

Le Messinien d'Italie du point de vue palynologique

Daria BERTOLANI MARCHETTI

Marta MARIOTTI LIPPI

Istituto Botanico
Università di Modena

KEY WORDS — *Palynology, Climatology, Messinian, Italy.*

RÉSUMÉ — *Le Messinien pose de nombreux problèmes par rapport à l'histoire de sa végétation, de son climat et de ses confins avec le Tortonien et le Pliocène. Des recherches palynologiques ont permis d'individuer dans les intercalations marseuses des "Gessi" de l'Emilie-Romagne les traces d'une forêt de conifères (Tsuga/Cedrus) dont le niveau a été baissé à cause d'un refroidissement du climat; par contre ce phénomène ne se produit pas en Sicile. On pourrait même associer au climat la sédimentation alternée de marnes et de gypses.*

Le Messinien a joué un rôle très important pour la végétation parce que le dessèchement a mis à nu des aires continentales qui sont devenues de nouvelles voies de migration pour les plantes. En outre l'aridité du climat de quelques phases semble avoir posé les bases de la végétation méditerranéenne actuelle.

Faute de recherches palynologiques, on ne peut pas parler des limites du Tortonien/Messinien et du Messinien/Pliocène.

ABSTRACT — [A palynological view of the Messinian in Italy] — *The Messinian poses many problems on its vegetation, climate and boundary with the Tortonian and Pliocene. Presence of a coniferous forest (Tsuga/Cedrus) lowered in a cool climate phase were revealed by means of pollen analysis. This mountain forest belt is not present in the messinian layers of Sicily. The alternating marl and gypsum sedimentation seems to be related to changes in climate.*

The Messinian had important effects on the vegetation since lowering of the Mediterranean, uncovered continental lands providing new routes for plant migrations. Moreover the dryness of some climatic phases seems to have formed the bases of present-day mediterranean vegetation.

Due to the lack of palynological data, little is known on the Tortonian/Messinian and Messinian/Pliocene boundaries.

RIASSUNTO — [Il Messiniano in Italia dal punto di vista palinologico] — *Il Messiniano pone molti problemi riguardo alla storia della sua vegetazione, del suo clima e dei suoi confini con il Tortoniano e il Pliocene. Ricerche palinologiche hanno permesso di individuare negli interstrati marnosi dei Gessi dell'Emilia-Romagna le tracce di una foresta di conifere (Tsuga/Cedrus) abbassata di quota per un raffreddamento del clima; questo non accade in Sicilia. Sembra anche possibile associare al clima la sedimentazione alternata di marne e gessi.*

Il Messiniano ha avuto un ruolo molto importante per la vegetazione perché il disseccamento ha messo allo scoperto aree continentali che sono state nuove vie di migrazione per le piante. Inoltre l'aridità climatica di qualche fase sembra aver posto le basi della vegetazione mediterranea odierna. Poco si può dire sui limiti Tortoniano/Messiniano e Messiniano/Pliocene per mancanza di dati palinologici.

Les gisements d'âge messinienne qu'on a étudié jusq'ici en Italie du point de vue palynologique ne sont pas nombreux par rapport aux problèmes que cette période pose aux spécialistes des branches différentes qui touchent à ce sujet et, pour ce qui nous concerne, aux paléopalynologistes et paléoclimatologistes. Toutefois on peut déjà entrevoir des réponses qui seront confirmées ou mieux connues par la suite.

Des recherches palynologiques ont été accomplies dans l'Italie du Nord, particulièrement dans la "Formazione Gessoso-solfifera" des collines près de la ville de Bologna (Bertolani Marchetti, 1961, 1962, 1968, 1972, 1980, 1984) et récemment dans la "Vena del Gesso Romagnola" (Marzi, 1986/87, Bertolani Marchetti & Marzi, 1988); et encore dans l'aire des Collines Euganéennes à Montegrotto près de Padoue (Bertolani Marchetti, 1961); près de la ville d'Alessandria à Carbonara Scrivia (Balduzzi *et al.*, 1980); dans des perçages de puits dans l'aire de Brescia (Cita *et al.*, 1978); dans les

alentours de Vittorio Veneto (Accorsi & Gamberini, 1976).

