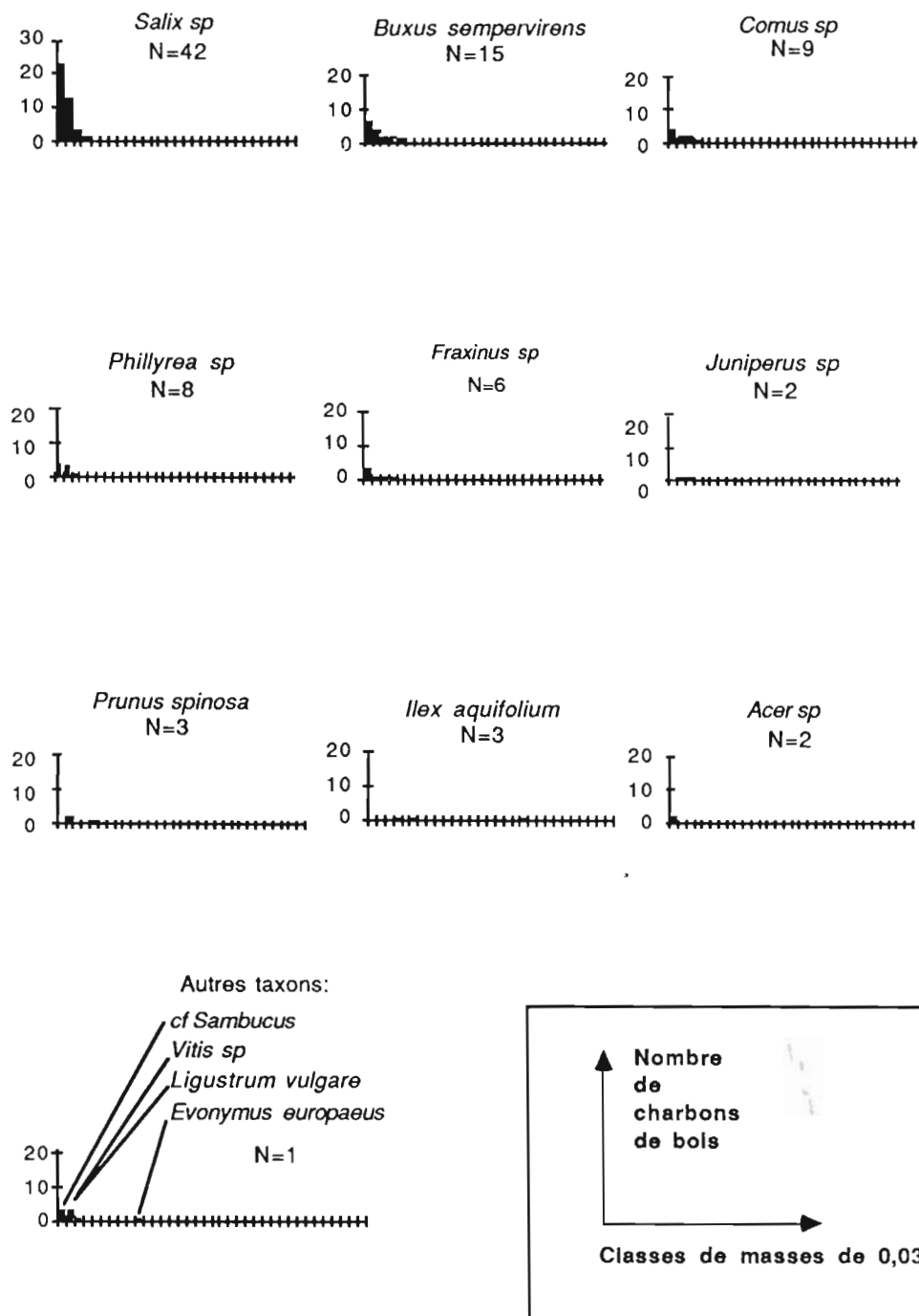


Fig. 8. Histogrammes de fragmentation pour 13 taxons du niveau A (Le Marduel - 30).

