

Laetitia Vecchi  
Christophe Morhange  
Pierre-Frédérique Blanc  
Jean Philippe Goiran  
Bui Thi Mai  
Michel Bourcier  
Pierre Carbonel  
Alain Demant  
Françoise Gasse  
Michel Girard  
Eric Verrecchia

---

## La mobilité des milieux littoraux de Cumes, Champs Phlégréens, Campanie, Italie du Sud

In: Méditerranée, Tome 94, 1-2-2000. Ports antiques et paléoenvironnements littoraux. pp. 71-82.

---

Citer ce document / Cite this document :

Vecchi Laetitia, Morhange Christophe, Blanc Pierre-Frédérique, Goiran Jean Philippe, Bui Thi Mai , Bourcier Michel, Carbonel Pierre, Demant Alain, Gasse Françoise, Girard Michel, Verrecchia Eric. La mobilité des milieux littoraux de Cumes, Champs Phlégréens, Campanie, Italie du Sud. In: Méditerranée, Tome 94, 1-2-2000. Ports antiques et paléoenvironnements littoraux. pp. 71-82.

doi : 10.3406/medit.2000.3158

[http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/medit\\_0025-8296\\_2000\\_num\\_94\\_1\\_3158](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/medit_0025-8296_2000_num_94_1_3158)

---

## Résumé

L'analyse sédimentologique de carottes prélevées au nord et au sud-ouest de l'acropole de Cumes met en évidence une histoire très différenciée des paléoenvironnements littoraux, l'activité volcanique ayant fortement perturbé le budget sédimentaire de cette portion du littoral des Champs Phlégréens. Au nord de la colline de Cumes, depuis 9000 ans environ, les éruptions ont accéléré le colmatage de la dépression de Licola, en déposant des tapis de cendres et en détruisant l'ensemble du couvert végétal, les tephres étant rapidement remaniés et entraînés vers le niveau de base. De plus, cette dépression connaît une métamorphose majeure puisqu'elle passe de lac littoral d'eau douce entre 7200 ans et 4900 ans BP à un milieu laguno-marin typique à partir de 3900 ans BP. La période qui s'échelonne de 3950 ans BP (soit entre 2550 ans et 2300 ans avant J.-C.) à 1900 ans BP (soit entre 35 ans avant J.-C. et 45 ans après J.-C.) est caractérisée par une lagune en communication avec la mer pendant environ deux millénaires. A l'époque de la fondation de la cité de Cumes, vers 730 ans avant J.-C, nous suggérons que la lagune de Licola a pu servir de bassin portuaire. En revanche, au pied sud-ouest de l'acropole nous n'avons identifié que des plages sableuses ayant pu servir éventuellement de zones de halage durant l'antiquité grecque. L'hypothèse séduisante de R.F. Paget (1968) d'un port lagunaire au sud-ouest de Cumes n'est donc pas exacte.

## Riassunto

All'estremità occidentale dei Campi Flegrei (Campania, Italia meridionale), la più antica delle colonie greche si è insediata a Cuma, alla metà dell'VIII secolo a.C. Gli archeologi hanno tentato di ritrovare le antiche strutture portuali ormai scomparse. Gli studi sedimentologici hanno smentito l'ipotesi di Paget (1968), che collocava il bacino portuale a ridosso delle propaggini meridionale di Monte di Cuma. La baia è stata precocemente colmata da materiale vulcanico e da colluvioni. Grazie alle datazioni mediante il radiocarbonio, agli studi biologici e mineralogici, la storia delle lagune a nord di Cuma può essere ricostruita per una buona parte dell'Olocene. Tra il 7200 BP ed il 4900 BP si riconosce un lago d'acqua dolce. A partire dal 3950 BP, la laguna entra in comunicazione con il mare fino al 1950 BP. In questa depressione si sono depositati i prodotti di tre eruzioni vulcaniche locali (Baia 8400 BP, Agnano 4400 BP ed Averno 3700 BP). Il settore della zona nord di Cuma sembra dunque un ambiente naturale favorevole all'installazione di bacini portuali protetti a partire dal 3950 BP (2550 a. C. -2300 a.C). Questo ambiente ha potuto dunque costituire una zona di riparo costiero fin dall'epoca arcaica.

## Abstract

Sedimentological analysis of cores taken in the vicinity of the acropolis of Cumes shows two different palaeo-environments. In the North of Cumes (Licola sector), a lagoon connected the sea between 3950 years BP (2550-2300 cal. BC) and 1900 years BP (35 cal BC- 45 cal BP). It is thus probable that this site was a protected harbor for the first Greek colony of Magna Grecia. On the contrary, in the South of Cumes, sandy- beaches (potential slipways) were identified. Therefore, the Paget hypothesis (1968) of a protected lagoon harbor, South of Cumes, must be reconsidered.

## La mobilité des milieux littoraux de Cumes, Champs Phlégréens, Campanie, Italie du Sud

Laetitia VECCHI <sup>1</sup>  
 Christophe MORHANGE <sup>1</sup>  
 Pierre-Frédérique BLANC <sup>1</sup>  
 Jean-Philippe GOIRAN <sup>1</sup>  
 BUI THI MAÏ <sup>2</sup>  
 Michel BOURCIER <sup>3</sup>  
 Pierre CARBONEL <sup>4</sup>  
 Alain DEMANT <sup>5</sup>  
 Françoise GASSE <sup>1</sup>  
 Michel GIRARD <sup>2</sup>  
 Eric VERRECCHIA <sup>6</sup>

**Résumé** - L'analyse sédimentologique de carottes prélevées au nord et au sud-ouest de l'acropole de Cumes met en évidence une histoire très différenciée des paléoenvironnements littoraux, l'activité volcanique ayant fortement perturbé le budget sédimentaire de cette portion du littoral des Champs Phlégréens. Au nord de la colline de Cumes, depuis 9000 ans environ, les éruptions ont accéléré le colmatage de la dépression de Licola, en déposant des tapis de cendres et en détruisant l'ensemble du couvert végétal, les tephres étant rapidement remaniés et entraînés vers le niveau de base. De plus, cette dépression connaît une métamorphose majeure puisqu'elle passe de lac littoral d'eau douce entre 7200 ans et 4900 ans BP à un milieu laguno-marin typique à partir de 3900 ans BP. La période qui s'échelonne de 3950 ans BP (soit entre 2550 ans et 2300 ans avant J.-C.) à 1900 ans BP (soit entre 35 ans avant J.-C. et 45 ans après J.-C.) est caractérisée par une lagune en communication avec la mer pendant environ deux millénaires. A l'époque de la fondation de la cité de Cumes, vers 730 ans avant J.-C., nous suggérons que la lagune de Licola a pu servir de bassin portuaire. En revanche, au pied sud-ouest de l'acropole nous n'avons identifié que des plages sableuses ayant pu servir éventuellement de zones de halage durant l'antiquité grecque. L'hypothèse séduisante de R.F. PAGET (1968) d'un port lagunaire au sud-ouest de Cumes n'est donc pas exacte.

**Riassunto** - All'estremità occidentale dei Campi Flegrei (Campania, Italia meridionale), la più antica delle colonie greche si è insediata a Cuma, alla metà dell'VIII secolo a.C. Gli archeologi hanno tentato di ritrovare le antiche strutture portuali ormai scomparse. Gli studi sedimentologici hanno smentito l'ipotesi di PAGET (1968), che collocava il bacino portuale a ridosso delle propaggini meridionale di Monte di Cuma. La baia è stata precocemente colmata da materiale vulcanico e da colluvioni. Grazie alle datazioni mediante il radiocarbonio, agli studi biologici e mineralogici, la storia delle lagune a nord di Cuma può essere ricostruita per una buona parte dell'Olocene. Tra il 7200 BP ed il 4900 BP si riconosce un lago d'acqua dolce. A partire dal 3950 BP, la laguna entra in comunicazione con il mare fino al 1950 BP. In questa depressione si sono depositi i prodotti di tre eruzioni vulcaniche locali (Baia 8400 BP, Agnano 4400 BP ed Averno 3700 BP). Il settore della zona nord di Cuma sembra dunque un ambiente naturale favorevole all'installazione di bacini portuali protetti a partire dal 3950 BP (2550 a.C.-2300 a.C.). Questo ambiente ha potuto dunque costituire una zona di riparo costiero fin dall'epoca arcaica.