On peut citer pour l'Italie Centrale le gisement de Gabbro en Toscane (Trevisan, 1967). Des études palynologiques de séquences de la Campanie sont en train d'être achevées.

On a conduit d'autres recherches en Sicile dans des intercalations de mines près de Caltanissetta (Bertolani Marchetti & Del Chicca, 1966; Bertolani Marchetti, 1968); dans les alentours de Falconara (Bertolani Marchetti, Accorsi, Bandini Mazzanti & Forlani, données inédites; v. aussi Bertolani Marchetti, 1985); à Eraclea Minoa près d'Agrigento (Mariotti Lippi, 1987; Mariotti Lippi & Bertolani Marchetti, 1987).

A ce sujet on a obtenu des résultats d'après les sondages du DSDP dans les bassins baléaire, tyrrhénien et jonien, outre le bassin levantin qui est en dehors des arguments de notre synthèse (Fig. 1).

Le Messinien est caractérisé par une crise climati-

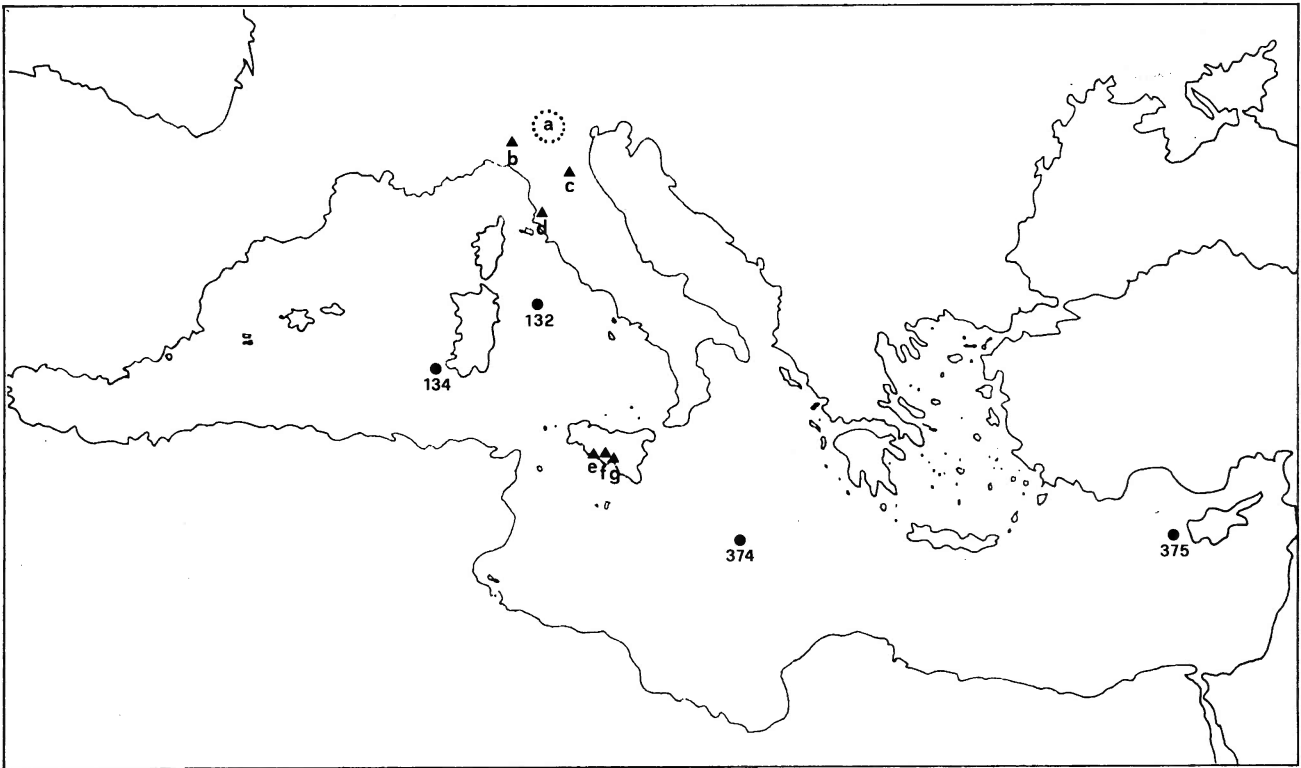


Fig. 1 - Les sites messiniens étudiés du point de vue palynologique: Les séries subaériennes sont indiquées par des triangles; celles du DSDP par des cercles.

que très accentuée, plus ou moins en coïncidence avec une crise de salinité marquée par un considérable abaissement du niveau de la mer. Ces événements ont influencé la végétation en produisant la disparition ou bien la réduction des aires de plusieurs taxons et en ouvrant en même temps des voies nouvelles pour la migration.