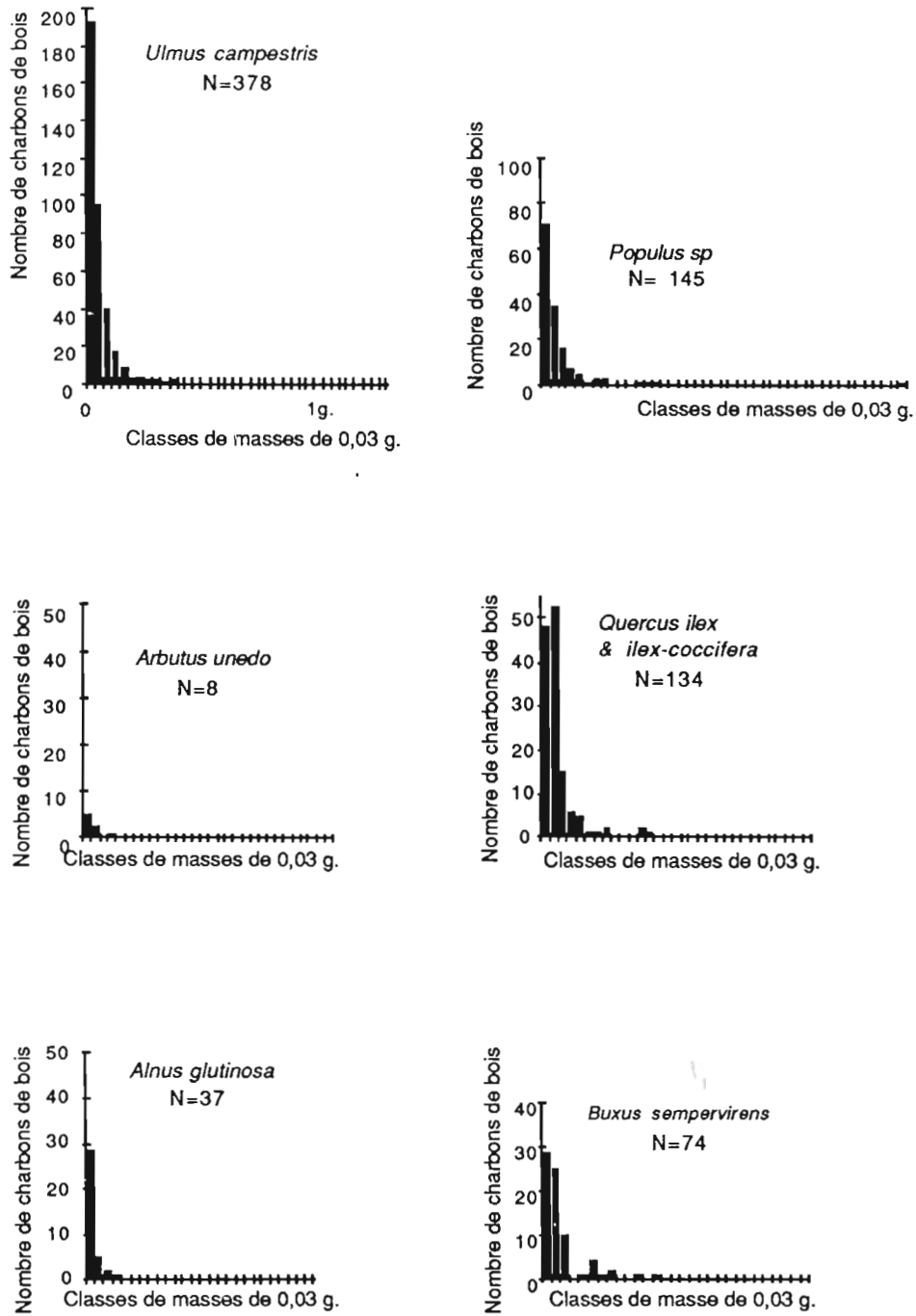


Fig. 9. Histogrammes de fragmentation pour les principaux taxons du niveau B (Le Marduel - 30).

