

Palynologie et paléoenvironnement du bassin de Zacapu, Michoacán, Mexique, depuis 8000 ans

María Susana Xelhuantzi-López

Instituto Nacional de Antropología e Historia, MEXICO.

Reçu: 19 Juillet 1993; accepté: 2 Septembre 1994.

RESUMEN

La reconstrucción de las características paleoambientales de la cuenca de Zacapu, en el estado mexicano de Michoacán y la de los modos de uso agrícola de las márgenes del lago y de las geoformas denominadas Lomas, constituyen los objetivos generales del proyecto arqueológico que el CEMCA y el INAH desarrollan en esta región lacustre de México. Los trabajos arqueológicos en las Lomas indican una densa ocupación en los nueve primeros siglos de nuestra era. Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos generales, se realizó, entre otros estudios, un análisis palinológico detallado en dos sitios de la cuenca, el primero localizado en la parte central de lo que fue el lago y el segundo con características de ribera. A partir del análisis palinológico de sedimentos de la Ciénaga de Zacapu y de la zona de contacto entre Las Lomas y la Ciénaga, es posible distinguir tres etapas climáticas: 1) De *ca* 8100 a *ca* 6700 años antes del presente, ambiente templado húmedo o subhúmedo. 2) De *ca* 6700 - *ca* 5000 años antes del presente, ambiente templado semiseco. 3) De *ca* 5000 a la época actual, ambiente templado subhúmedo. El estudio palinológico realizado conduce a pensar que aproximadamente desde 7000 años antes del presente, el antiguo Lago de Zacapu ha sido un depósito de agua con características de ciénaga. Los cambios climáticos que pudieron inferirse a través del estudio palinológico, aparentemente reflejan más variaciones en las condiciones de humedad que en las condiciones térmicas y durante los últimos 5000 años, el clima en el área de Zacapu ha sido prácticamente el mismo que el actual, es decir, templado subhúmedo.

PALABRAS CLAVE: Paleoambiente, sitio arqueológico, análisis polínico, Michoacán, México.

RESUME

Le but de ce travail est de reconstituer 1) le paléoenvironnement du bassin de Zacapu, situé au nord de l'Etat de Michoacán, Mexique; 2) le mode de formation des "Lomas", ensemble collinaire qui domine de quelques mètres les grands marécages du bassin et 3) la chronologie et la dynamique des modes de mise en valeur agricole sur les rives et les "Lomas". Les travaux archéologiques ont révélé une occupation dense pendant les neuf premiers siècles de notre ère. Nous avons étudié les profils polliniques de deux points: le premier à l'intérieur du bassin, et le deuxième situé à proximité immédiate de la rive actuelle du marais. A partir de ces deux sondages nous avons obtenu les phases climatiques suivantes: 1) Entre *ca* 8100 à *ca* 6700 BP, climat tempéré humide à subhumide. Rive éloignée. 2) Entre *ca* 6700 à *ca* 5000 BP, climat tempéré demi-sec. 3) De *ca* 5000 BP à l'actuel, climat tempéré subhumide; pendant cette période, nous avons constaté les premiers défrichements régionaux importants. Les conclusions sont: a) Depuis 7000 BP jusqu'à l'époque actuelle, le lac de Zacapu a été un marécage. b) Depuis 5000 BP, le climat a été le même, c'est-à-dire, tempéré subhumide. c) La recherche n'a pas mis en évidence de trace d'agriculture sur les "Lomas", même à la fin du 1er millénaire av. J.C., juste avant l'implantation des premiers sites archéologiques.

MOT CLÉ: Paléoenvironnement, site archéologique, étude palynologique, Michoacán, Mexique.

ABSTRACT

The palaeoenvironmental reconstruction of a site of archaeological interest in the Basin of Zacapu, in the State of Michoacán, Mexico, was performed through pollen analysis. From the analysis of sediments of the central part of the swamp of Zacapu and the contact zone "Las Lomas"-swamp, it is possible to distinguish three climatic stages: 1) From *ca* 8100 to *ca* 6700 BP, temperate-humid or subhumid climate. 2) From *ca* 6700 to *ca* 5000 BP, temperate-halfdry climate. 3) From *ca* 5000 BP to the present time, temperate-subhumid climate. Since 7000 BP, the ancient Lake of Zacapu has been a swamp. The climatic changes show more variations in the humidity than in the temperature. In the last 5000 BP, the climate in the area of Zacapu has been about the same as now: temperate subhumid.

KEY WORDS: Palaeoenvironment, archaeological site, pollen analysis, Michoacán, Mexico.

Ce travail fait partie du projet archéologique que le Centre d'Etudes Mexicaines et Centraméricaines de l'Ambassade de France au Mexique et l'Institut National d'Anthropologie et d'Histoire du Mexique réalisent dans le bassin de Zacapu, Etat du Michoacán.

Les objectifs généraux du projet sont la reconstruction: 1) des caractéristiques paléoenvironnantes du bassin et 2) des modes d'utilisation agricoles des bords du lac et des géoformes dénommées "Lomas", c'est-à-dire un ensemble

collinaire qui domine les grands marécages de la Ciénaga de Zacapu.

Le but de l'étude palynologique que nous présentons ici est de contribuer à l'éclaircissement des buts fixés dans le projet général, à travers des objectifs spécifiques suivants: 1) connaître les éléments dominants de la flore holocénique du bassin du lac de Zacapu, 2) associer cette flore à des communautés végétales, 3) inférer les conditions climatiques du passé à travers des communautés végétales

déduites et 4) chercher des éléments végétaux, agricoles ou anthropiques, qui puissent nous faire connaître l'usage qui a été fait des "Lomas" et de la rive du lac.