On doit remarquer toutefois que, selon les recherches palynologiques de Bessedik (1983, 1985) dans la région méditerranéenne nord-occidentale, au moins deux remarquables crises climatiques, attestées dans le Sud de la France, semblent avoir précédé la crise messinienne, à laquelle cet Auteur donne néanmoins grande importance. La première, chaude et sèche, est placée à l'Aquitaniens ancien (24-25 M.Y. b.p.). L'autre, froide et sèche, comportant des conséquences catastrophiques pour les plantes mégathermes, s'est vérifiée au Langhien supérieur/Serravalien avant le Tortonien/Messinien, environ 13 M.Y. b.p.

Le Messinien n'a plus, depuis quelque temps, le caractère d'une période chaude tertiaire et on lui a reconnu des oscillations climatiques avec déchéances thermiques.

Le schéma de Müller (1984), qu'on a partiellement reproduit à Fig. 2, est dressé sur la base des données des changements de la température de surface des

eaux dans le Néogène. Il montre des oscillations remarquables vers le Miocène final, tandis que le Tortonien est suffisamment chaud dans son cours.

Au moyen des recherches palynologiques on a constaté la présence de groupements végétaux de climat plus frais, représentés surtout par une ceinture de forêts à Conifères, qui atteint son expression la plus significative avec la présence de *Tsuga/Cedrus* dans les gisements de l'Italie du Nord, tandis qu'au Sud les abaissements thermiques sont mieux représentés par les courbes des plantes médiocraques, faute de témoignages sûrs de forêts de Conifères. On avait supposé d'abord que cette différence était liée à dischronisme dans le cadre messinien et par conséquent à l'appartenance à des épisodes ayant des conditions climatiques différentes. Mais la constante présence au Nord et l'absence au Sud des groupements moins thermophiles semble souligner la différence de latitude. Récemment des recherches palynologiques en cours dans le Messinien de Santa Ninfa (Sicile) semblent confirmer cette hypothèse.

Un examen minutieux des ensembles palynologiques messiniens a conduit désormais plusieurs Auteurs à chercher l'origine des paléopluies polliniques qui se sont déposées dans les couches messiniennes dans des ceintures de végétation différentes (Bertolani Marchetti,

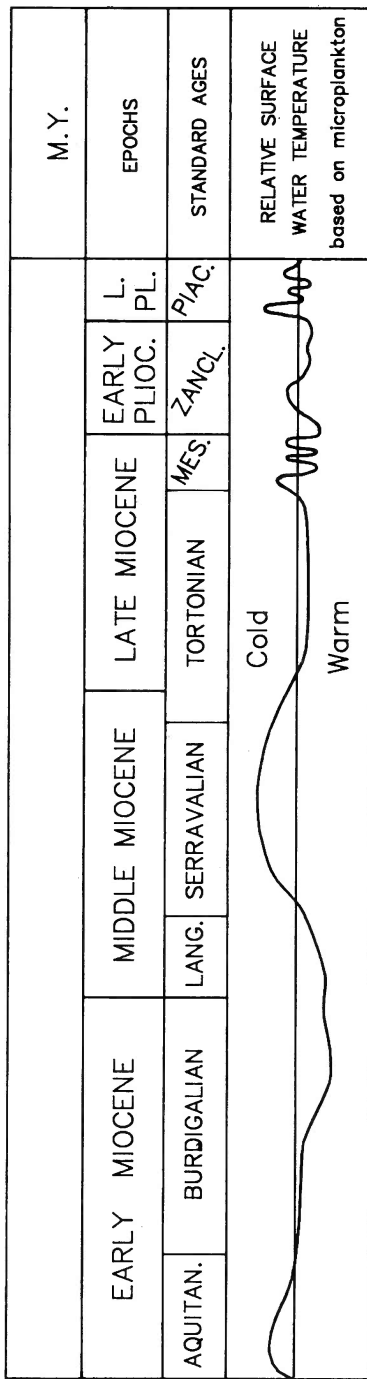


Fig. 2 - Courbes des changements de la température superficielle des eaux au Néogène selon Müller (1983, partiellement modifiée).