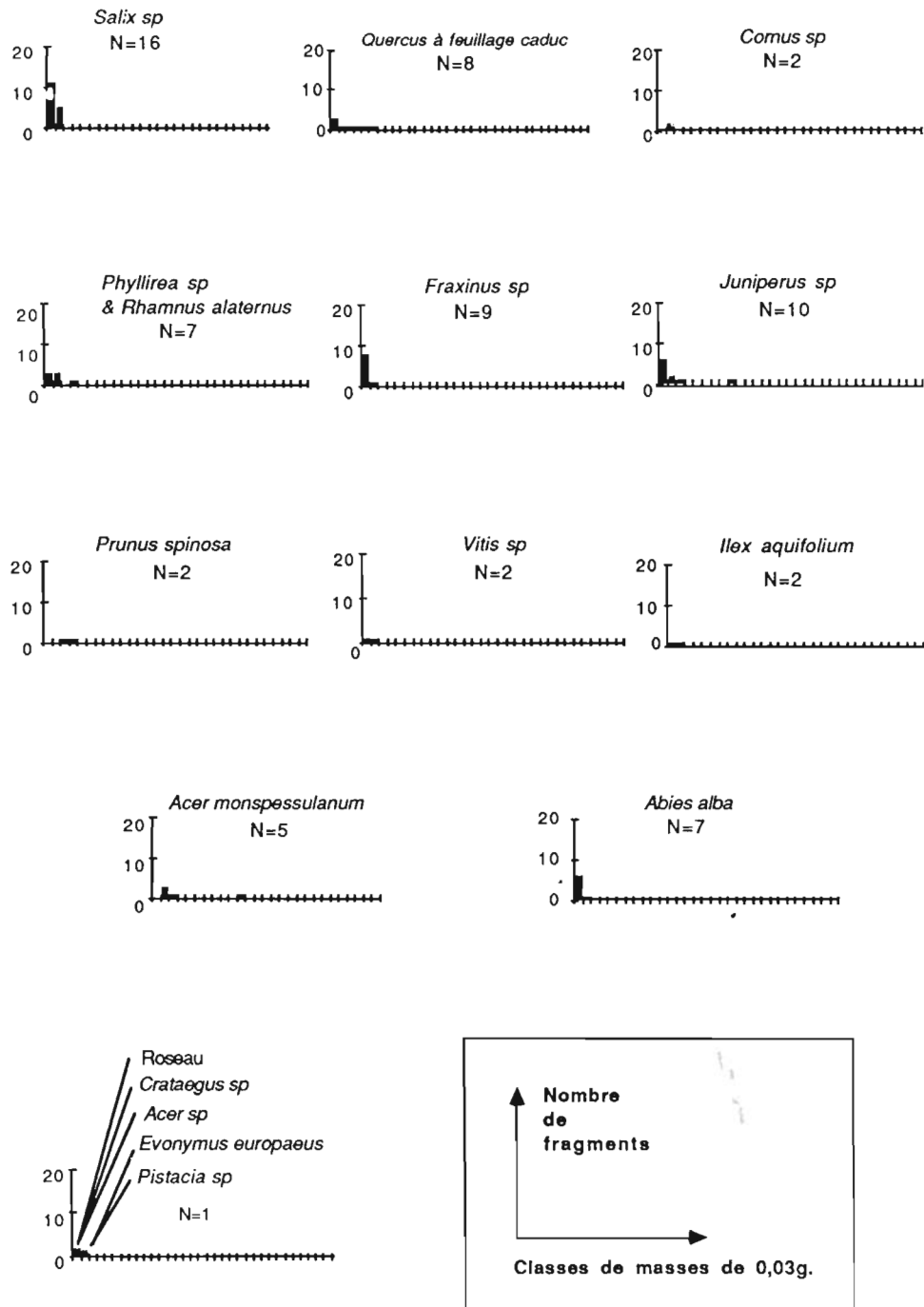


Fig. 10. Histogrammes de fragmentation pour 16 taxons du niveau B (Le Marduel - 30).

### *La loi de fragmentation*

Pour un site protohistorique du Midi de la France (Le Marduel, Gard), la fragmentation a été étudiée par la pesée individuelle des fragments (supérieurs à 5 mm de côté) appartenant à une vingtaine de taxons (Chabal, 1982), pour deux niveaux stratigraphiques : A (67C fragments) et B (851 fragments), datés respectivement de 450/425 et 475/450 avant J.-C.