CHARACTERISTIQUES DE L'AIRE DE L'ETUDE

L'ancien lac de Zacapu se situe dans la partie nord de l'État de Michoacán (19° 39' et 20° 00' latitude nord, 101° 37' et 101° 52' longitude ouest) à une altitude moyenne de 1980 m. La Figure 1 nous montre la carte de localisation de la zone.

Dans la partie occidentale, un ensemble d'élévations appelées "Lomas" dépasse de moins de 10 m le niveau du marécage actuel de Zacapu. Ces "Lomas" sont formées par des matériaux pyroclastiques et des diatomites, qui font partie d'anciennes îles ou péninsules (Arnauld *et al.*, 1984; CEMCA, 1986). Les travaux archéologiques sur les rives du lac et sur les "Lomas" révèlent une occupation humaine dense durant les neuf premiers siècles de notre ère. Le marécage de Zacapu est une zone de sédiments de remplissage aussi bien lacustres qu'alluviaux, formée par les ruptures du système de drainage du Lerma, en raison de la forte activité volcanique du Pléistocène (Waitz, 1943; Metcalfe et Harrison, 1984; Metcalfe, 1985). La nouvelle plaine lacustre se trouve entourée de montagnes andésitiques et basaltiques, d'altitudes allant jusqu'à 3365 m au-dessus du niveau de la mer (Demant, 1981).

Tricart et De los Ríos (1985) remarquent que les tourbières, de formation récente, reposent sur des cinérites blanchâtres qui ont commencé probablement à se déposer il y a 28000 ans dans un lac étendu et profond. Les sols du marécage montrent une haute proportion de matières organiques, soit en forme de tourbières, soit de boues organiques. Il s'agit de sols récents qui présentent des différences dans leur stade de développement.

Selon Labat (1985), le bioclimat de Zacapu est tropical demi-sec avec des précipitations annuelles moyennes comprises entre 700 et 1000 mm, une saison sèche de 7 à 8 mois et une température du mois le plus froid variant de 11° à 14° C.

Aujourd'hui les terrains du marécage sont destinés à l'agriculture. Les communautés végétales qui ont une influence dans le bassin de captage de l'ancien lac de Zacapu sont: végétation aquatique et subaquatique, forêts de *Pinus*, *Quercus*, *Pinus-Quercus*, et caducifolée.

METHODOLOGIE

Le choix des lieux pour le prélèvement des échantillons et l'obtention de ceux-ci a été fondé sur le modèle ethno-archéologique développé par Pierre Pêtrequin et Hervé Richard (communication personnelle), dans des bassins lacustres de France et d'Afrique. Dans les environnements lacustres on fait la corrélation et la comparaison de plusieurs sondages, lesquels, en plus de fournir l'information au niveau régional, devront inclure des milieux rapprochés probablement exploités par les habitants du site. Les points étudiés furent les suivants: Marécage (point

1). Fond de l'ex-lac, presque à 300 m des sites d'occupation et des anciens champs de culture.

Contact bord des "Lomas"-marécage (point 2). Proximité immédiate des sites d'occupation et des champs de culture.

Marais intérieur (point 4). Sur les "Lomas". Proximité immédiate des sites d'occupation et champs de culture.

Loma Alta (point 5). Dans un site archéologique des "Lomas".

Pour le prélèvement des échantillons, une sonde russe type Marseille a été utilisée. Des échantillons plus superficiels ont aussi été prélevés sur une des parois de chaque canal sélectionné. Pour l'obtention des échantillons au point 5, nous avons profité des unités d'excavation archéologiques. Nous avons prélevé des matériaux provenant aussi bien de sédiments anthropiques que de sédiments naturels.

Au laboratoire, les matériaux ont été soumis aux procédés physiques et chimiques ordinairement employés en ce qui concerne l'extraction de palynomorphes: HCl (10%); HF concentré; acétolyse (9:1) suivant la méthode de Erdtman, pendant 8-10 mn; montage sur "cellosize" (hydroxyethyl cellulose).

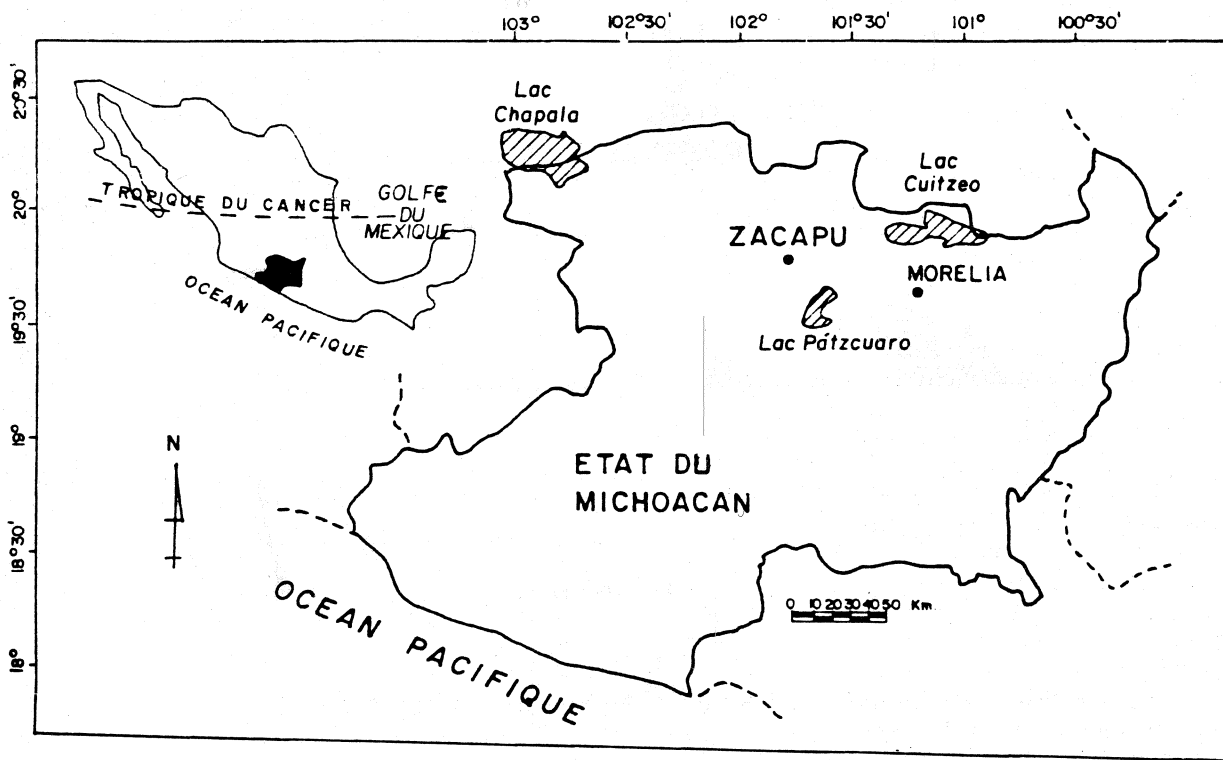
L'observation et la quantification de palynomorphes sur lamelles s'est effectuée avec un microscope à rayon lumineux, sous l'objectif d'immersion (100X). Les grains de pollen et les spores de fougères, algues, fungi et autres palynomorphes de filiation incertaine, présents sur chacune des lamelles observées, ont été identifiés et comptés dans leur totalité. Nous avons étudié une lamelle par échantillon. Les graphiques ou diagrammes polliniques ont été élaborés à partir de la fréquence de chaque type pollinique par rapport au total de palynomorphes.