1961, 1984, 1985; Bertolani Marchetti & Cita, 1975; Bocquet *et al.*, 1978; Balduzzi *et al.*, 1980) qu'on a cherché à reconstruire selon les connaissances sur la végétation actuelle, surtout de l'Amérique et de l'Asie, en vue de la présence d'éléments, qui aujourd'hui sont

pour nous "exotiques", faisant partie d'associations dont on suppose la présence. Un cadre d'ensemble est donné à Fig. 3, où on a dressé une liste des taxons dont on a reconnu les pollens, avec leur placement dans les gisements de l'Italie du Nord, du DSDP 132 et des gypses près de Bologna et de la Romagne.

Les interprétations des différents Auteurs sont à peu près coïncidentes. Nous devons pourtant exprimer quelques doutes à l'égard du placement des Ericaceae que nous avons situé dans la ceinture altimétriquement inférieure libre de végétation arborescente et pas au dessus de la limite des arbres. Cela non seulement sur la base de la composition des groupements végétaux d'appartenance, mais pour l'action de filtrage de l'épaisse barrière d'arbres et de buissons qui pouvait empêcher les pollens des étages supérieurs de rejoindre le bassin de sédimentation, ou bien en laisser passer seulement de petites quantités.

Nous n'avons pas considéré les données de Cita, Follieri *et al.* (1978), basées sur des échantillons traités avec des méthodes trop drastiques pour des pollens, qui ont altéré la composition floristique originale et détruit beaucoup de grains à structure plus délicate, tandis que d'autres à sporoderme plus résistant, comme les Chenopodiaceae, ont survécu. Dans ces échantillons des pollens classifiés avec la méthode formale semblent seulement confirmer l'âge des sédiments.

Remarquable est la présence d'une forêt côtière ou bien de delta à *Taxodium*. Selon Bessedik (1983) ce groupement a succédé chronologiquement à partir du Miocène moyen à la mangrove tropicale marécageuse à *Avicennia* qui occupait les plaines littorales.

Le milieu côtier salé et sec ou bien marécageux revêt une grande importance pour l'établissement ou la persistance des formations inhérentes, qui tout d'abord peuvent sembler non cohérentes avec le recouvrement arborescent témoigné dans les spectres polliniques. De même on ne peut pas négliger les situations dues à des différences de versant.

Dans le milieu messinien on rencontre des alternances de gîtes de gypse cristallisé et de marnes; on s'est alors posé la question s'il est possible de reconnaître des rapports entre les changements de climat et de sédimentation. Une déposition de gypses en correspondance de périodes chaudes et sèches et de marnes dans des périodes plus fraîches, avec un ruissellement plus fort causé par des pluies abondantes peut être vraisemblablement présumée. L'ouverture et l'isolement des bassins de sédimentation pourrait être aussi une cause que les géologues devraient vérifier.

Dans le but de vérifier l'hypothèse climatique on a échantillonné une série de trois intercalations marneuses successives parmi les gypses dans l'aire du Farneto près de Bologna et un petit niveau argileux brun situé deux mètres à l'intérieur d'une des couches gypseuses.