La distribution du nombre de fragments par classe de masse d'amplitude 0,03 g est représentée par un histogramme de fragmentation, soit tous taxons confondus (Figs. 5 et 6), soit par taxon (Figs. 7 à 10). Il apparaît que la forme générale de la loi de fragmentation est la même pour les deux niveaux et pour chaque taxon. Les fragments sont d'autant plus nombreux qu'ils sont plus petits et d'autant plus rares qu'ils sont plus gros.

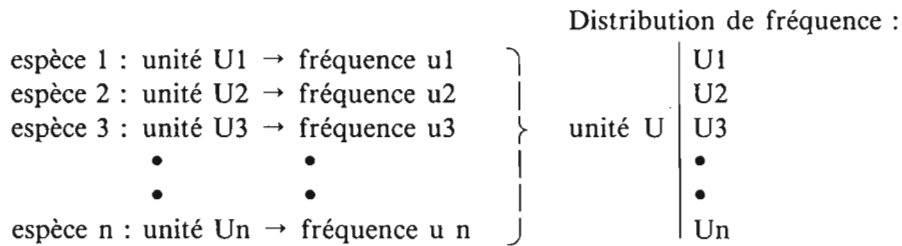
Un test du  $\chi^2$  entre les deux niveaux, tous taxons confondus, montre que la loi de fragmentation est, pour l'ensemble des taxons, exactement la même dans les deux niveaux étudiés ( $\chi^2 = 6,8$  pour 11 ddl). Notons qu'il était inutile, pour la question qui nous occupe, de montrer que la fragmentation n'est pas une caractéristique du niveau stratigraphique. En effet, en admettant qu'un niveau soit caractérisé par une fragmentation deux fois plus forte (pour chaque taxon) qu'un autre niveau, les proportions entre les taxons, qui sont calculées par niveau, ne pourraient en être affectées.

Il faut en revanche caractériser la variabilité de la fragmentation à l'intérieur d'un niveau : la variabilité observée de la fragmentation est-elle aléatoire, ou traduit-elle l'existence, pour chaque taxon, d'une loi de fragmentation différente, caractéristique du taxon quel que soit le niveau ?

### *Une comparaison avec les pollens*

Les palynologues qui étudient l'évolution des végétations passées effectuent aussi des dénombrements de grains de pollen (ou de spores), identifiés botaniquement. Pourtant, le grain de pollen est une unité de fécondation, en aucun cas pour la végétation une unité de biomasse ni de recouvrement. Si l'on tient compte du fait que les quantités de pollen dispersé sont extrêmement différentes selon les espèces (notamment en fonction du mode de dispersion : vent, insectes, etc.), et assez variables pour une même espèce (d'une année sur l'autre par exemple), deux grains de pollen quelconques, qui sont des grandeurs égales au regard de la fécondation, ont très peu de chances d'être — pour schématiser à l'extrême — : des « quanta de végétation » égaux. À ce titre, on peut dire que deux grains de pollen quelconques sont différents entre eux (indépendamment de leurs tailles respectives), quant à leur représentativité par rapport à la végétation, de façon analogue à des charbons de bois d'espèce et de taille quelconque. À ce stade de l'analyse, il est aussi contestable de mesurer par dénombrement la fréquence des pollens que celle des charbons de bois.