RESULTATS ET INTERPRETATION

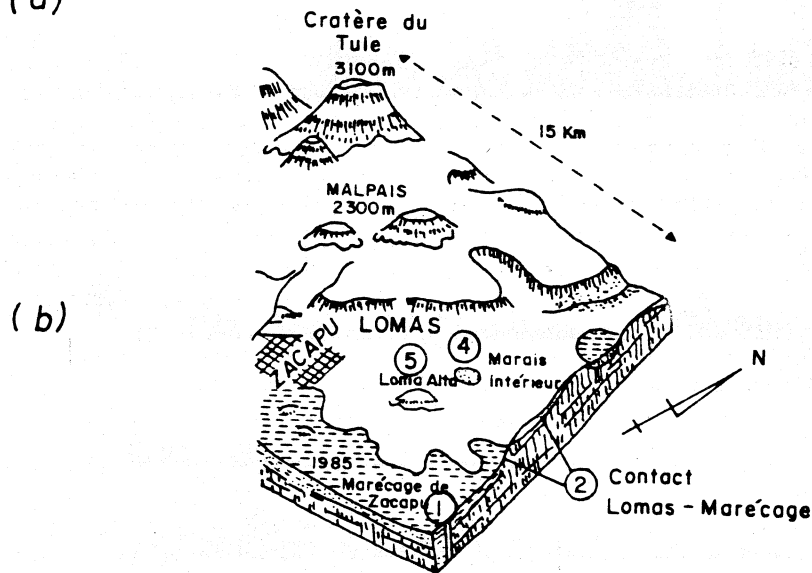
Point 1: Fond du marécage

Le spectre palynologique obtenu pour ce point se trouve illustré dans la Figure 2. Au long de toute la colonne sédimentologique, le spectre palynologique montre que les valeurs de pourcentage du pollen des espèces arborescentes maintiennent une tendance à décroître, avec une oscillation constante des chiffres. L'analyse palynologique permet de distinguer cinq étapes. Dans la première (étape I), comprise entre -385 cm et -256 cm, le spectre palynologique indique qu'aux alentours de l'ancien lac de Zacapu, des forêts de pin-chêne se sont développées, avec des intercalations de quelques individus d'*Alnus* (date radio-carbone BP, -355 cm: 8110±115; -295 cm: 7240±100). Les espèces d'*Alnus* font partie de la composition floristique naturelle des forêts associées à des environnements humides ou subhumides généralement tempérés.

Pendant cette étape, les pourcentages de grains de pollen d'*Alnus* sont relativement hauts. Les valeurs de pourcen-



(a)



(b)

Fig. 1. a) Carte de localisation de la zone. b) Points étudiés dans le Bassin de Zacapu.

tage de grains de Chenopodiaceae-Amaranthaceae et de pollen de plantes aquatiques enracinées sont basses; de même, celles de l'algue *Botryococcus*. Ce comportement des courbes peut indiquer l'existence d'un lac distrophique, dont la topographie particulière du site a été à l'origine de zones à différentes profondeurs et avec des inégalités quant au volume de liquide, des aires se trouvant avec des tirants d'eau plus grands et d'autres, peut-être les plus nombreuses, avec des caractéristiques de marécage.

Depuis le début de l'Holocène, le Zacapu n'a pas été un lac profond, même s'il a atteint des zones de profondeur maximale à cette époque. Le type de végétation inférée

pour les alentours permet d'assurer un climat tempéré humide ou subhumide.

Le pourcentage de grains de pollen d'arbres est haut, ce qui permet de supposer des forêts denses et peu perturbées.

Dans l'étape II, de -256 cm à -166 cm, le pourcentage de pollen d'*Alnus* diminue et se maintient bas (dates radiocarbone BP, -235 cm: 6505±145; -165 cm: 6070±75). Le graphique du pollen de Chenopodiaceae-Amaranthaceae signale des valeurs élevées et fluctuantes. L'accroissement de ces plantes commence à se faire remarquer précisément au-dessus des couches de cendres volcaniques. Les plantes

PROFONDEUR (en cm.)