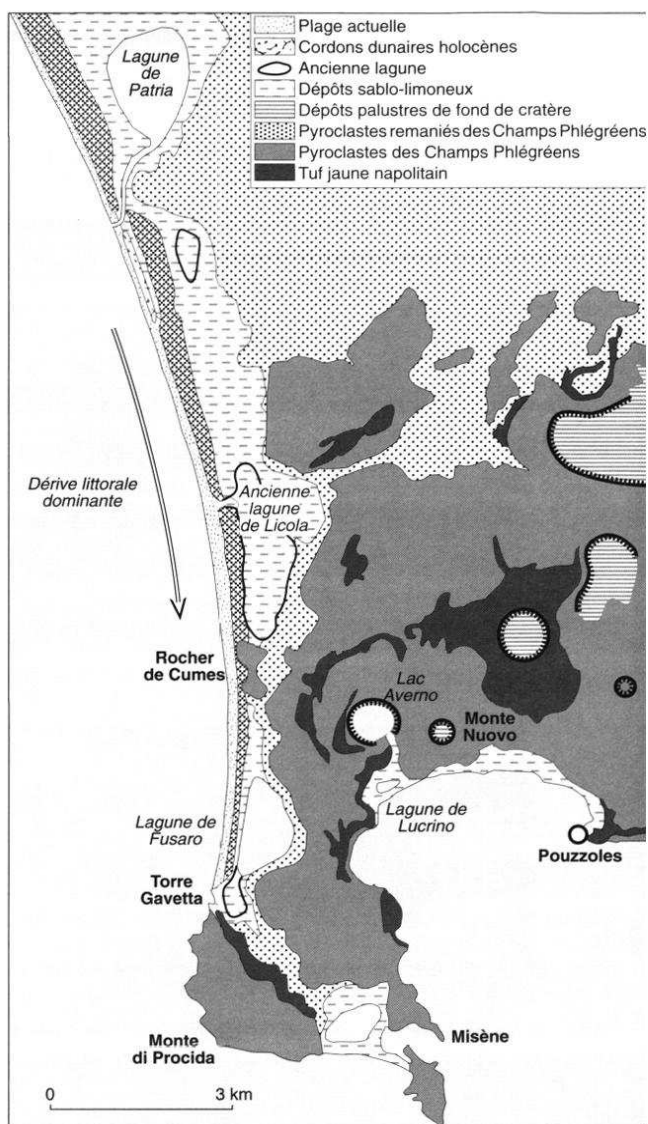
**Abstract** - Sedimentological analysis of cores taken in the vicinity of the acropolis of Cumes shows two different palaeoenvironments. In the North of Cumes (Licola sector), a lagoon connected the sea between 3950 years BP (2550-2300 cal. BC) and 1900 years BP (35 cal BC- 45 cal BP). It is thus probable that this site was a protected harbor for the first Greek colony of Magna Grecia. On the contrary, in the South of Cumes, sandy beaches (potential slipways) were identified. Therefore, the Paget hypothesis (1968) of a protected lagoon harbor, South of Cumes, must be reconsidered.

1. CEREGE, Europôle méditerranéen de l'Arbois, Aix-en-Provence.
2. CRA, Laboratoire de palynologie, Sofia-Antipolis, Valbonne.
3. COM, CNRS, UMR 6535, Station Marine d'Endoume, Marseille.
4. Laboratoire de micropaléontologie, CNRS, UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux I, Talence.
5. Laboratoire de pétrologie magmatique, Faculté des Sciences de Saint-Jérôme, Aix-Marseille III, Marseille.
6. Laboratoire de paléontologie analytique et de géologie sédimentaire, CNRS, UMR 5561, Université de Bourgogne, Dijon.

La cité grecque de Cumes, en Italie du Sud, fondée vers 730 ans avant J.-C., est la doyenne des colonies d'Occident (BOARDMAN, 1995). C'est aussi paradoxalement l'une des plus mal connue. Ce site pose, depuis plusieurs décennies, un problème paléogéographique et archéologique de variations latérales de la ligne de rivage et de localisation des ports antiques (ALBORE LIVADIE, 1986 et 1991). En 1995-97, dans le cadre du programme KYME, sous la direction de Michel BATS, nous avons pu, grâce à deux campagnes de carottages aux pieds sud-ouest et nord de l'acropole, préciser la dynamique paléoenvironnementale du littoral de Cumes depuis environ 9000 ans et proposer une nouvelle hypothèse de localisation des ports antiques.

Le site de Cumes (fig.1) n'est pas idéal pour la localisation d'abris côtiers : la côte actuelle est dangereuse pour la navigation en raison de la présence de hauts fonds sous la forme de rides sous-marines. R.F. PAGET (1968) avait imaginé qu'une dépression d'arrière-dune, au pied sud-ouest de l'acropole de Cumes en connexion avec la lagune de Fusaro plus au sud, permettait d'abriter des navires à l'époque antique. Il était donc logique dans un premier temps (campagne de 1996) d'essayer de retrouver ce port grec initial dans un des rares milieux potentiellement abrités de la côte. L'objectif de notre travail a donc été de vérifier cette hypothèse puis de tenter de retrouver des milieux susceptibles d'avoir accueilli la flotte de la première colonie grecque d'Occident (campagne de 1997 ; BATS, 1998).

FIG. 1 - LOCALISATION DU SITE DE CUMES EN CAMPANIE  
(Carte géologique d'après SEGRE, 1967)



## 1 - PRÉSENTATION DU SITE ET ÉTAT DE LA QUESTION

Au contact entre la zone volcanique des Champs Phlégréens à l'est (SCANDONE *et al.*, 1991) et le delta du Volturno plus au nord, l'acropole de Cumes occupe une colline escarpée (fig. 2). Ce culot trachytique domine d'environ 80 mètres une côte meuble et régularisée (WUNDERLICH, 1971 ; fig. 3), constituée d'un ensemble de cordons dunaires végétalisés, dominant de quelques mètres une succession de dépressions d'arrière-dunes plus ou moins marécageuses (SEGRE, 1967). Du nord au sud, on localise l'ancienne lagune de Licola bonifiée entre la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et l'entre deux-guerres (BERTARELLI, 1922), la dépression bonifiée de Cumes et la lagune de Fusaro (fig.4).

Une première campagne de quatre carottages (C II/96, C III/96, C IX/96 et C X/96, au carottier à piston stationnaire) menée par Michel GUILLEMARD du CETE-Méditerranée, en décembre 1996, a été effectuée au pied sud-ouest de l'acropole (GOIRAN,

1997). Une deuxième campagne entreprise par la société Techno-In, en novembre 1997, (C I/97, C II/97, C III/97 et C VI/97, par la technique plus classique du carottage rotatif) a permis de récupérer et d'étudier quatre nouvelles carottes dont trois au nord de l'acropole, sur le site de l'ancienne lagune de Licola (VECCHI, 1999), et une au pied sud-ouest de la colline de Cumes (BLANC, 1999).

R.F. PAGET (1968) a proposé, à partir de données de la photo-interprétation, de situer les bassins portuaires grecs au pied sud-ouest de l'acropole. Cette interprétation a été systématiquement reprise (par exemple, JOHANNOWSKY, 1975) car elle est topographiquement séduisante. Les récentes fouilles archéologiques entreprises par P. CAPUTO sur un sanctuaire du I<sup>er</sup> siècle avant J.-C. (CAPUTO, 1998) puis par l'équipe du Centre Jean Bérard, ont révélé une occupation humaine de l'époque augustéenne à l'Antiquité tardive (villas maritimes, structures



FIG. 2 - LA COLLINE TRACHYTIQUE DE CUMES, DOMINANT LA CÔTE DOMITIENNE D'ENVIRON 80 MÈTRES.

Vue prise de la dépression d'arrière-dune au pied ouest de l'acropole (cliché MORHANGE).



FIG. 3 - VUE DE LA PLAGE ACTUELLE AU PIED OUEST DE LA COLLINE DE CUMES (cliché MORHANGE).

bâties et tombes) et permettent d'infirmier les interprétations de R.F. PAGET concernant l'identification d'éventuelles structures portuaires de sub-surface (quai, môle, zone de halage, chenal, phare...). La présence de la nappe phréatique n'a malheureusement pas permis de descendre au-delà des niveaux romains et de mettre en évidence d'hypothétiques structures portuaires plus profondes.

Les travaux de carottages entrepris dans le cadre du vaste projet Eubea à la fin des années 1980 (BRAVI *et al.*, 1989 ; SCHIATTARELLA, 1989-1990 ; AMALFITANO *et al.*, 1990 ; ARTHUR *et al.*, 1991 ; CAPUTO *et al.*, 1996) ont proposé de confirmer la localisation du port initial, en fonction jusqu'au II<sup>e</sup> siècle après J.-C., au pied sud-ouest de l'acropole à

partir de critères biosédimentologiques peu convaincants. Cette étude pluridisciplinaire a curieusement souffert de l'absence totale de datations radiométriques. De plus, les auteurs ne décrivent que des sédiments meubles grossiers ou sableux d'origine marine qui n'évoquent en rien la présence d'un plan d'eau protégé de type lagunaire, susceptible de piéger en masse et sur des épaisseurs importantes des particules limono-argileuses de taille beaucoup plus réduite.

La nature volcanique de la majorité des sédiments a rendu difficile les interprétations des analyses granulométriques sur les fractions sableuses et limoneuses. De plus, les bio-indicateurs calcaires classiques dans ce type de milieu volcanique siliceux