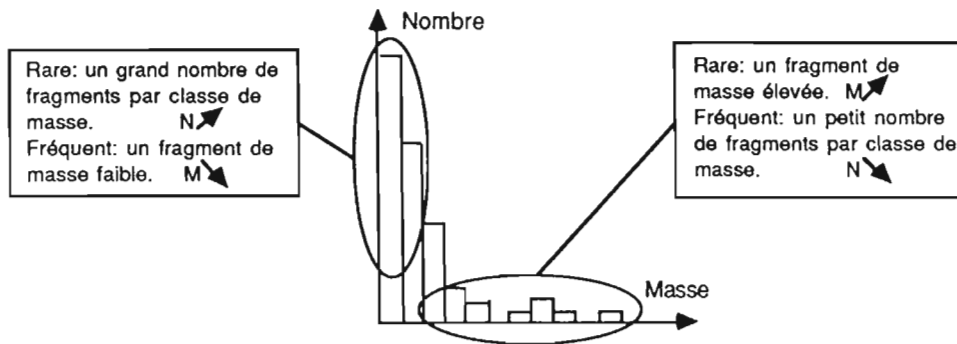
S'il est, en fait, rigoureux de comptabiliser et de comparer des pollens d'espèces différentes par des dénombrements, c'est parce qu'à la variabilité près, la production pollinique moyenne annuelle d'une espèce en est une caractéristique biologique (l'insécabilité du grain de pollen ayant ici son importance). On peut traduire cela en disant que les dénombrements de grains de pollen définissent une unité de mesure de la végétation différente pour chaque espèce, mais statistiquement fidèle à l'espèce. La distribution de fréquence d'occurrence des espèces (variable complexe) est, elle, toujours exprimée dans la même unité de mesure (vecteur) :



Une analogie se dessine pour l'anthracologue : si la fragmentation observée (distribution de taille des fragments prélevés) des charbons de bois était une caractéristique de l'espèce (ou en particulier identique pour toutes les espèces), on se trouverait dans un cas analogue à celui des pollens, un fragment serait *statistiquement* une unité de mesure fidèle à l'espèce, et les comparaisons de dénombrements seraient pertinentes entre espèces.

*La variabilité de la fragmentation*

En première analyse, « l'événement rare » - c'est-à-dire *soumis à fluctuation aléatoire* - de la loi de fragmentation est la présence d'un très gros fragment (en considérant les fragments un par un). Mais le schéma suivant montre que l'histogramme est symétrique pour les deux variables : nombre et masse. La fragmentation observée présente alors un deuxième type « d'événement rare », à savoir un nombre très élevé de fragments par classe de masse (en considérant les classes de masse une par une) :



Remarquons que, du fait que les charbons de bois ne peuvent être identifiés botaniquement que un par un et non pas gramme par gramme, « un fragment » - élément de l'axe des ordonnées - a pour élément symétrique sur l'axe des abscisses : « une classe de masse » et non pas « un gramme ». Un gramme est un élément de *surface* de l'histogramme de fragmentation, avec répartition des  $n$  fragments qui le composent dans différentes classes de masse.

Dans le cas du niveau A, on a cherché, par une série de tests du  $\chi^2$ , à préciser les valeurs qui s'écartent de la loi générale de fragmentation. Des  $\chi^2$  verticaux visent à comparer les classes de masse (pour la série des taxons), et des  $\chi^2$  horizontaux à comparer les taxons (pour la série des classes de masse). On a effectué les regroupements de données nécessaires pour éviter les trop petits effectifs. Il ressort que les distributions de fréquence sont significativement différentes au seuil de 5 %, sauf si l'on retire :

- la classe 1 ou la classe 6 pour les distributions verticales,
- le Peuplier ou l'Aulne glutineux pour les distributions horizontales.

L'observation des histogrammes de fragmentation du niveau A (Fig. 7) montre que, plus précisément, c'est le Peuplier qui est sur-représenté dans la classe 1 (donc sur-fragmenté) et l'Aulne qui est sur-représenté dans la classe 6 (donc sous-fragmenté).

On voit sur la figure 9 que les mêmes taxons dans le niveau B ne présentent pas cette particularité, qui est donc un simple phénomène aléatoire dans le niveau A, lié à la forme de la loi de fragmentation.

#### *Quelle incidence des aléas sur les mesures ?*

La sur-fragmentation du Peuplier et la sous-fragmentation de l'Aulne par rapport à la loi de fragmentation, phénomènes aléatoires observés dans le niveau A, entraînent pour ces taxons des différences importantes entre dénombrements et pesées. La sur-fragmentation ( $N$  très élevé pour une classe de masses faibles) fait varier les mesures de dénombrement, très peu celles de masse, et la sous-fragmentation ( $M$  très élevé pour une classe comprenant peu de fragments) fait varier les mesures de masse, très peu celles de dénombrement. Plus précisément, dans le niveau A, on peut calculer le pourcentage « corrigé » d'un taxon, en remplaçant la valeur reconnue aberrante (par exemple : fréquence du Peuplier dans la classe 1), par une fréquence « attendue » calculée à partir de l'ensemble des lois de fragmentation des taxons du niveau.

