

## LES FORMATIONS MARINES ET CONTINENTALES INTERVOLCANIQUES DES ILES CANARIES ORIENTALES (GRANDE CANARIE, FUERTEVENTURA ET LANZAROTE): STRATIGRAPHIE ET SIGNIFICATION PALEOCLIMATIQUE

J. Meco (\*) et R. Pomel (\*\*)

### RESUMEN

Más de 20 m. a. de actividad volcánica continuada ha permitido en las Canarias la fosilización de faunas marinas y suelos que testimonian una alternancia de condiciones cálidas y húmedas, de origen guineano, y de influencias secas, saharianas, relacionadas con aportes de aguas frescas de procedencia lusitana. Los depósitos marinos del Plioceno inferior con *Strombus coronatus* y los del Pleistoceno superior con *Strombus bubonius*, que revelan un carácter cálido, y los depósitos del Pleistoceno medio y superior y del Holoceno, con varias especies de *Patella*, y de carácter fresco (Meco, 1977) se habían relacionado con episodios volcánicos datados por K/Ar (Meco y Stearns, 1981) y se relacionan ahora, por primera vez, con algunos trazos rápidos de la pedogénesis, consecuencia de la evaporación y neoformación arcillosa en materiales volcánicos constantemente renovados. A medida que las series volcánicas fosilizan alteraciones se eliminan algunos efectos acumulativos del tiempo en los paleosuelos. La presencia de cuarzo sahariano, mineral ausente en los productos volcánicos, y la coexistencia de los extremos más alejados de la evolución pedológica, como las costras yesíferas o con attapulgita desérticas y las bauxitas níquelíferas con talco de regiones tropicales húmedas (Pomel, 1985) permiten, en todo caso, obtener conclusiones coherentes.

**PALABRAS CLAVE:** Canarias, Paleoclimatología, Estratigrafía.

### RÉSUMÉ

Faune et sols fossilisés par des volcans actifs depuis plus de 20 M. A. à l'époque actuelle attestent une alternance d'influences guinéennes chaudes et humides et de flux sahariens secs liés à l'apport d'eaux lusitaniennes fraîches. Les preuves paléontologiques sont fondées sur la présence du *Strombus coronatus* au Pliocène inférieur et du *Strombus bubonius* au Pleistocène supérieur et de *Patella* au Pleistocène moyen et supérieur et au Holocène (Meco, 1977). Les preuves pédologiques reposent sur la présence de quartz saharien, minéral absent dans les produits volcaniques et sur la coexistence des pôles les plus extrêmes de l'évolution pédologique: croûtes gypseuses ou à attapulgite désertiques et bauxites nickelifères à talc des régions tropicales humides (Pomel, 1984).

**MOTS CLÉS:** Canaries, Paleoclimatologie, Stratigraphie.

### ABSTRACT

More than 20 m. y. of continuous activity in the Canary Islands have brought about the fossilization of marine fauna and soils which prove the existence of alternating warm and humid conditions of guinean origin, and also of drier influences from the Sahara, connected with the arrival of cold waters from the Lusitanian Sea. The sea deposits of the lower Pliocene with *Strombus coronatus* and those of the upper Pleistocene with *Strombus bubonius*, which are characteristically warm and the deposits of middle and upper Pleistocene and of the Holocene, with various species of *Patella* and characteristically cold (Meco, 1977), have already been related to volcanic activities dated by K/Ar (Meco y Stearns, 1981) and are now being related to rapid effects of soil formation, the result of evaporation and clayey neofor-

(\*) Escuela Universitaria del Profesorado, Universidad de La Laguna, Juana de Arco, 1, 35004 Las Palmas.

(\*\*) ERA 054 du C.N.R.S., Institut de Géographie, Université de Clermont II, 29 boulevard Gergovia, 63037 Clermont Ferrand Cedex (France).

mation of volcanic materials which are constantly being removed. The fairly rapid fossilization caused by volcanic activity, eliminates some of the effects accumulated over a period of time on the paleosoils. The existence of Saharian quartz, a mineral not found in volcanic products, and the simultaneous existence of more distant matters on the evolution of soil-formation, like crusts which contain gypsum or attapulgite of desert origin and bauxites containing nickel and talc of tropical, humid origin (Pomel, 1985), all this permit to find coherent conclusions.

**KEY words:** Canary, Paleoclimatology, Stratigraphy.

**Introduction et position du problème**

Les îles Canaries occupent une position géographique privilégiée: localisées à l'Ouest du continent africain, elles ont enregistré en effet, d'une part les fluctuations des fronts guinéens et lusitaniques, et ont été soumises aux influences climatiques sahariennes, sur le modèle actuel (Carlson et Prospero, 1972).

Comme d'autre part leur exposition varie face à l'Afrique, il en résulte que ces îles s'avèrent d'un intérêt capital pour comprendre les changements paléoclimatiques qui sont intervenues dans cette région du globe.