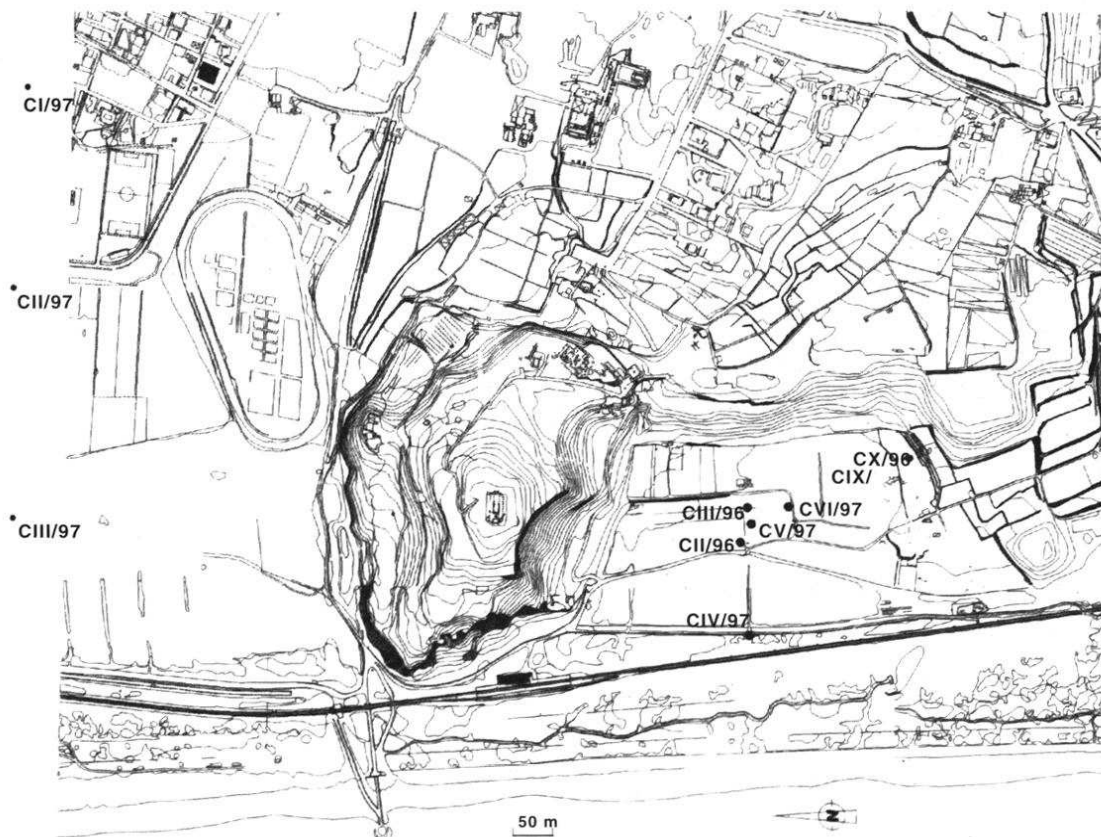


FIG. 4 - PLAN DE LOCALISATION DES ENVIRONS DE CUMES ET D'IMPLANTATION DES CAROTTAGES

sont quasi absents (macrofaune, ostracodes, foraminifères...). Nous avons donc entrepris la détermination des assemblages de microflore siliceuse de diatomées. L'étude minéralogique des fractions clastiques a été effectuée au microscope polarisant, au microscope électronique à balayage et par diffractométrie aux rayons X. L'analyse palynologique de quelques prélèvements limoneux

suffisamment riches en pollen a permis de préciser l'histoire de la végétation littorale, les niveaux sableux étant complètement stériles. Les datations isotopiques ont été effectuées au laboratoire du radiocarbone de Lyon sur la phase organique totale. Les datations ont été calibrées en tenant compte de l'origine continentale du matériel daté (matière organique et calibration selon STUIVER et REIMER, 1993).

## 2 - DESCRIPTION DES FACIÈS PRÉSENTS DANS LES CAROTTES AU SUD-OUEST DE L'ACROPOLE

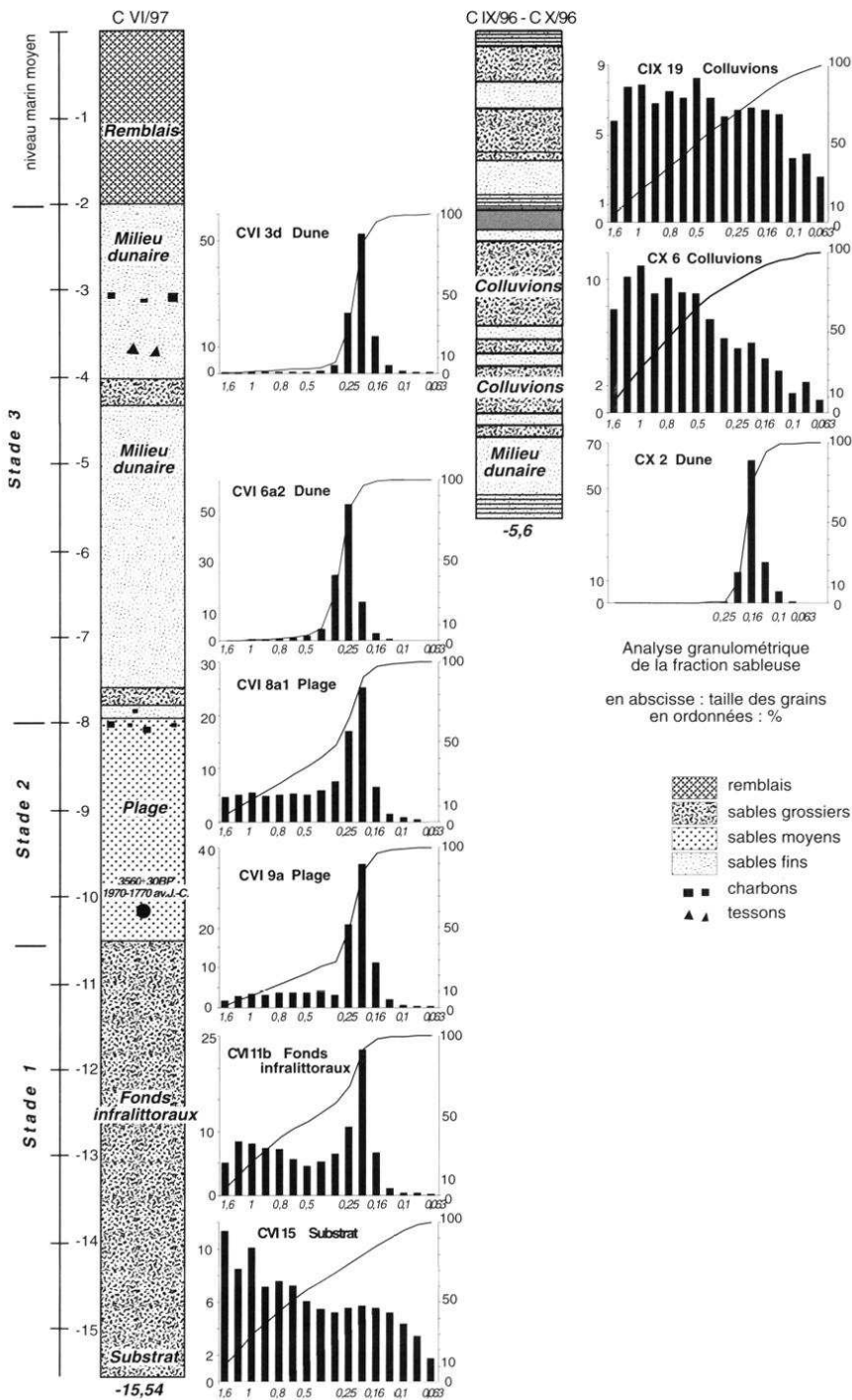


FIG. 5 - STRATIGRAPHIE DE DEUX CAROTTES PRÉLEVÉES AU PIED SUD-OUEST DE CUMES.

Les cinq carottes étudiées présentent, sous une couche superficielle terreuse correspondant à une bonification récente de ce secteur, trois principaux faciès sédimentologiques (fig. 5) :

**2.1.** Au pied de la falaise morte de Cumes (carottes C IX/96 et C X/96, fig. 5), les sédiments en vrac sont composés de tephras remaniés. Des niveaux lités alternent avec des formations hétérogènes et de nombreux passages à forte concentration de ponces. Ces sédiments grossiers emballent aussi des charbons de bois et des tessons. Ces apports proviennent de l'érosion des versants et traduisent des dynamiques colluviales. On note aussi un enrichissement en limons et en argiles pour certains lits (d'environ 40%) qui peut correspondre à des décapages pédologiques. Ces accumulations colluviales peuvent être liées à des spasmes détritiques en relation avec des événements pluviométriques ainsi qu'à des glissements de terrain. Cette mobilité des versants s'explique par la pente forte de l'escarpement de la falaise morte et une dénivellation d'environ 40 mètres au droit du promontoire sud qui domine les carottages C IX/96 et C X/96.

**2.2.** Des sédiments à plus de 95% sableux, constitués de sables fins assez bien triés, évoquent les milieux dunaires actuels. Les histogrammes de répartition granulométriques sont unimodaux. Les échantillons présentent une grande diversité minéralogique caractéristique du cortège des Champs Phlégréens

(principalement pyroxène, biotite, sanidine, plagioclase...). Les rares quartz sont peu émoussés, mais leurs faces picotées traduisent un mitraillage éolien. De plus, nous avons récolté quelques gastéropodes pulmonés terrestres. La microfaune est presque inexistante. Quelques globigérines sont remaniées. Elles possèdent des surfaces mates et oxydées, suggérant une remobilisation éolienne et une évolution prolongée en milieu émergé comme pour la base de la carotte C IX/96 C X/96 et le sommet de la carotte C VI/97. Parfois, certains lits sont typiquement entrecroisés.

marins proches de la ligne de rivage. Les histogrammes présentent des formes plus polymodales. Les foraminifères sont en effet un peu plus nombreux (5% du contenu du sédiment) mais il n'y a pas d'ostracodes. On individualise deux stocks de foraminifères. Un tiers de la microfaune est oxydé et corrodé, donc remanié. Les deux autres tiers restant sont assez bien conservés. Il est très difficile, sous peine de surinterprétation, de différencier avec certitude la plage aérienne de la plage sous-marine. Les milieux actuels de sédimentation immergés et émergés montrent d'ailleurs des sédiments identiques. Les grains de quartz semblent cependant plus picotés par l'effet du vent sur la plage aérienne.