	EN MASSE	EN DÉNOMBREMENT
Peuplier	% observé : 9,69 %	% observé : 13,60 % (avec aléa) % corrigé : 9,20 %
Aulne	% observé : 4,86 % (avec aléa) % corrigé : 4,66 %	% observé : 4,63 %

Avec la valeur corrigée, on trouve à peu de choses près le même pourcentage en nombre ou en masse. Ce résultat est intéressant, car les différences entre valeur observée et valeur corrigée sont loin d'être négligeables : elles sont de l'ordre des variations de pourcentage du taxon entre deux niveaux successifs. Par exemple, dans le niveau B le Peuplier est présent à 17 % en nombre de fragments.

### Conclusions

La loi de fragmentation (état final et non processus dynamique) est la même pour tous les taxons et pour les deux niveaux étudiés.

Elle présente une variabilité qui est de nature aléatoire et non explicable. L'événement aléatoire, pour un taxon dans un niveau, n'a pas de sens par définition et entache la mesure d'imprécision. Il peut être de deux sortes :

- une « sous-fragmentation » (présence de fragment(s) particulièrement gros), qui influe fortement sur la fréquence du taxon en masse relative dans le niveau ;
- une « sur-fragmentation » (présence d'un nombre particulièrement élevé de petits fragments), qui influe fortement sur la fréquence du taxon en nombre relatif de fragments dans le niveau.

À l'avenir, on peut envisager de retirer systématiquement les valeurs « aberrantes », ce qui diminue la variabilité aléatoire des mesures. Mais la difficulté est qu'un fragment n'est « trop gros » ou un ensemble de petits fragments « trop grand » que relativement à l'histogramme de fragmentation auquel ils se rapportent (en particulier sa variance) : il n'existe pas de seuil absolu de rejet des fragments quant à leur masse ou à leur nombre. Pour ces corrections, il faut ainsi peser individuellement tous les fragments du niveau, ce qui est une pratique très lourde. En revanche, il est possible de réserver la méthode des corrections systématiques aux niveaux (périodes) qui posent un problème d'interprétation paléocologique particulier.

Pour le calcul des fréquences corrigées, on aimerait pouvoir se référer à une loi de fragmentation théorique, ce qui permettrait notamment de ne corriger la fréquence que d'un taxon dans un niveau, en évitant les pesées pour les autres taxons. Ceci suppose que les lois de fragmentation des différents niveaux soient toujours identiques ou facilement analysables (par exemple à partir du taxon le plus abondant).

Les mesures analysées ici ont porté sur plus de 600 charbons de bois par niveau, ce qui est plus que le nombre habituellement étudié en anthracologie. On peut se demander si des corrections systématiques de fréquence des taxons, effectuées sur 200 à 300 fragments par niveau, n'amélioreraient pas de façon très rentable la précision des mesures obtenues sur de tels échantillons : le temps passé à l'identification botanique peut-il être écourté par du temps passé à peser individuellement les fragments ?

Un travail sur la rigueur de l'échantillonnage des charbons de bois sur le terrain, visant à minimiser encore la variabilité aléatoire des mesures, est parallèlement poursuivi.

Pour des raisons uniquement pratiques, nous conserverons le dénombrement comme unité de mesure de référence.

L. CHABAL

Laboratoire de Paléobotanique  
Université des Sciences et Techniques du Languedoc  
F - 34060 Montpellier, France