Leur étude, objet de cette note, s'appuie sur des preuves paléontologiques et pédologiques: les premières sont fondées sur la présence ou l'absence d'une

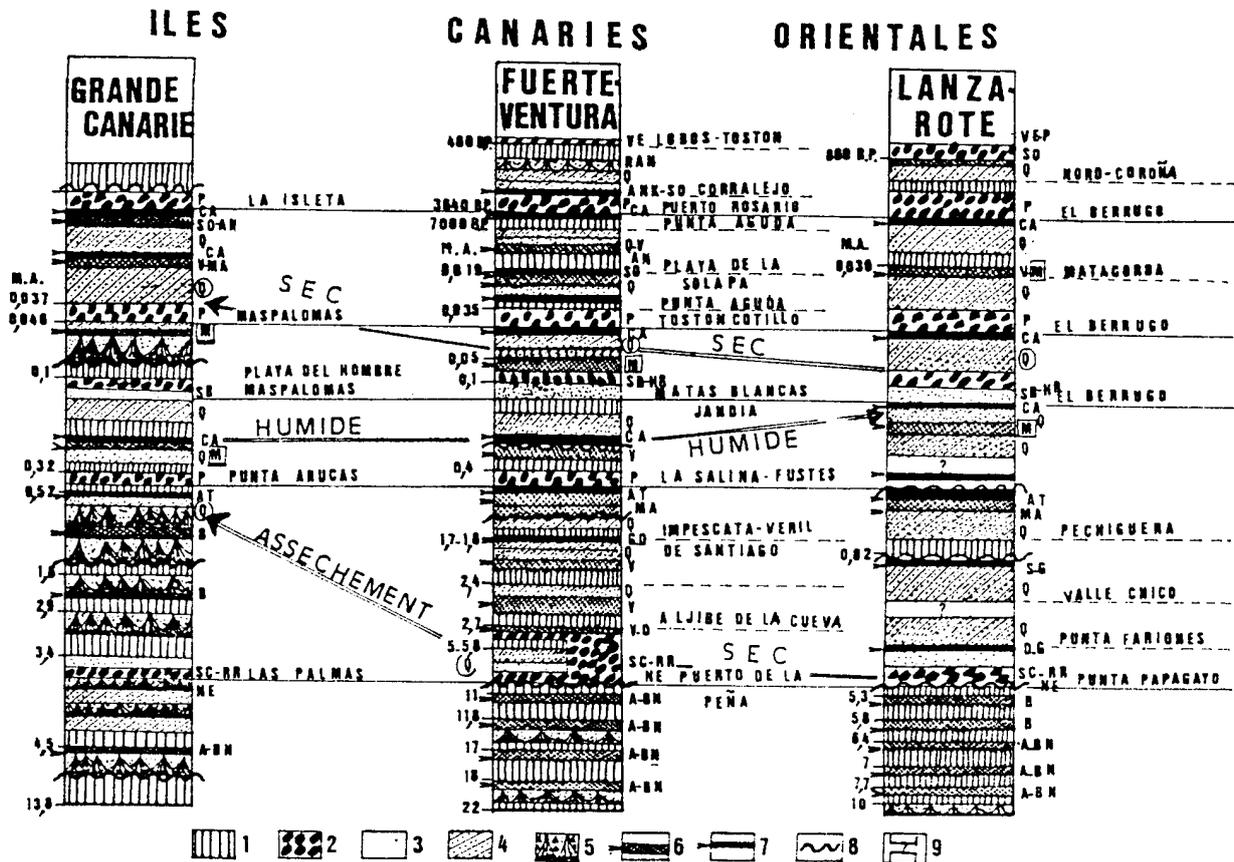


Fig. 1.—Stratigraphie des formations marines et continentales des îles Canaries orientales. Formations volcaniques et sédimentaires: 1. Principales séries volcaniques. 2. Conglomérats marins. 3. Arénites marines. 4. Dunes quartzzeuses et éolianites. 5. Piédmons, versants et terrasses graveleux. 6. Paléosols intervolcaniques. 7. Encrouêtements. 8. Principales discordances. 9. Lacunes sédimentaires. Traits malacologiques: VE = Vermets, P = Patelles, SB = *Strombus bubonius*, SC = *Strombus coronatus*, RR = *Rothpletzia rudista*, HR = *Harpa rosea*, NE = *Nerita emiliana*. Traits pédologiques: A = Allitisation, B = Bisiallisation, M = Monosiallisation, AN = Andosolisation, G = Gypse, CA = Calcite et calcaire, AT = Attapulgite, AN = Ankérite, Q = Quartz éoliens, MA = Sols marron, D = Dolomite, V = Vertisols.

faune chaude, méridionale, guinéenne à Strombes, et d'une faune lusitanique, fraîche, septentrionale, nord-atlantique, à Patelles, absentes en Guinée (Meco, 1977, 1981, 1982, 1983). Les secondes, malgré les réserves qui s'imposent (Cole, 1979), reposent sur quelques traits rapides de la pédogénèse: effet de l'évaporation et néoformations argileuses dans des matériaux volcaniques constamment renouvelés.