**2.3. Des sables souvent un peu plus grossiers et moins bien triés peuvent traduire des milieux**

**3 - DESCRIPTION DES FACIÈS PRÉSENTS DANS LES CAROTTES AU NORD DE L'ACROPOLE**

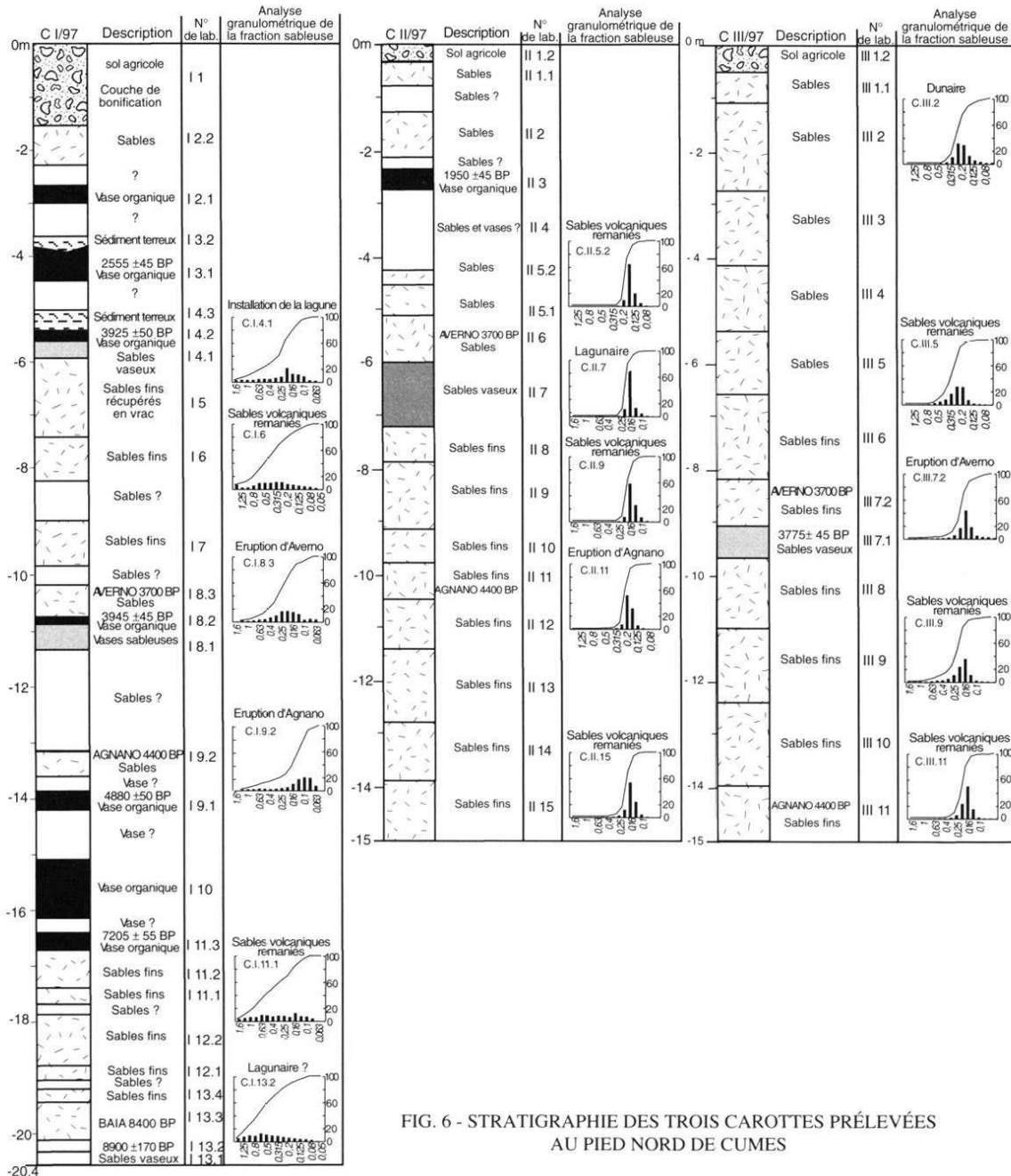


FIG. 6 - STRATIGRAPHIE DES TROIS CAROTTES PRÉLEVÉES AU PIED NORD DE CUMES

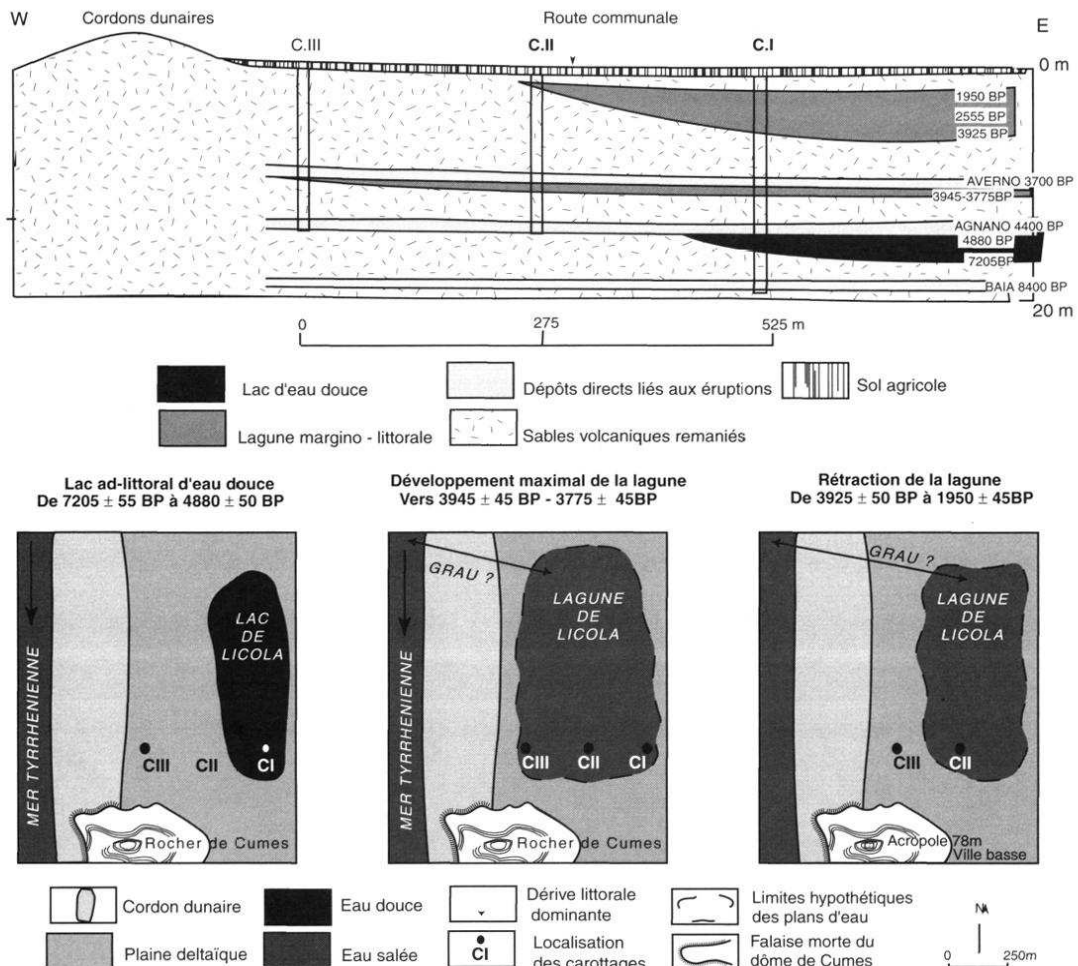


FIG. 7 - COUPE STRATIGRAPHIQUE SIMPLIFIÉE DES CAROTTES C I/97, C II/97 ET C III/97, AU NORD DE CUMES

Les trois carottes présentent quatre autres types de faciès sédimentologiques, différents de ceux du sud-ouest (fig. 6 et 7) :

**3.1. Des sédiments fins, riches en matière organique qui évoquent des modes de dépôt calme.** Ces sédiments sont constitués de près de 100% de limons et d'argiles, typiques d'une décantation prédominante. Les minéraux volcaniques sont absents ou très altérés. Les assemblages de diatomées et les analyses palynologiques permettent de distinguer deux types de milieux (fig. 8 et 9) :

A la base du carottage C I/97, les niveaux C I 11.3, 10 et tout particulièrement le niveau 9.1, datés entre 7205 ans BP (Ly 8673) et 4880 ans BP (Ly 8672), sont caractérisés par de nombreuses diatomées assez peu diversifiées. On observe principalement deux grandes espèces d'eau douce (*Pinnularia maior* et *Epithemia adnata*) accompagnées de nombreuses espèces également d'eau douce mais de taille plus réduite (*Amphora lybica*, *Aulacoseira italica*, *Caloneis bacillum*, *Diploneis ovalis*, *Fragilaria construens*, *Nitzschia amphibia*...). On observe aussi un deuxième stock moins important d'espèces euryhalines comme *Anomoeoneis sphaerophora* ou *Nitzschia hungarica* et de rares espèces d'eau salée dans quelques niveaux

(*Cyclotella meneghiniana*, *Nitzschia granulata*, *Nitzschia nana*, *Rhopalodia musculus*...). Les pollens décrivent une végétation arborée où se côtoient des chênes blancs et des chênes verts qui devaient prospérer sur des terrains relativement secs (fig. 9). On note aussi des noisetiers, des charmes, des hêtres et des aulnes qui devaient coloniser des milieux plus humides. Les nombreux pollens de fougères, de *Typha*, de cypéracées et de rubanier précisent l'existence d'une végétation rivulaire à proximité d'une zone d'eau douce.