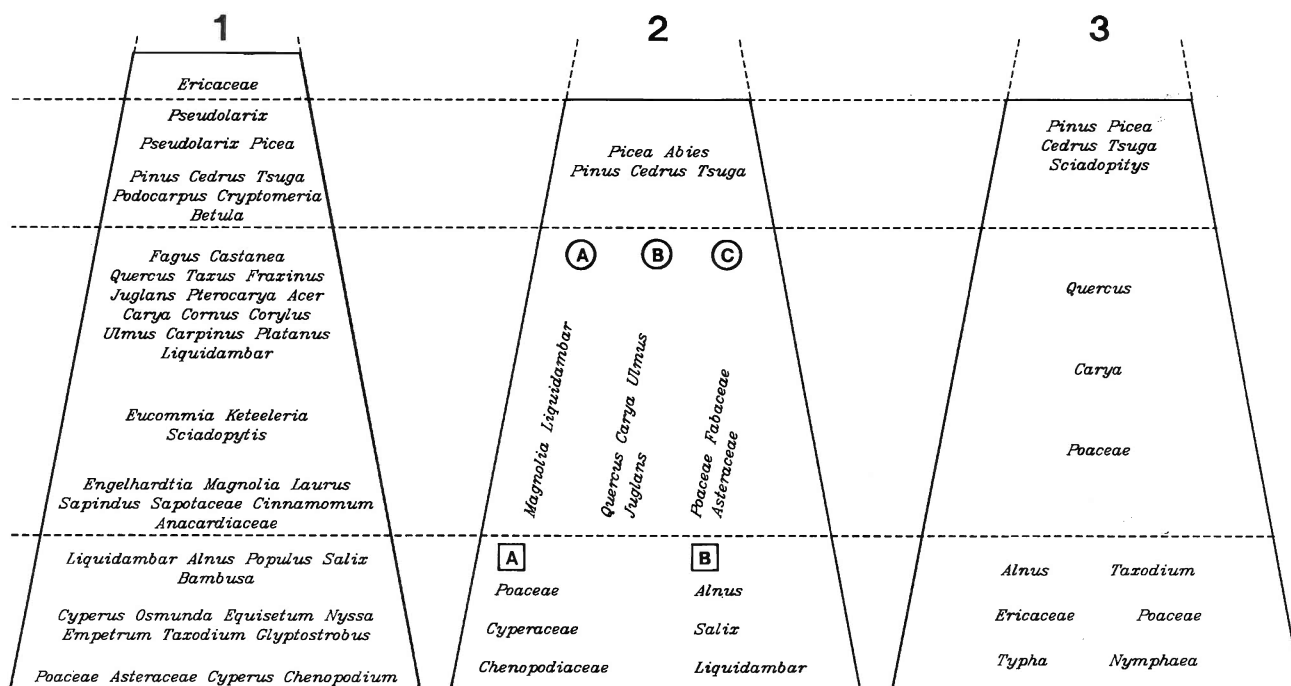


Fig. 3 - Représentation schématique des ceintures de végétation au Messinien selon les données palynologiques. 1) gisement de Carbonara Scrivia (Balduzzi *et al.*, 1980); 2) DSDP 132, élaboré par Widler & Bocquet (1980) sur données palynologiques de Bertolani Marchetti; 3) intercalations marneuses des gypses près de Bologna et de la Romagne (selon données palynologiques de Bertolani Marchetti dans plusieurs travaux: voir bibliographie).

Bref, les courbes des pourcentages des Médiocrates, bon indice thermique, ont des valeurs variables mais comprises entre 10 - 15% dans les intercalations, tandis que le petit niveau argileux compris dans la couche de gypse cristallisé touche 47,7% et révèle ainsi une forte thermophilie. On a aussi constaté que la thermophilie décroît par ondes successives à partir de l'intercalation marneuse inférieure, qui appartient vraiment à un Messinien initial pour sa position au dessus des couches tortoniennes, jusqu'au toit de l'intercalation supérieure qu'on a analysé. On peut envisager ainsi une tendance générale à un refroidissement climatique par pulsations successives (Bertolani Marchetti, 1984a).

A Eraclea Minoa (AG) aussi (Mariotti Lippi, 1987) on peut suivre, d'après les analyses polliniques, des variations climatiques dans le cadre d'une végétation plus thermophile du point de vue de la composition floristique et des pourcentages des divers taxons (Fig. 4, B). En procédant de la dernière intercalation marneuse de la série évaporitique inférieure vers le toit de la formation messinienne on observe un accroissement du nombre des taxons plus thermophiles jusqu'au niveau de l'Arenazzolo, tout à fait au dessous des "trubi" du Pliocène, au niveau desquels une inversion de cette tendance semble se vérifier.

Un échantillonnage intermédiaire (B) stratigraphiquement situé immédiatement au dessus d'une couche

gypseuse, ne peut pas être comparé aux autres niveaux. Cependant le refroidissement représenté par les pollens est encore un témoignage que les couches marneuses se sont probablement déposées pendant des oscillations froides du climat.