#### BIBLIOGRAPHIE

- BAZILE-ROBERT, E., 1981, *Flore et végétation des gorges du Gardon à la moyenne vallée de l'Hérault, de 40000 à 9500 BP d'après l'anthroanalyse*, dans *Paléobiologie continentale*, Montpellier, XII (1), p. 79-90.
- BAZILE-ROBERT, E., 1983, *La baume de Montclus (Gard), étude anthracologique*, dans *Études Quaternaires Languedociennes*, Montpellier, 3, p. 25-32.
- CHABAL, L., 1982, *Méthodes de prélèvement des bois carbonisés protohistoriques pour l'étude des relations homme-végétation*, D.E.A., USTL, Montpellier.
- DEDET, B. et PY, M., 1976, *Introduction à l'étude de la Protohistoire en Languedoc oriental (Publication de l'Association pour la Recherche Archéologique en Languedoc Oriental, 5)*, Caveyrac.
- DURAND, A. et VERNET, J.-L., 1987, *Anthracologie et paysages forestiers médiévaux à propos de quatre sites languedociens*, dans *Paysages et habitats languedociens. Annales du Midi*, Toulouse, 4, sous presse.
- HEINZ, C. et VERNET, J.-L., 1987, *Analyse anthracologique des niveaux Mésolithiques et Néolithiques anciens de la Balma Marginada, paléoécologie et relations homme-végétation*, sous presse.
- KRAUSS-MARGUET, I., 1981, *Analyse anthracologique du gisement postglaciaire de la Poujade (Millau, Aveyron)*, dans *Paléobiologie continentale*, Montpellier, XII (1), p. 93-110.
- SANTA, S. et VERNET, J.-L., 1968, *Une technique de préparation des charbons de bois préhistoriques en vue de leur étude anatomique*, dans *Naturalia Monspelensia*, 19, p. 171-177.
- THIÉBAULT, S., 1983, *L'homme et le milieu végétal à la fin du Tardiglaciaire et au Postglaciaire : Analyses anthracologiques de six gisements des Préalpes sud-occidentales*, Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Paris.
- THINON, M., 1979, *Incidence écologique des reboisements du Mont Ventoux (Vaucluse). Aspects floristiques et pédologiques*, Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Marseille.
- VERNET, J.-L., 1968, *La couverture forestière des Causses du Massif Central de France au Post-glaciaire d'après l'étude de charbons de bois préhistoriques*, dans *Bull. Assoc. fr. Ét. Quat.*, 16, p. 181-196.
- VERNET, J.-L., 1971, *Analyse de charbons de bois de niveaux Boréal et Atlantique de l'abri de Châteauneuf-les-Martigues*, dans *Bull. Mus. Hist. nat. Marseille*, 31, p. 97-103.



- VERNET, J.-L., 1973, *Étude sur l'histoire de la végétation du sud-est de la France au Quaternaire d'après les charbons de bois principalement*, dans *Paléobiologie continentale*, Montpellier, IV (1), p. 1-90.
- VERNET, J.-L., 1974, *Précisions sur l'évolution de la végétation dans la région méditerranéenne depuis le tardiglaciaire d'après les charbons de bois de l'Arma du Nasino (Savone, Italie)*, dans *Bull. Assoc. fr. Ét. Quat.*, 11 (39), p. 65-72.
- VERNET, J.-L., 1980, *La végétation du bassin de l'Aude, entre Pyrénées et Massif Central, au Tardiglaciaire et au Postglaciaire, d'après l'analyse anthracologique*, dans *Review Palaeobot. Palynol.*, Amsterdam, 30, p. 33-35.
- VERNET, J.-L., 1981, *Analyses anthracologiques dans les grands Causses*, dans *Paléobiologie Continentale*, Montpellier, XII (1), p. 111-115.
- VERNET, J.-L., 1985, *Écologie des Causses au Quaternaire*, dans *Bull. Soc. bot. Fr.*, Montpellier, 19 (3-4), p. 265-285.
- VERNET, J.-L. et THIÉBAULT, S., 1987, *An Approach to Northwestern Mediterranean Recent Prehistoric Vegetation and Ecologic Implications*, dans *Journal of Biogeography*, 14, p. 117-127.
- VERNET, J.-L., BADAL GARCIA, E., et GRAU ALMERO, E., 1987, *L'environnement végétal de l'homme au Néolithique dans le Sud-Est de l'Espagne (Valence, Alicante). Première synthèse d'après l'analyse anthracologique*, dans *Actes du Colloque International du CNRS « Premières communautés paysannes en Méditerranée occidentale » (Montpellier, 26-29 avril 1983)*, Paris, p. 131-136.