Les deux niveaux limoneux sus-jacents sont datés entre 3945 ans BP (Ly 8732) et 3775 ans (Ly 9158) et 3925 ans BP (Ly 8734) et 1950 ans BP (Ly 9156). Ils sont caractérisés par la prédominance de diatomées d'eau salée pour le niveau C I/97 8.2. Nous distinguons trois stocks (fig. 8). Des diatomées d'eau salée (*Melosira moniliformis*, *Amphora arcus*, *Mastogloia pumila*...) traduisent une communication entre le plan d'eau et le domaine marin. Le nombre de diatomées d'eau salée est estimé à environ 50% du nombre total des valves. Un deuxième stock, représentant environ 20% de la taphocénose, est composé d'espèces d'eau saumâtre (*Cyclotella meneghiniana*, *Amphora veneta*, *Anomoeoneis sphaerophora*...). Certaines espèces sont nettement euryhalines (*Nitzschia punctata*,



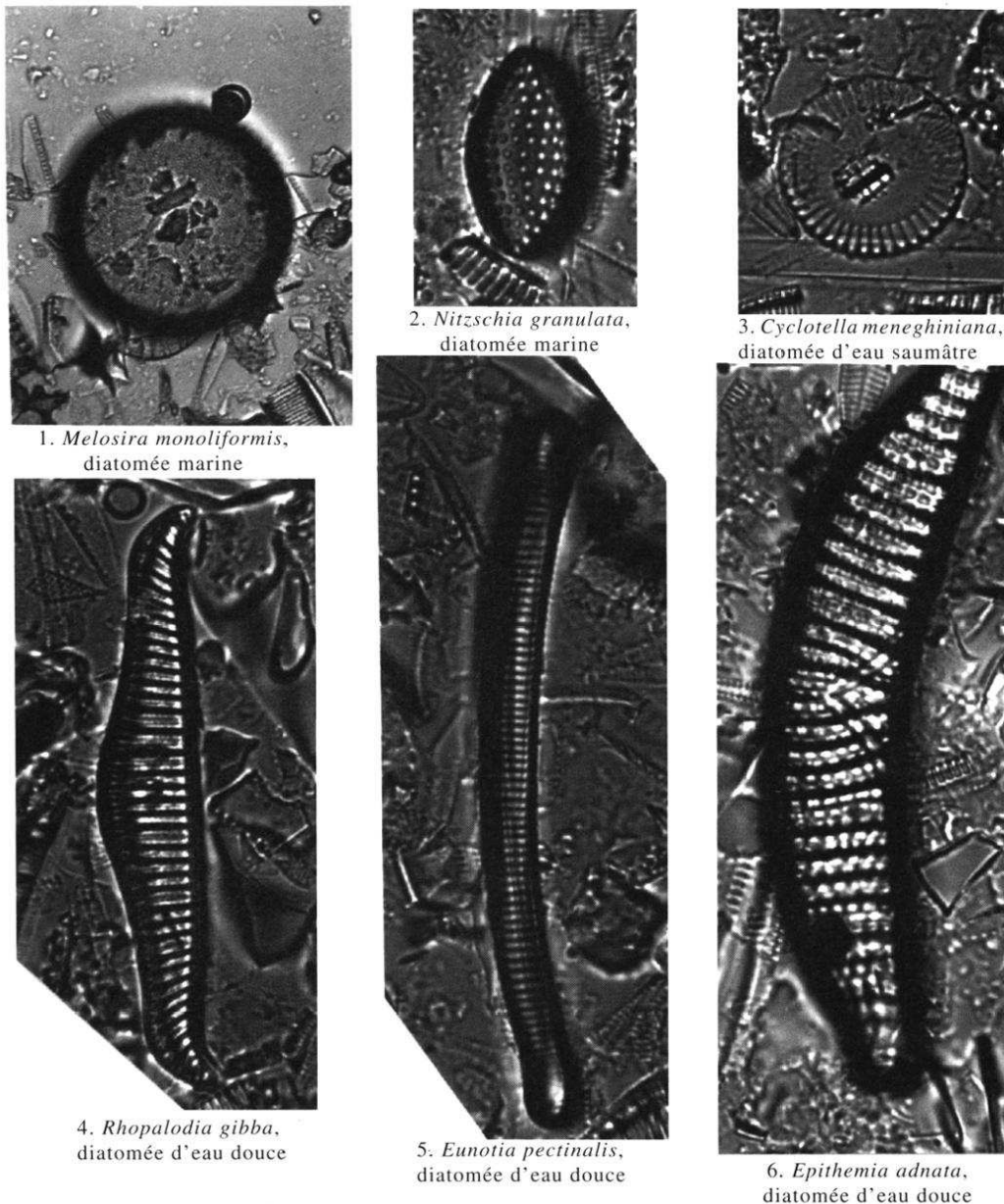


FIG. 8 - EXEMPLES DE DIATOMÉES D'EAU DOUCE, D'EAU SAUMÂTRE ET D'EAU SALÉE  
Clichés 1-2-3 : grossis 400 fois ; 4-5-6 : grossis 1000 fois ; (clichés Vecchi).

*Nitzschia sigma*, *Nitzschia vitrea*, *Coconeis placentula*...). Un troisième stock est constitué de diatomées d'eau douce (*Bacillaria paradoxa*, *Amphora perpusilla*, *Aulacoseira italica*, *Epithemia adnata*, *Hantzschia granulata*, *Rhopalodia gibba*...) pour environ 30% du nombre total des valves.

Les ostracodes présents dans le niveau lagunaire C III/97 7.1 (daté vers 3775 ans BP) correspondent à une microfaune laguno-marine diversifiée. Les nombreux pollens de chénopodiacées (70% environ) correspondent aussi à une végétation locale développée sur un sol devenu salé vraisemblablement à proximité d'un plan d'eau marin (fig. 9). Les ostracodes présents dans le niveau lagunaire C II/97 3 (daté vers 1950 ans BP) sont adaptés à un milieu laguno-saumâtre. Les deux espèces *Cyprideis torosa* et *Loxoconcha elliptica* sont en place car les valves sont connectées. Ils traduisent un confinement plus accentué du milieu.

3.2. Des sédiments sableux qui traduisent les dépôts directs des principales éruptions depuis 9000 ans. Grâce à l'étude minéralogique et au calage par les datations radiocarbone, nous avons pu identifier les dépôts corrélatifs directs de trois principales éruptions qui ont affectées les Champs Phlégréens depuis 9000 ans (ROSI et SBRANA, 1987). Il s'agit des éruptions de Baia (vers 8400 ans BP), d'Agnano (vers 4400 ans BP) et d'Averno (vers 3700 ans BP). Ces unités sableuses sont en effet constituées de matériel d'origine volcanique. On distingue le cortège minéralogique classique du volcanisme phlégréen (pyroxène, biotite, sanidine, plagioclase, plus rarement d'amphibole et de magnétite). Les minéraux sont automorphes et les fragments de ponce sont abondants et vésiculés, évoquant des remaniements réduits.

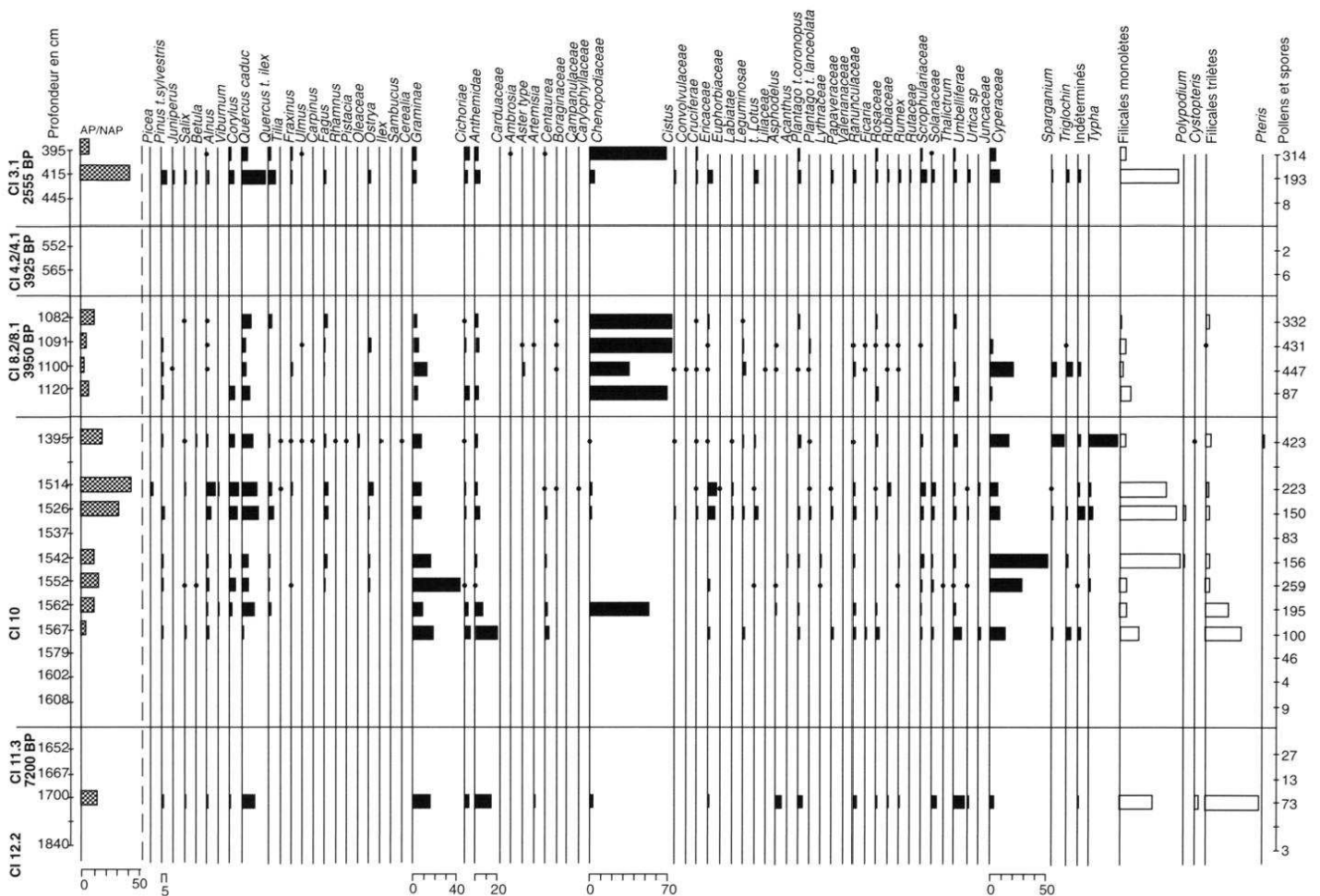


FIG. 9 - DIAGRAMME POLLINIQUE PROVISoire DES NIVEAUX LIMONEUX DE LA CAROTTE C I/97  
 AP : pollen arboréen, NAP : pollen non arboréen. (Analyses BUI THI MAÏ, 1999).