Nous ne disposons pas pour le moment de recherches palynologiques illustrant les rapports du Messinien avec le Tortonien et le Pliocène. La séquence de la "Cava Monticino" en Romagne (Marzi, 1986/87; Bertolani Marchetti & Marzi, 1988) nous a montré l'implication de la formation à "Colombacci" dans une période de climat frais, mais elle n'a pas fourni de données pour les argiles bleues pliocènes superposées, stériles à l'analyse pollinique.

La série de Falconara (Sicile) semble ne pas contenir de pollens par toute la partie messinienne et le long de 40 mètres du Tortonien supérieur. Pour le Tortonien moyen on a une séquence de spectres montrant une végétation subtropicale au contact avec le Tortonien inférieur et un milieu frais ou froid dans la partie centrale du diagramme (v. in Bertolani Marchetti, 1985, p. 528).

Dans l'aire de Conegliano/Vittorio Veneto (Accorsi & Gamberini, 1976) deux niveaux, respectivement du Messinien, près de Conegliano, et Pliocène à la carrière de Cornuda, ont donné des résultats palynologiques. Le premier échantillon montre la présence d'un remar-

quable pourcentage de Taxodiaceae (28%) et de médiocrates autour de 16%. Parmi ces dernières on a trouvé *Myrica*, qui n'a pas été retrouvée dans le Pliocène. L'échantillon pliocène a donné de modestes témoignages de végétation d'un milieu marécageux et d'un climat probablement frais (médiocrates 5% à peu près). Par suite de l'impossibilité d'établir des relations entre les deux niveaux susdits on ne peut tirer aucune conclusion.

Dans les échantillons soumis à examen palynologique du DSDP (Bertolani Marchetti & Accorsi, 1978) on enregistre quelque différence entre le pre-Messinien (Tortonien) et le Messinien, avec transition d'un climat modérément chaud à un climat plus frais et une diminution des médiocrates à la fin de ce cycle. Dans la partie messinienne de ce sondage on peut seulement entre apercevoir, pour le nombre réduit des pollens, des oscillations modérément chaudes et ensuite fraîches du climat, tandis qu'au début du Pliocène une régression climatique se manifeste, en concordance avec le schéma de Müller (1984).

L'agrandissement des aires continentales dans le Messinien a ouvert des possibilités nouvelles de migration pour les plantes et les animaux. Un exemple est donné par la distribution dans la Corse de *Morisia monanthos* (Viv.) Ascherson (fam. Brassicaceae), plante qui se répand au moyen de stolons ou bien par graines à petit rayon de diffusion à cause de la géocarpié qui lui est propre. Sa présence aux bouts nord et sud de l'île pourrait avoir été réalisée à travers deux différentes voies de pénétration dans la Corse, ou bien

selon une plaine côtière plus vaste incluant une aire géographique centrée sur les montagnes submergées de l'actuelle Mer Tyrrhénienne (Widler & Bocquet, 1980).

La crise de salinité a ouvert aux halophytes d'amples espaces à coloniser. La diffusion de ces plantes peut avoir été accompagnée par des phénomènes de ploïdie et d'autres semblables, qui peuvent justifier la criticité et la complexité de ces groupes.

Récemment des botanistes se sont adressés à la recherche des origines de la méditerranéité floristique et climatique, qui devraient correspondre à des phases d'aridité non favorables à des plantes de climat humide (chaud/humide?) qui ont produit une sélection sur les groupements végétaux, produisant ou favorisant ceux qui sont sur la ligne du maquis ou de la garrigue méditerranéenne actuelle (Fig. 4, A). Plusieurs Auteurs ont placé ces origines dans des temps bien différents, jusqu'à la période du maximum thermique postglacial. Puisqu'on a envisagé plusieurs époques pour ces événements on peut songer que de grandes pulsations climatiques, à mesure de temps géologiques, soient arrivées produisant, en progression sélective, des formations telles que la forêt à sclérophylles toujours vertes, ou bien d'autres liées à un certain degré d'humidité persistante, riches en plantes "tertiaires", c'est-à-dire de taxons qui ne vivent plus chez nous aujourd'hui, mais faisant partie de la végétation d'autres continents (Amérique, Asie, etc.).