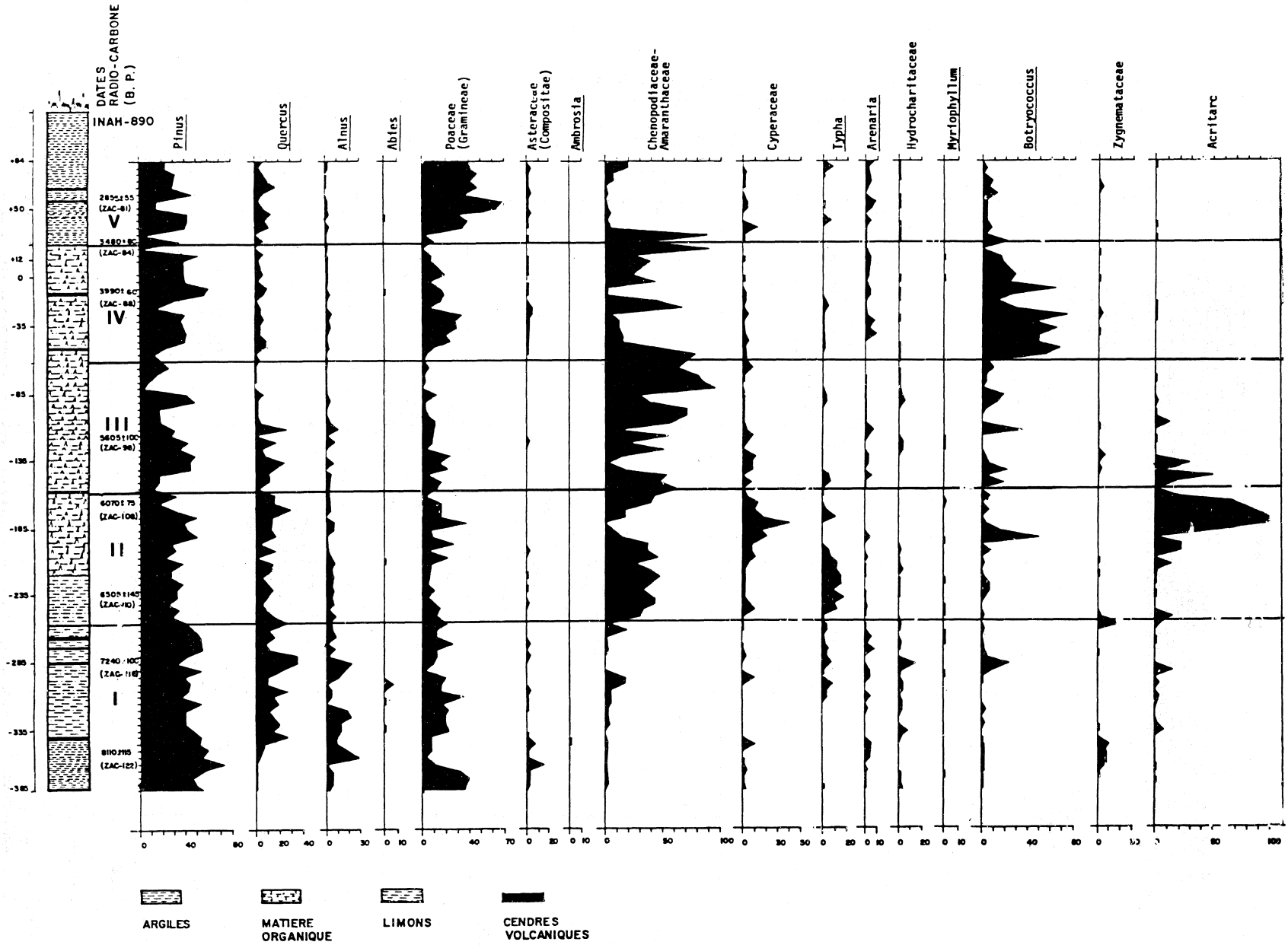


Fig. 2. Diagramme palynologique du point 1, fond du marécage.

PROFONDEUR (en cm.)