**3.3. Des sédiments volcaniques remaniés principalement par le colluvionnement. Quatre critères différencient ces dépôts des précédents.**

- Les minéraux sont altérés.
- La diffractométrie aux rayons X permet aussi de mettre en évidence du quartz dans les niveaux remaniés. La présence de quartz est anormale dans le cadre du volcanisme phlégréen potassique sous-saturé en silice (GADOW, 1971 ; ROSI et SBRANA, 1987). Ces grains ne peuvent donc provenir que du bassin-versant du fleuve Volturno plus au nord et d'un remaniement par la dérive littorale dominante de direction sud-est (PESCATORE, 1970 ; REINECK et SINGH, 1971 ; COCCO *et al.*, 1980 et 1984).
- De plus, l'aspect de surface des cristaux de sanidine observé au MEB est très différent. S'il s'agit de dépôts volcaniques directs, les sanidines présentent des morphologies particulières avec du verre microvésiculé «accroché» sur les faces des cristaux (fig. 10. 1), impliquant l'absence d'abrasion et donc de transport. Dans le cas des sanidines remaniées ici observées, les cristaux sont tous émoussés (fig. 10. 2).

- La présence de microfaune calcaire corrodée et donc remaniée, principalement quelques foraminifères.

Le volcanisme phlégréen a donc joué un rôle majeur dans le colmatage progressif de la dépression de Licola.

**3.4. Des sables dunaires caractérisés par une phase à la fois silicatée et carbonatée. Certains niveaux des carottes C II/97 et C III/97 présentent une calcite abondante sous la forme d'un ciment interstitiel entre les minéraux volcaniques altérés et les quartz. La calcite est issue de carbonates détritiques primaires et remaniés. La majorité des carbonates sont d'origine marine et sont composés de foraminifères, de fragments d'algues et de lithoclastes. Accessoirement, on distingue aussi de gros cristaux remaniés de sparite d'origine continentale. On n'observe pas de recristallisation secondaire. Ces différents éléments traduisent un milieu sableux drainant typique d'un cordon dunaire (fig. 11).**

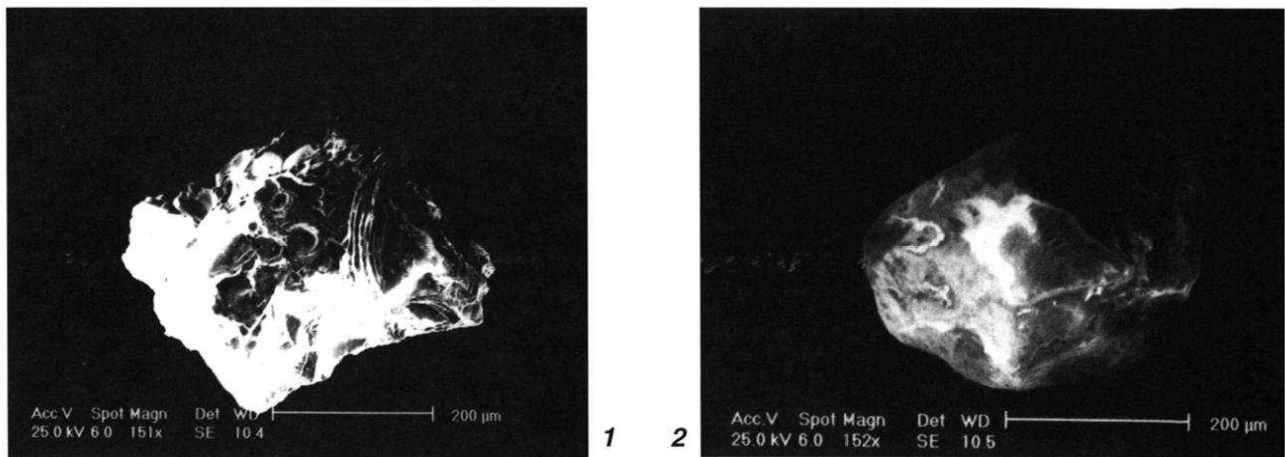


FIG. 10 - ASPECT DE SURFACE DES CRISTAUX DE SANIDINE AU MEB.

1 : Dépôts volcaniques directs, les sanidines présentent des morphologies particulières avec du verre microvésiculé «accroché» sur les faces des cristaux, impliquant l'absence d'abrasion et donc de transport. 2 : Sanidines remaniées aux formes éoussées et arrondies (clichés NOTTONIER).

#### 4 - TENTATIVE DE RECONSTITUTION CHRONOLOGIQUE

##### 4.1. Evolution des paléoenvironnements au nord de l'acropole (fig. 7)

L'analyse sédimentologique des trois carottes étudiées au nord de l'acropole met en évidence une histoire très segmentée des paléoenvironnements littoraux de ce secteur. Nous pouvons en effet distinguer une succession de six épisodes très différents les uns des autres.

*Stade 1 : entre 7205 ans BP (soit entre 6150 ans et 5900 ans avant J.-C.) et 4880 ans BP (soit entre 3750 ans et 3500 ans avant J.-C.),* on constate la présence d'un corps sédimentaire organique caractéristique d'un lac. La microflore de diatomées est dominée par des espèces d'eau douce, et les pollens décrivent des végétations adaptées aux terrains hydromorphes mettant en évidence la présence d'une barrière entre le domaine marin et la dépression. Le cordon dunaire de la marge sud du Volturno a bloqué les écoulements fluviaux vers la mer. Cet obstacle date donc d'au moins 7000 ans, période de début de stabilisation de la montée eustatique du niveau de la mer à l'Holocène (FLEMING *et al.*, 1998). Plus au nord, dans les secteurs du Lago de Patria, la lagune a au moins 6600 ans BP, suggérant la présence d'un cordon dunaire à l'aval (BARA *et al.*, 1996). Au Sud du Vésuve, la base d'un ancien cordon dunaire de la plaine du Sélé a aussi été daté vers 5500 ans BP (CINQUE *et al.*, 1988 et GUY, 1990), traduisant une régularisation déjà ancienne de ces deux plaines littorales campaniennes (BRANCACCIO *et al.*, 1995).

*Stade 2 : entre 4880 ans BP (soit entre 3750 ans et 3500 ans avant J.-C.) et 3945 ans BP (soit entre 2550 ans et 2300 ans avant J.-C.),* la dépression est colmatée dans un premier temps par les retombées aériennes du matériel de l'éruption d'Agnano, datée vers 4400 ans BP (ROSI et SBRANA, 1987). Dans un

deuxième temps, pendant environ cinq siècles, des apports massifs et rapides de sédiments volcaniques remaniés correspondent aux dépôts corrélatifs de l'érosion des couches des tephras nappant les versants.

*Stade 3 : vers 3945 ans BP (soit entre 2550 ans et 2300 ans avant J.-C.),* on assiste à une ingression majeure du domaine laguno-marin. On retrouve en effet les faciès caractéristiques de cet épisode dans les trois carottes. Les diatomées décrivent une lagune polyhaline et les pollens traduisent l'importance des chénopodiacées adaptées aux sols salés. Cet événement peut s'expliquer par la présence d'un cordon littoral beaucoup plus discontinu, à l'origine d'une communication entre la dépression et la mer par l'intermédiaire d'un ou plusieurs graus. Cette évolution est à mettre en relation avec la dynamique du budget sédimentaire beaucoup plus qu'avec la faible mobilité bradysismique en périphérie des Champs Phlégréens.

*Stade 4 : après 3945 ans BP (soit entre 2550 ans et 2300 ans avant J.-C.),* la dépression est rapidement colmatée par du matériel volcanique de l'éruption d'Averno, datée vers 3700 ans BP (ROSI et SBRANA, 1987 ; LIRER *et al.*, 1990). L'étude minéralogique et exoscopique des cristaux volcaniques montre qu'après chaque éruption une intense érosion a affecté les reliefs bordant la lagune, entraînant vers celle-ci les tephras déposés lors des éruptions précédentes.