Le Messinien semble constituer une borne inférieure acceptable, même si on a eu auparavant de première

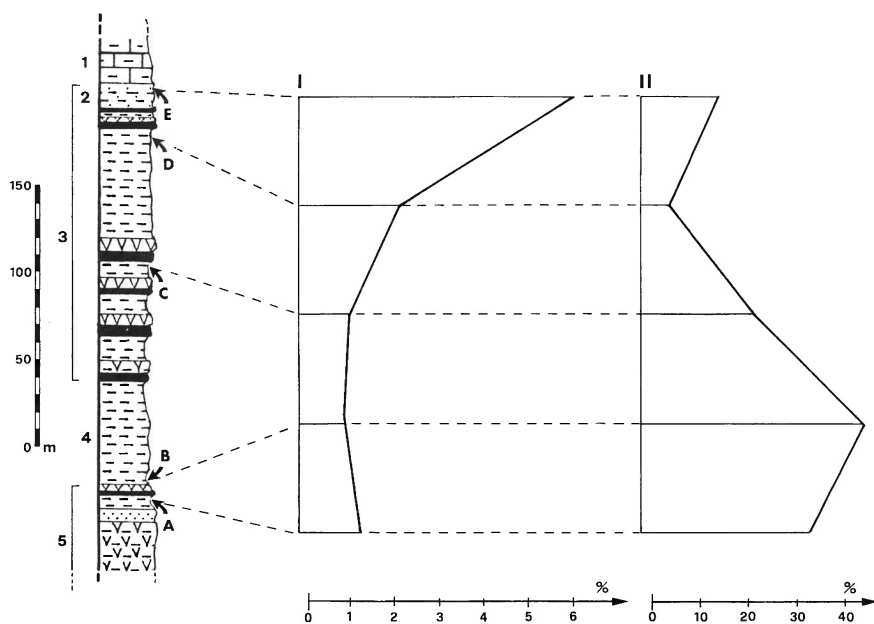


Fig. 4 - Le gisement d'Eraclea Minoa (Sicile). A gauche la stratigraphie d'après Decima (1964): A) trubi; B) Arenazzolo; C) série évaporitique supérieure; D) marnes intermédiaires; E) série évaporitique inférieure. Le graphique I donne l'allure des Xérophyles liées à la méditerranéité de la végétation; En II on a représenté les pourcentages des Conifères, liées à des conditions de climat frais ou froid.

res sélections dans les listes floristiques sans toucher de véritables groupements à physionomie méditerranéenne tels que nous les voyons aujourd'hui.

Pour conclure, les nombreux intérêts qui sont autour du Messinien sont ici exposés. Pour obtenir des résultats plus approfondis et concluants la pluridisciplinarité des recherches est évidemment nécessaire.

BIBLIOGRAPHIE.