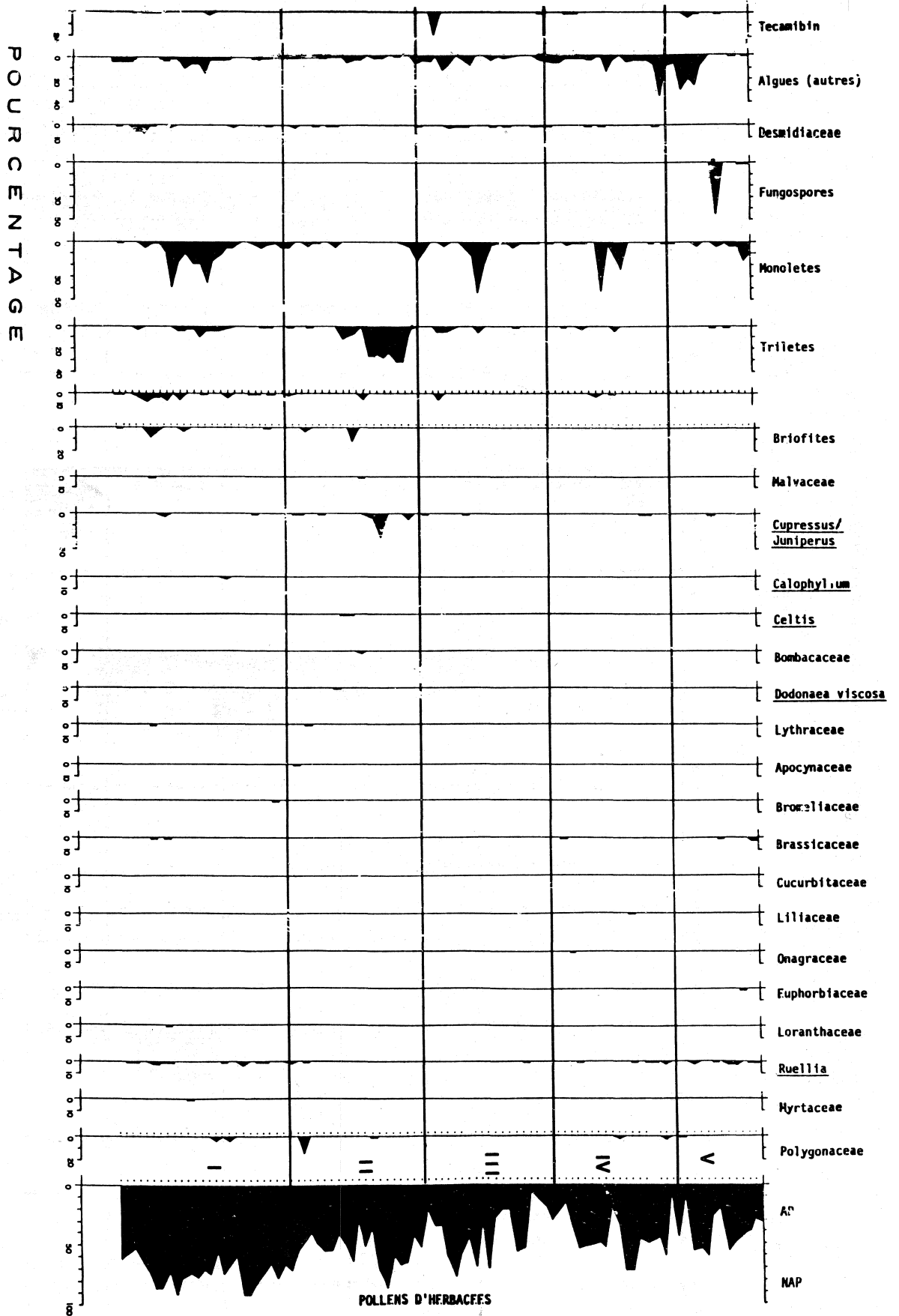


Fig. 2. Cont.

aquatiques deviennent importantes, tout en percevant une certaine succession dans ce type de plantes: d'abord *Typha latifolia* est abondante et ensuite les Cyperaceae.

En somme, toute la zone a été transformée en un marécage. Sur ces aires, le développement de plantes opportunistes comme les Chenopodiaceae-Amaranthaceae a été favorisé. Le phénomène d'eutrophication du lac commence à se faire sentir moyennant l'accroissement parmi les colonies de *Botryococcus*. La baisse d'*Alnus* dans les bois et la condition de marécage peuvent être l'indice d'une tendance climatique vers des conditions plus sèches (climat tempéré demi-sec). Le feu et le tectonisme auraient pu aussi induire des modifications parmi la végétation et dans les caractéristiques physiques du corps lacustre.

Dans l'étape III, entre -166 et -66 cm, les valeurs de Chenopodiaceae-Amaranthaceae montrent un accroissement important qui est dû probablement à ce que le niveau de l'eau du marécage a baissé davantage et qu'un plus grand nombre de colonies de ces plantes ait prospéré (date radio-carbone BP, -115 cm: 5605±100). Cette diminution du niveau de l'eau a probablement obéi à l'établissement de conditions plus sèches (climat tempéré demi-sec).

Dans l'étape IV, artificiellement délimitée entre -66 cm et +24 cm, il se produit une légère récupération du pollen de plantes arborescentes et un accroissement notable parmi les valeurs de *Botryococcus* (dates radio-carbone BP, -14 cm: 3990±60; +25 cm: 3480±80). Dans cette étape, on perçoit aussi un accroissement léger parmi les fréquences du pollen d'*Arenaria*, taxon qui, dans ce travail, a été considéré comme appartenant à quelques espèces d'environnements palustres. Le niveau de l'eau du marécage s'est élevé, les terrains colonisés s'inondant de plantes opportunistes, ce qui a entraîné des phénomènes de décomposition et de putréfaction de la matière organique, augmentant ainsi la demande biochimique d'oxygène du marécage. Le caractère eutrophique du corps d'eau a permis le développement d'abondantes colonies de *Botryococcus*.

L'accroissement d'eau dans le marécage et la récupération de la végétation arborescente semblent indiquer des conditions de précipitation pluviale plus fortes (climat tempéré subhumide). Evidemment, il ne faut pas négliger les effets de basculement qu'a pu susciter le volcanisme. L'étape V, démarquée de +24 cm à +84 cm, accuse de manière indirecte la présence de l'homme et les modifications qu'il a provoqué dans son environnement (date radio-carbone BP, +55 cm: 2855-55). A cette période, les valeurs de l'algue *Botryococcus* et celles des Chenopodiaceae-Amaranthaceae décroissent considérablement; et celles des Gramineae (Poaceae) augmentent.

Il est possible de supposer le rétablissement de l'ancien marécage, qui se conserve comme tel, peut-être avec de légères modifications au niveau hydrique, jusqu'à la fin du XIX siècle lorsqu'il fut drainé artificiellement. La diminution du niveau de l'eau dans le marécage, de l'étape IV à la V, ne paraît pas obéir à des changements climatiques, mais

plutôt à des phénomènes tectoniques et anthropiques, avec la persistance du climat tempéré subhumide.

L'analyse pollinique n'offre pas d'évidences directes d'agriculture, étant donné que l'on n'a pas trouvé de pollen de plantes cultivées.