*Stade 5 : la période qui s'échelonne de 3925 ans BP (soit entre 2550 ans et 2225 ans avant J.-C.) à 1950 ans BP (soit entre 35 ans avant J.-C. et 45 ans après J.-C.)* est caractérisée par la présence d'une lagune en communication avec la mer, qui connaît des variations latérales des lignes de rivage. Vers 1950 ans BP (soit au changement d'ère avec une largeur

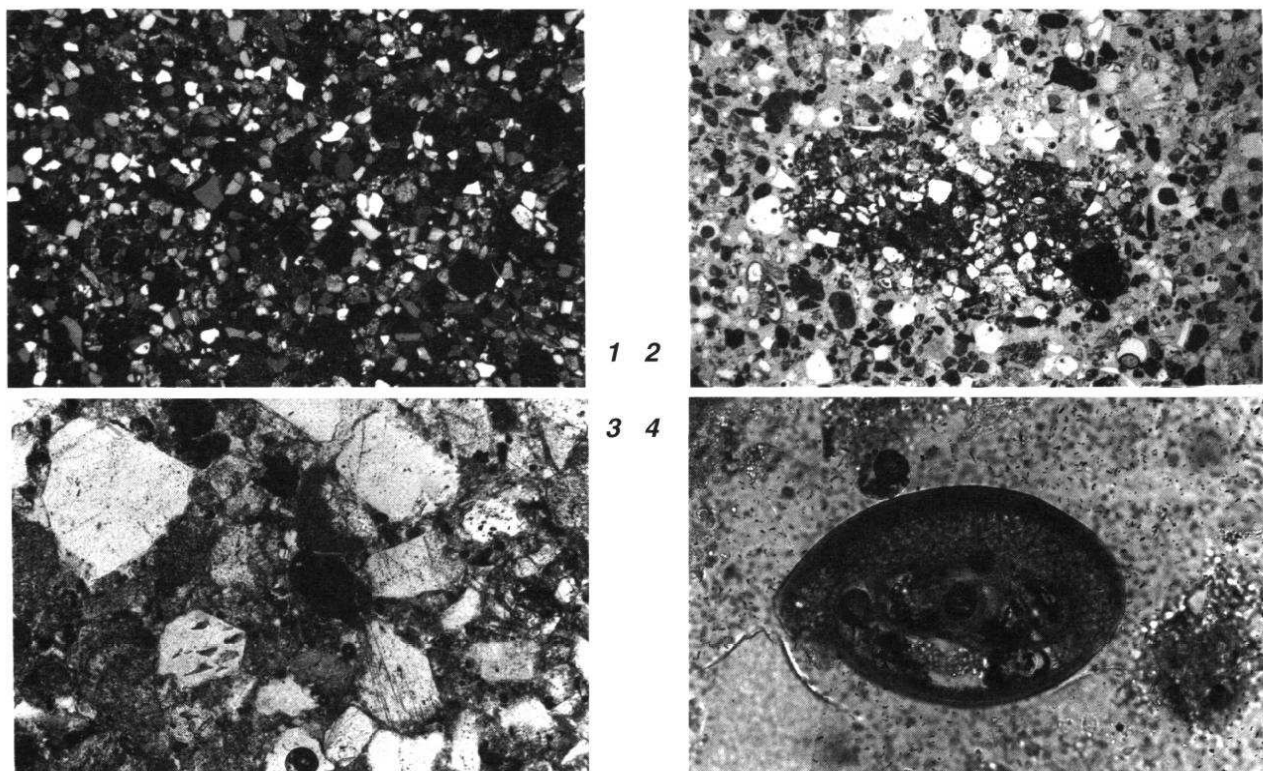


FIG. 11 - LA MATRICE DES SABLES DUNAIRES EST CARBONATÉE.

Elle se présente sous la forme d'un ciment interstitiel entre les minéraux volcaniques altérés et les quartz. Les carbonates sont d'origine néritiques et sont composés de foraminifères, de fragments d'algues micritisés et de lithoclastes (clichés VERRECCHIA)

1 : Vue générale présentant de nombreux éléments pyroclastiques, de couleur foncée, et des carbonates détritiques (sparite, micrite et foraminifères) de couleur claire. Le matériel est bien trié évoquant un processus de tri éolien. Lumière polarisée. X 6,3

2 : Nodule constitué de la cimentation de divers éléments (carbonates, silicates, quartz). Lumière polarisée. X 6,3

3 : Détail de la vue 11.2 montrant le ciment calcitique composé de petits grains de micrite et de microsparite. Par expérimentation, ce type de cimentation résulte d'une remontée d'une nappe phréatique carbonatée. Lumière polarisée. X 10

4 : Miliolite avec des éléments de carbonates détritiques. Lumière polarisée. X 25

d'au moins 500 mètres), la lagune semble plus étendue que précédemment. Les fonds lagunaires connaissent une accretion rapide à mettre en relation avec des apports secondaires de tephres. À l'image du Lago de Patria actuel (fig. 2) et en fonction d'une dérive littorale dominante de direction sud, nous proposons de restituer la présence d'un grau orienté nord-est/sud-ouest. Il ne semble pas avoir été directement plaqué au pied de la colline de Cumae, car le cordon dunaire est particulièrement large en cet endroit (300 mètres environ) alors qu'il s'amenuise en direction du nord (200 mètres de largeur environ).

*Stade 6 : à partir de notre ère*, ce secteur de la lagune de Licola est colmaté et ne peut donc pas servir de bassin à l'époque impériale. La lagune perdurera plus au nord de ce secteur et sera complètement drainée et bonifiée dans l'entre-deux-guerres (BERTARELLI, 1922).

#### 4.2. Evolution des paléoenvironnements au sud-ouest de l'acropole

L'analyse sédimentologique des quatre carottes étudiées met en évidence une succession de trois épisodes morphogéniques distincts (fig. 5).

*Stade 1 : avant 3560 ± 30 ans BP (Ly 9159), soit 1970-1770 ans avant J.-C.*, le milieu est caractéristique de fonds marins au sommet de l'étage infralittoral. Les sédiments contiennent peu de microfaune. On dénombre quelques rares foraminifères d'origine marine.

*Stade 2 : à partir de 3560 ± 30 ans BP environ, soit 1970-1770 ans avant J.-C.*, les sédiments sableux s'affinent progressivement et connaissent un bien meilleur tri, pouvant traduire le passage à une plage émergée. Comme pour le secteur de Licola, le colmatage de la dépression a été accéléré par des tephres liés directement à l'éruption d'Averno, vers 3700 ans BP et indirectement par l'érosion et le remaniement de ceux-ci sur des pentes fortes.

*Stade 3 : avant l'époque augustéenne*, la dépression d'arrière cordon est complètement colmatée par des sédiments sableux d'origine éolienne, sous la forme de placages, qui ont permis par la suite l'implantation de villas maritimes au premier siècle de notre ère. De plus, un sanctuaire du I<sup>e</sup> siècle avant J.-C. (CAPUTO, 1998), se localise à l'emplacement du chenal hypothétique de R.F. PAGET (1968). L'échantillon C VI 3 D contient d'ailleurs un fragment de plat rouge pompéien, vraisemblablement daté entre 25 avant J.-C. et 25 après J.-C.

## 5 - DISCUSSION

Trois points retiennent notre attention : les impacts de la dynamique volcanique et l'évolution différente de deux sites proches, la variabilité écologique de la dépression d'arrière-cordon et les problèmes de relation avec la mer au nord de Cumes, les potentialités naturelles de ces deux milieux littoraux.

L'activité volcanique a fortement perturbé le budget sédimentaire de ce secteur des Champs Phlégréens. Depuis 9000 ans environ, les éruptions ont accéléré directement et indirectement le colmatage des dépressions côtières, en déposant des tapis de cendres et en détruisant l'ensemble du couvert végétal, les dépôts volcaniques étant rapidement remaniés et entraînés vers le niveau de base. Mais comment expliquer un colmatage aussi précoce au pied sud-ouest de la colline de Cumes ? Trois éléments permettent de préciser cette transformation 2000 ans avant J.-C. :

- physiographique : la dépression sud-ouest est de petite taille et de profondeur particulièrement réduite. Cette forme ne nécessite donc pas des volumes de sédiments importants pour aboutir à un colmatage ;

- morphologique : la dépression sud-ouest est de plus dominée par une falaise morte subverticale de 40 à 80 mètres de dénivellation. Les tephras déposés sur ces pentes lors des épisodes volcaniques récents ont donc été rapidement remobilisés par le ruissellement, accélérant les processus de sédimentation à l'aval ;

- stratigraphique : le colmatage précoce indique qu'un cordon dunaire était déjà implanté au large de Cumes à une date ancienne et que la côte était déjà partiellement régularisée depuis au moins 5000 ans (BARRA *et al.*, 1996).

Au nord de Cumes, la dépression d'arrière-cordon connaît une métamorphose majeure puisqu'elle passe d'un lac d'eau douce, daté entre 7200 ans et 4880 ans BP, à un milieu laguno-marin typique à partir de 3950 ans BP. En termes d'occupation de l'espace, la lagune datée entre 3925 ans et 1950 ans BP a pu servir d'abri côtier pendant environ deux

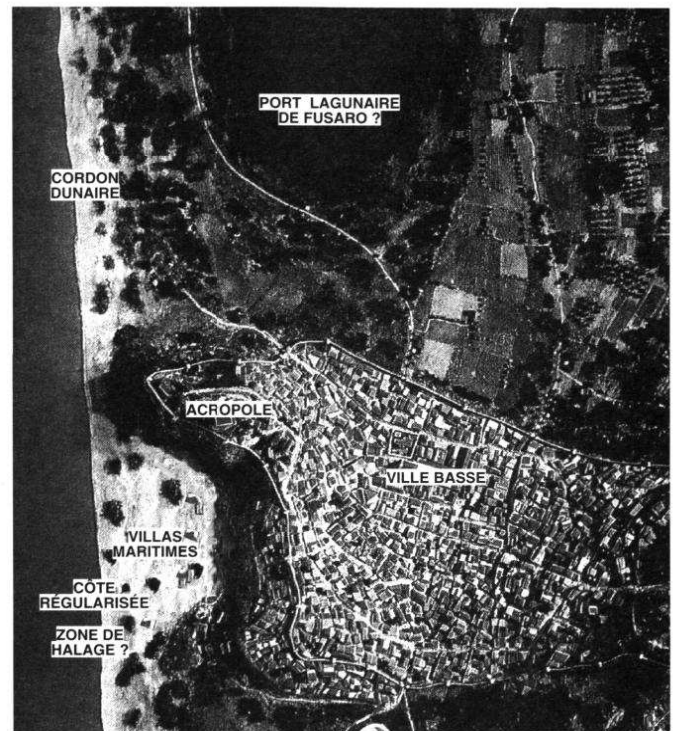


FIG. 12 - ORGANISATION DES PAYSAGES PORTUAIRES DE CUMES. Les limites urbaines correspondent au II<sup>e</sup> siècle ap. J.-C. (CAPUTO *et al.*, 1996)

millénaires avant notre ère. À l'époque de la colonisation de la grande Grèce et de la fondation de la cité de Cumes vers 730 ans avant J.-C., nous suggérons que la lagune au nord de la colline de Cumes était un milieu favorable à l'installation d'un bassin portuaire (fig. 4). En revanche, au sud-ouest, la dépression semble colmatée dès le début du deuxième millénaire avant notre ère. Si le pied sud-ouest de la colline de Cumes a été utilisé par les premiers marins grecs, on imagine qu'ils devaient alors halier leurs navires hors de l'eau sur une plage émergée.