- ACCORSI, C.A. & GAMBERINI, V., 1976, Ricerche palinologiche in sedimenti tardo-terziari della zona di Conegliano (Vittorio Veneto): *Giorn. Bot. Ital.*, 110: 468-469.
- BALDUZZI, A., BRAMBILLA, G. & VITTADINI ZORZOLI, M., 1980, Il paesaggio vegetale del Messiniano di Carbonara Scrivia (Alessandria): *Atti Ist. Geol. Univ. Pavia*, 28: 3-12.
- BERTOLANI MARCHETTI, D., 1961a, Aspetti mediterranei della vegetazione dei gessi bolognesi: *Atti Soc. Nat. e Mat. Modena*, 92: 151-159.
- , 1961b, Vicende di una antichissima laguna veneta messe in luce da ricerche palinologiche: *Mem. Biogeogr. Adriat.*, 5: 153-188.
- , 1962, Prime ricerche paleobotaniche sulla formazione gessosa messiniana nel bolognese: *Atti Soc. Nat. e Mat. Modena*, 93: 1-4.
- , 1968, Vegetational features in sediments of Messinian "Formazione gessoso-solfifera" in Emilia and Sicily (Italy) and Paleoclimatic Problems: Report of Twenty-Third Session of International Geological Congress Czechoslovakia, Abstracts, Academia Prague: 271.
- , 1972, Flora pollinica terziaria negli interstrati marnosi della formazione gessosa bolognese: *Mem. Rass. Spel. Ital.*, 10: 186-189.
- , 1980, Alla ricerca del passato. *In* Flora e vegetazione dell'Emilia-Romagna, Bologna, 6: 139-162.
- , 1984a, Analyse pollinique des intercalations marneuses du Messinien de la "Formazione gessoso-solfifera" (Bologna, Italie du Nord): *Paleobiologie continentale*, 14(2): 143-151.
- , 1984b, Some paleoclimatical and paleovegetational features of the Messinian in the Mediterranean on palynological basis: *Webbia*, 38: 417-426.
- , 1985, Pollen paleoclimatology in the Mediterranean since the Messinian time. *In* Geological evolution of the Mediterranean Basin, Springer Verlag, New York: 525-543.
- & CITA, B.M., 1975, Palynological researches on Late Messinian sediments recorded at DSDP Site 132 (Tyrrhenian Basin) and their bearing on the deep basin desiccation model: *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, 81: 281-308.
- & DEL CHICCA, M.G., 1966, Palynological researches about sediments in Messinian "Formazione gessoso-solfifera" in Emilia and Sicily: *Giorn. Bot. Ital.*, 73: 336-337.
- & MARZI, L., 1988, Palynological data on the Monticino Quarry sequence. *In* De Giuli, C. & Vai, G.B. (eds.), Fossil Vertebrates in the Lamone valley, Romagna Apennines - Field Trip Guidebook: 63-64, Faenza.
- BESSEDIK, M., 1983, The early Aquitanian and Upper Langhian-Lower Serravallian environments in the northwestern Mediterranean region: *Paleobiologie continentale*, 14(2): 153-179.
- , 1985, Reconstitution des environnements miocènes des régions nord-ouest méditerranéens à partir de la palynologie, These d'état, U.S.T.L., Montpellier, 162 pp.
- BOCQUET, G., WIDLER, B. & KIEFER, H., 1978, The Messinian Model - A new outlook for the floristics and systematics of the Mediterranean area: *Candollea*, 33: 269-287.
- CITA, B.M., FOLLIERI, M., LONGINELLI, A., MAZZEI, R., D'ONOFRIO, S. & BOSSIO, A., 1978, Revisione di alcuni pozzi profondi della pianura padana nel quadro del significato geodinamico della crisi di salinità del Messiniano: *Boll. Soc. Geol. Ital.*, 97: 297-316.
- DECIMA, A., 1964, Confronto tra i bacini della Paratetide e del Mediterraneo al limite Miocene-Pliocene: *Riv. Min. Sic. (anno XV)* 88-90: 3-7.
- MARIOTTI LIPPI, M., 1987, La sequenza pollinica di Eraclea Minoa (Sicilia centro-meridionale) nel quadro degli aspetti paleofloristici e paleovegetazionali del tardo Miocene italiano, Tesi di Dott. di Ricerca in "Sistemica ed Ecologia Vegetale (Biosistemica)" 1° ciclo, 139 pp.
- & BERTOLANI MARCHETTI, D., 1987, Contributo delle ricerche palinologiche nella sequenza di Eraclea Minoa (AG) ai problemi paleovegetazionali e paleobotanici del Messiniano: Abstracts del Convegno del Ventennale del Gruppo di Palinologia della S.B.I.: 9.
- MARZI, L., 1986-87, Ricerche palinologiche in sedimenti mio-pliocenici della zona di Brisighella (Ravenna). Lineamenti paleovegetazionali e paleoclimatici, Tesi di Laurea in Scienze Biologiche, Università di Modena.
- MÜLLER, C., 1984, Climatic evolution during the Neogene and Quaternary evidenced by marine microfossil assemblages: *Paleobiologie continentale*, 14(2): 359-369.
- TREVISAN, L., 1967, Pollini fossili del Miocene superiore nei tripoli di Gabbro (Toscana): *Palaeontographia Italica*, 42: 1-78.
- WIDLER, B.E. & BOCQUET, G., 1980, Il modello messiniano e la distribuzione bipolare di *Morisia monanthos* (Viv.) Ascherson (Brassicaceae) in Corsica: *Giorn. Bot. Ital.*, 114: 37-42.

(manuscript received May 25, 1988
accepted September 9, 1988)

Daria BERTOLANI MARCHETTI
Marta MARIOTTI LIPPI

Istituto Botanico
Università di Modena
viale Caduti in Guerra 127, 41100 Modena, Italy