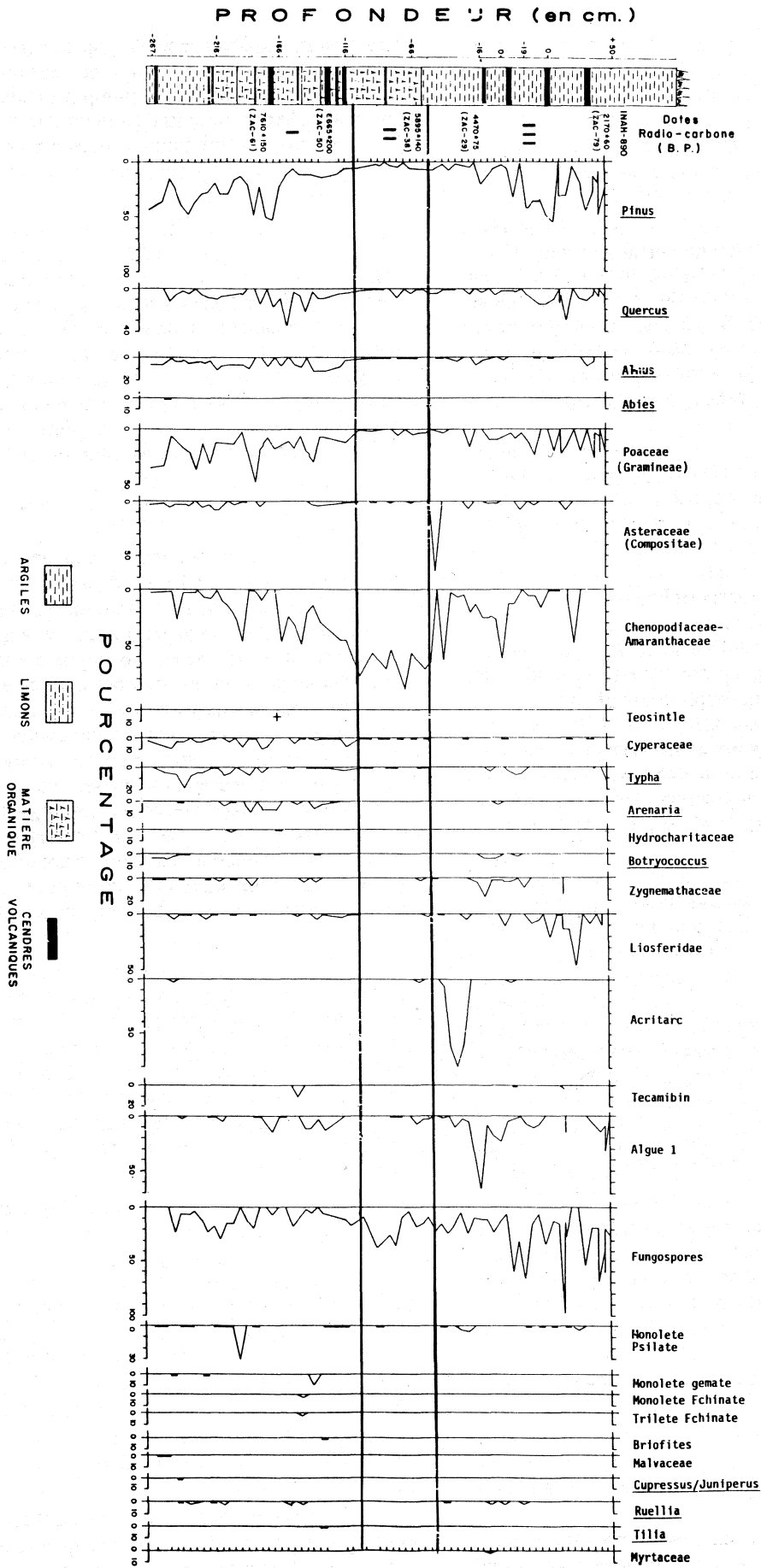
Point 2: Contact "Loma"-marécage

Le spectre palynologique obtenu en ce point s'illustre dans la Figure 3. L'analyse palynologique permet de distinguer trois étapes. Dans la première (étape I), comprise entre -267cm et -111 cm, le spectre palynologique corrobore qu'aux alentours du lac ont existé des forêts peu perturbées de pin-chêne avec des intercalations de quelques individus d'*Alnus* et que le climat qui prédominait fut tempéré humide ou subhumide (dates radio-carbone BP, -177cm: 7610±150; -122 cm: 6665±200). Les valeurs de pourcentage de grains de pollen de Compositae (Asteraceae), Chenopodiaceae-Amaranthaceae, Cyperaceae, *Typha latifolia*, *Arenaria*, et de fungosporos et le peu de *Botryococcus*, à cette étape, font penser à un sol sursaturé d'eau, mais sans arriver à constituer un corps d'eau permanent. Durant les déplacements temporels d'avancement et de recul du bord du marais, il est toujours resté une zone fangeuse. Entre celle-ci et le point 2 ont prospéré la végétation hydrophile et les broussailles comme les Chenopodiaceae-Amaranthaceae et les Gramineae (Poaceae).

Dans l'étape II, de -111 cm à -58 cm, on perçoit une diminution du pourcentage du pollen de plantes arborescentes et de Gramineae et un accroissement considérable des Chenopodiaceae-Amaranthaceae, en même temps qu'un pic des Compositae précisément à -58 cm. L'enregistrement de plantes hydrophiles est bas et il y a une absence pratiquement totale de *Botryococcus* (date radio-carbone BP, -62 cm: 5895±140). Cette situation fait penser à l'établissement de conditions plus sèches que dans l'étape I, nous permettant de proposer un climat tempéré demi-sec lors de cette seconde étape. Les conditions de moindre humidité ont fait en sorte que le point 2, qui a pu fonctionner jusque-là comme une aire fangeuse, s'est desséché presque totalement et que le marécage s'est retiré, donnant comme résultante une plus grande distance entre le bord de ce dernier et le point 2.