Cette nouvelle proposition de localisation d'un bassin portuaire à l'époque grecque, au nord de l'acropole de Cumes, mérite d'être vérifiée par de nouveaux sondages archéologiques en profondeur, qui permettraient de fouiller les couches stratigraphiques noyées par la nappe phréatique actuelle.

## BIBLIOGRAPHIE

ALBORE LIVADIE C. ed., (1986).- Considérations sur l'homme préhistorique et son environnement dans le territoire phlégréen, in *Tremblements de terre, éruptions volcaniques et vie des hommes dans la Campanie antique*, Publications du Centre Jean Bérard, Naples, 7, p. 189-205.

ALBORE LIVADIE C., (1991).- Archaeology and volcanology in the Phlegrean Fields, in *international conference on active volcanoes and risk mitigation*, Napoli, 22 p. et ann.

AMALFITANO P., CAMODECA G. et MEDRI M., (1990).- *I Campi Flegrei un itinerario archeologico*, Marsilio editori, Venise, 340 p.

ARTHUR P., GUARINO P. M., JONES D. A. et SCHIATTARELLA M., (1991).- Applicazione integrata di metodologie geologiche in archeologia ambientale : l'esempio del progetto Eubea, *Geologia Tecnica*, 2, p. 5-13.

BARRA D., ROMANO P., SANTO A., CAMPAJOLA L., ROCA V. et TUNIZ C., (1996).- The Versilian transgression in the Voltorno river plain (Campania, Southern Italy):

- Palaeoenvironmental history and chronological data, *Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences*, 9, 2, p. 445-458.
- BATS M., (1998).- Pithécousses, Cumes, Naples, les Eubéens en Campanie, *Dossiers d'Archéologie*, 235, p. 24-33.
- BERTARELLI L. V., (1922).- *Terra promessa, le bonifiche di Coltano, Licola e Varcaturo dell'Opera Nazionale dei Combattenti*, Milano, 161 p.
- BLANC P.-F., (1999).- *Essai de reconstitution des paléoenvironnements des paysages portuaires de la cité de Cumes : le regard de la documentation historique et des archives sédimentaires*, Mémoire de maîtrise d'histoire, Université de Provence, 129 p.
- BOARDMAN J., (1995).- *Les Grecs outre-mer, colonisation et commerce archaïque*, Études II, Centre Jean Bérard, Naples, 368 p.
- BRANCACCIO L., CINQUE A., ROMANO P., ROSSKOPF C., RUSSO F. et SANTANGELO N., (1995).- L'evoluzione delle pianure costiere della Campania : geomorfologia e neotettonica, *Mem. Soc. Geogr. It.*, 80, p. 313-336.
- BRAVI S., FUSCALDO M., GUARINO P. M., JONES D. A., LUBRANO R. D. et SCHIATTARELLA M., (1989).- *Carta geomorfologica del territorio cumano, 1/40 000, Progetto Eubea*.
- CAPUTO P., MORICHI R., PAONE R., RISPOLI P., (1996).- *Cuma e il suo parco archeologico, un territorio e le sue testimonianze*. Bardi Editore, Roma, 222 p.
- CAPUTO P., (1998).- Aegyptiaca Cumana, New evidence for Isis cult in Campania : the site, in *Proceedings of the VII International Congress of Egyptologists, Cambridge*, C. J. EYRE ed., Orientalia Lovaniensia Analecta, 82, p. 245-253.
- CINQUE A., LAURETI L. et RUSSO F., (1988).- Le variazioni della linea di costa lungo il litorale campano durante il Quaternario, *Terra*, 5, p. 19-25.
- COCCO E., CASTALDO G., DE MAGISTRIS M. A., DE PIPPO T. et D'IOIO G., (1980).- Dinamica ed evoluzione del litorale campano laziale : settore a sud del fiume Volturno, *Atti IV congresso della associazione di oceanologia e limnologia*, Chiavari, p. 58/1-58/11.
- COCCO E., DE MAGISTRIS M. A., DE PIPPO T. et PERNA T., (1984).- Dinamica ed evoluzione del litorale campano laziale : il complesso di foce del fiume Volturno, *Atti VI congresso della associazione di oceanologia e limnologia*, Livourne, p. 279-288.
- FLEMING K., JOHNSTON P., ZWARTZ D., YOKOYAMA Y., LAMBECK K. et CHAPPELL J., (1998).- Refining the eustatic sea-level curve since the last Glacial Maximum using far-and intermediat-field sites, *Earth and Planetary Science letters*, 163, p. 327-342.
- GADOW S., (1971).- Der golf von Gaeta (Tyrrhenisches Meer), III, Die sediment, *Senckenbergiana marima*, 3, p. 103-133.
- GOIRAN J.-P., (1997).- *Etude géomorphologique des sites portuaires antiques de Kition-Bamboula (Larnaca, Chypre) et de Cumes (Campanie, Italie)*, Mémoire de maîtrise, UFR de géographie, Université de Provence, 134 p.
- GUY M., (1990).- Le rivage maritime et la lagune de Poseidonia-Paestum, *PACT, Volcanologie et Archéologie*, 25, p. 257-270.
- JOHANNOWSKY W., (1975).- Problemi relativi a Cuma arcaica, in *Contributions à l'étude de la société et de la colonisation eubéennes, Cahiers du Centre Jean Bérard*, 2, p. 98-105.
- LIRER L., DI VITO M., GIACOMELLI L., SCANDONE R. et VINCI A., (1990).- Contributo delle analisi granulometriche alla ricostruzione della dinamica dell'eruzione di Averno (Campi Flegrei), *Boll. Soc. Geol. It.*, 109, p. 583-597.
- PAGET R.F., (1968).- The ancient port of Cumae, *The Journal of Roman Studies*, 58, 1-2, p. 148-169.
- PESCATORE T., (1970).- Caratteri granulometrici e morfoscopi delle sabbie dei litorali sud-tirrenici : I. le sabbie della Pineta Grande di Mondragone, *Geologia Applicata e Idrogeologia*, 5, p. 1-25.
- REINECK H.-E. et SINGH I. B., (1971).- Der golf von Gaeta (Tyrrhenisches Meer), III, Die Gefüge von Vorstrand- und Schelfsedimenten, *Senckenbergiana marima*, 3, p. 185-201.
- ROSI M. et SBRANA A., (1987).- Phlegrean Fields. CNR, *Quaderni de la ricerca scientifica*, 114, 175 p.
- SCANDONE R., BELLUCI F., LIRER L. et ROLANDI G., (1991).- The structure of the Campanian plain and the activity of the Neapolitan volcanoes (Italy), *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 48, p. 1-31.
- SCHIATTARELLA M., (1989-1990).- Il ruolo della geologia negli studi di archeologia ambientale : un esempio dai Campi Flegrei, *Bollettino della Società Naturalisti in Napoli*, 98-99, p. 155-168.
- SEGRE A.G., (1967).- *Carta geologia, isola d'Ischia-Napoli* (2<sup>e</sup> édition), feuille n° 183-184, 1/100 000, Servizio Geologico d'Italia.
- STUIVER M. et REIMER P.J., (1993).- Extended <sup>14</sup>C data base and revised calib3.0, <sup>14</sup>C Age calibration program 1993, *Radiocarbon*, 35, 1, p. 215-230.
- VECCHI L., (1999).- *Etude géomorphologique du site de Cumes, Campanie, Italie du Sud*, Mémoire de DEA, UFR de géographie, Université de Provence, 89 p. et ann.
- WUNDERLICH F., (1971).- Der golf von Gaeta (Tyrrhenisches Meer), III, Strandaufbau und Stranddynamik, *Senckenbergiana marima*, 3, p. 135-183.

---

**Remerciements** - Ces travaux ont été développés et financés dans le cadre du projet KYME (CJB, Naples). Nous remercions S. BRAVI d'avoir eu la gentillesse de nous communiquer les résultats de son travail présenté lors de la conférence de Ravello de 1994 «*Il sistema uomo-ambiente tra passato e presente*». Nous tenons à remercier M. BATS et M. PASQUALINI pour leur aide constante en Italie ainsi que pour la lecture attentive du manuscrit. Les auteurs remercient l'équipe de fouilles, le personnel du Centre Jean Bérard ainsi que J.-Cl. GIRARD (Université Aix-Marseille III). Cette recherche est une contribution au PICG 437 (*Coastal environmental change during sea-level highstands*) et au *Research Topic 4 (Past settlement/sea-level)* de la commission de l'Inqua (*Sea-Level Changes and Coastal Evolution*). Elle a été financée par des fonds européens et régionaux associant la Surintendance archéologique de Naples, le Centre Jean Bérard et les Universités de Naples.