L'étape III, délimitée de -58 cm à +44 cm, se caractérise par une augmentation des fréquences du pollen de *Pinus*, *Quercus*, Gramineae, fungosporos, de pair avec une baisse des pourcentages de Chenopodiaceae-Amaranthaceae (dates radio-carbone BP, -18 cm: 4470±75; +45 cm: 2170±60). On remarque la présence, même minime, de *Botryococcus*, d'algues du groupe des Zygnemataceae et Liosferidae, ainsi qu'un pic d'algues de type acritarque à -35 cm (78,2 %) et un accroissement de l'algue 1 de -45 cm à 8 cm. Le comportement de ces courbes fait supposer une augmentation de l'humidité atmosphérique et l'existence d'un climat tempéré subhumide, ce qui a permis la récupération de la végétation boisée des alentours, le rétablissement de la zone fangeuse et le rapprochement du bord du marécage avec le point 2, avec en conséquence, une

Fig. 3. Diagramme palynologique du point 2, contact "Loma" - marécage.



diminution des terrains favorables au développement de plantes opportunistes et un accroissement quant à la demande biochimique d'oxygène. Moyennant l'augmentation d'eau, il a pu proliférer une flore algale plus abondante qu'à l'étape précédente, de même qu'un plus grand nombre de flore fongique, d'où l'accroissement en spores de ce type.

Le point 2 ne présente aucune évidence de pollen de plantes cultivées ou associées à des cultures dans des sédiments anthropiques; nous avons trouvé uniquement un grain de pollen de *Zea* à -176 cm, qui, du fait de se situer à une époque très précoce (7600 BP), a été identifiée comme teosinte (*Zea mays ssp mexicana*).

Point 4: Marécage intérieur

Le spectre palynologique obtenu pour ce point, qui ne dépasse pas les 3500 ans BP, est illustré sur la Figure 4. La précision de l'étude est moindre par rapport aux points 1 et 2, étant donné que la séparation entre chacun des neuf échantillons a été de 18 cm. Avec cette analyse, nous prétendons seulement évaluer l'agriculture éventuelle contemporaine avec l'occupation archéologique des "Lomas", de 1 à 800 ans après J. C.

Le spectre pollinique du point 4 ne montre pas de pollen de plantes cultivées ou associées à l'agriculture. De plus, le pollen de Gramineae, Compositae et Chenopodiaceae-Amaranthaceae, qui sont représentés parmi les broussailles, n'atteignent pas de pourcentages qui pourraient être considérés comme hautement significatifs. L'analyse du diagramme donne à penser que le point 4 s'est comporté comme une zone marécageuse isolée et indépendante de la grande masse fangeuse. Le type de plantes qui sont identifiées à travers des palynomorphes indiquent des conditions de marécage permanent, avec développement de végétation aquatique enracinée de type Cyperaceae. Sur le diagramme, on constate du pollen de la végétation environnante, forêts de pin-chêne avec des *Alnus* entremêlés, bien qu'à l'exception des pins, les pourcentages sont plutôt bas, ceci étant peut-être le reflet de forêts perturbées.

Point 5: Loma Alta

L'étude palynologique de sédiments dans le site archéologique de Loma Alta a été réalisée dans l'intention de découvrir des grains de pollen de plantes cultivées, ou à leur défaut, de plantes rudérales spécifiques qui pourraient s'associer à des pratiques agricoles. En ce qui concerne les grains de pollen, Loma Alta s'est avérée être un site très pauvre, situation qui ne permet pas d'affirmer ou de nier l'existence de réelles pratiques agricoles, ni toute autre déduction fiable.

CONCLUSIONS

A partir de l'analyse palynologique des sédiments du marécage de Zacapu et de la zone de contact entre les "Lomas" et le marécage, sites pour lesquels l'étude pollinique répond aux critères des recherches paléoclimatiques, il est possible de distinguer trois étapes climatiques:

- 1) Entre *ca* 8100 et *ca* 6700 ans BP, climat tempéré humide ou subhumide. Rive éloignée.
- 2) Entre *ca* 6700 et *ca* 5000 ans BP, climat tempéré demi-sec.
- 3) De *ca* 5000 ans BP et l'actuel, climat tempéré subhumide; pendant cette période, nous avons constaté les premiers défrichements régionaux importants.

L'étude palynologique réalisée dans le Bassin de Zacapu nous permet de penser qu'approximativement depuis 7000 ans BP, l'ancien Lac de Zacapu a été un réservoir d'eau doté des caractéristiques d'un marécage.

Les changements climatiques qui ont pu être déduits de l'étude palynologique reflètent apparemment plus de variations dans les conditions d'humidité que dans les conditions thermiques (il semble que les derniers 7000 ans BP du bassin de Zacapu aient été tempérés). Durant les derniers 5000 ans BP, le climat dans l'aire de Zacapu a été pratiquement le même que l'actuel, c'est-à-dire tempéré subhumide.

Nous n'avons pas identifié de pollen de plantes cultivées ni d'éléments associés à l'agriculture ou à la présence de l'homme.

Quant à la modification de la profondeur du lac, elle ne peut être considérée comme uniquement due au changement de climat. Le drainage soudain par failles, provoquées par le tectonisme, pourrait être aussi une raison, et même plus facilement acceptable, de la diminution du niveau du lac. Malheureusement, l'étude pollinique n'offre pas de preuves directes de cette sorte de phénomènes mais uniquement sur les modifications de la flore.

REMERCIEMENTS

Une partie de ce travail a été présentée par l'auteur comme thèse pour obtenir le grade de Maître en Sciences, recherche assistée par les Docteurs Enrique Martínez-Hernández et Socorro Lozano-García de l'Institut de Géologie de l'UNAM. Ma gratitude s'adresse à mes collègues et amis qui m'ont apporté leur aide: Dominique Michelet, Patricia Carot, Marie France Fauvet-Berthelot, Marie Charlotte Arnauld, Jean Noel Labat, Pierre Pêtrequin, Hervé Richard, Fernando Sánchez-Martínez, Lorena Mirambell-Silva et José Luis Alvarado. En particulier, je remercie Roberto Cruz-Cisneros pour son appui et sa patience, de même que pour ses idées, suggestions et recommandations.

PROFONDEUR (en cm.)

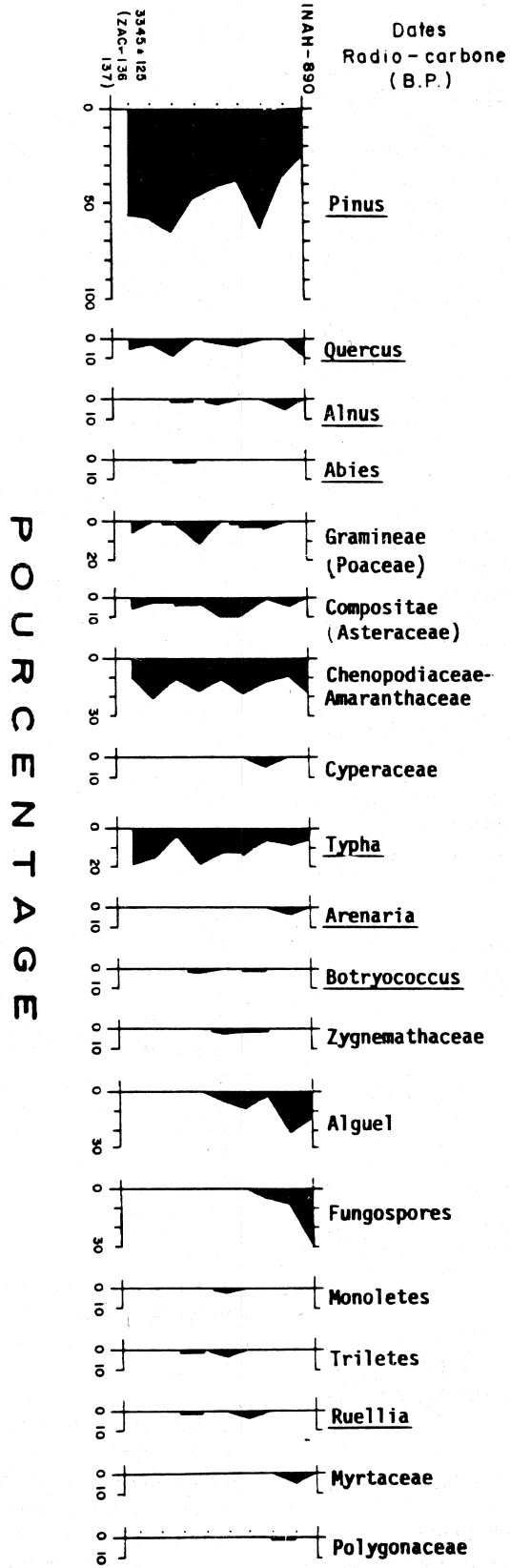
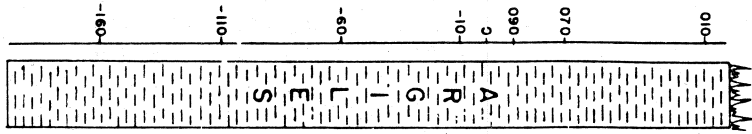


Fig. 4. Diagramme palynologique du point 4, marcéage intérieur.

LITTERATURE CITEE

- ARNAULD, M. C., G. MIGEON, O. PAUX et F. RODRIGUEZ, 1984. Informe mensual sobre los trabajos arqueológicos de campo realizados por el CEMCA en el estado de Michoacán entre 31-01-1984 y el 15-02-1984. Inédito (informe de circulación limitada). CEMCA. México
- CEMCA, 1986. Informe preliminar general del proyecto arqueológico Michoacán. México (CEMCA). Inédito (informe de circulación limitada).
- DEMANT, A., 1981. L'axe Néo-volcanique Trans-Mexicain; étude volcanologique et pétrographique signification geodynamique. Thèse, Université de Droit, d'Economie et des Sciences et Techniques de St. Jérôme.
- LABAT, J. N., 1985. Estudio bioclimatológico del estado de Michoacán, México, según la clasificación de Bagnols Gaussen. *Trace 8*, 36-45.
- METCALFE, S., 1985. Late Quaternary environments of central Mexico: a diatom record. Thesis D. Phil. Oxford. University.
- METCALFE, S. et S. P. HARRISON, 1984. Cambio ambiental del Cuaternario tardío en depósitos lacustres en la Cuenca de Zacapu, Mich. Reconstrucción preliminar. *Bol. Inst. Geogr. 14*, 127-150.
- RZEDOWSKI, J. et G. CALDERON, 1987. El bosque tropical caducifolio de la región mexicana del Bajío. *Trace 12*, 12-21.
- TRICART, J. et M. DE LOS RIOS, 1985. L'ancien lac de Zacapu, mise en évidence d'une transgression lacustre au Quaternaire récent. *Trace 8*, 46-51.
- WAITZ, P., 1943. Reseña geológica de la cuenca del Lerma. *Bol. Soc. Geogr. Estadíst. Repúb. Mex. 58*, 123-138.

María Susana Xelhuantzi-López
Instituto Nacional de Antropología e Historia,
Moneda 16, Centro, Del. Cuauhtemoc 06060,
México, D. F., MEXICO