Cependant, dans la mesure où les séries volcaniques fossilisent les altérations, on est à même d'éliminer certains des effets cumulatifs du temps sur les paléosols. La présence de quartz saharien, minéral absent dans les produits volcaniques, comme la coexistence des pôles les plus extrêmes de l'évolution pédologique (croûtes gypseuses ou à attapulгите désertiques et bauxites nickelifères à talc des régions tropicales humides), permettent dans tous les cas de tirer un faisceau de conclusions cohérentes (Pomel, 1985, Pomel *et al.*, 1984, et cf. figure 1).

### Le Miocène et le Pliocène inférieur

Les ensembles volcaniques les plus anciens, d'âge miocène, fossilisent des sols de type ferrallitiques ou allitiques, évoluant en bauxites nickelifères dans l'horizon B textural, poreux, sans trace d'illuviation. Ce caractère atteste dans les trois îles orientales, l'existence de climats chauds et humides, sans contrastes saisonniers. La séquence type est celle du Barranco de Los Molinos à Fuerteventura, entre des coulées datées 22-18 M. A., avec un horizon B/C alumineux, riche en séricite, dans lequel la chlorite, le talc et l'antigorite sont individualisées. Les mêmes profils sont observables à Lanzarote dans des formations datées de 10 à 6 M. A., et à Grande Canarie de 13,8 à 4,5 M. A. A la fin de cette période les formations sédimentaires deviennent très caillouteuses (piédmons et glacis-cônes), preuve d'une évolution vers des climats plus contrastés dès le Pliocène inférieur.

L'assèchement est attesté à Fuerteventura et Lanzarote entre 5,3 et 5 M. A., par d'importantes dunes quarzeuses qui prennent le relais d'une pédogénèse fersiallitique et de sols à horizon B riche en ferriargiles.

La faune marine du Pliocène inférieur datée par des coulées à pillowlavas, entre 5,8 et 5 M. A. à Fuerteventura (Meco y Stearns, 1981) et entre 4,5 et 3,4 à Grande Canarie, atteste encore de puissantes influences guinéennes chaudes, avec *Strombus coronatus*, *Rothpletzia rudista* et *Nerita emiliana*. L'encaissant est constitué d'éoliénites riches en carbonates de magnésium présentant une épigénie complète des quartz éoliens par la dolomie. Cette tendance à une évolution climatique vers les pôles les plus arides va peu à peu se renforcer au Pliocène supérieur.

### Le Pliocène moyen et supérieur et le Pleistocène inférieur et moyen

L'assèchement s'accroît donc principalement à Fuerteventura et Lanzarote, durant une série de bas niveaux marins et ceci jusqu'au "Mindel". Entre 1,8 et 1,7 M. A., et même avant 2,4 M. A. à Fuerteventura apparaissent des vertisols enterrés, des encroûtements halitiques et gypseux et des sols gris à plasma très condensé, attestant des conditions d'hyperaridité. A Lanzarote, des coulées datées 0,8 M. A. fossilisent des "silcrètes" et de puissantes dunes quartzzeuses.

A Grande Canarie au contraire, la sédimentation atteste jusqu'à 0,52 M. A., une notable humidité, avec des piédmons et des terrasses caillouteuses de style torrentiel qui ont subi une pédogénèse bisiallitique. L'étude micromorphologique de ces sols dénote un horizon B avec de nombreux signes d'illuviation et plusieurs générations de cutanes. Des sols marrons dans le Sud-Est et des vertisols dans le Nord, apparaissent toutefois entre des coulées datées 2,9 à 1,6 M. A., preuve d'une notable évolution vers le sec à la fin du Pliocène.

Cette phase sèche amorcée donc à Fuerteventura et Lanzarote vers 5 M. A., et vers 1 M. A. à Grande Canarie, va se stabiliser dans les trois îles pour donner naissance d'abord à de puissants sols marrons, mais surtout, à un encroûtement nodulaire à attapulгите, fossilisé par des coulées datées, 0,52 à 0,4 M. A.

A la fin du "Mindel" la mer témoigne encore de la persistance de conditions fraîches entre 0,52 et 0,32 M. A. à Grande Canarie (Punta Arucas) et un peu avant 0,4 M. A., à Fuerteventura (La Salina et Castillo de Fustes), et d'une influence d'eaux lusitaniques par leur faune à Patelles.

Cette période fraîche et sèche a permis à Lanzarote le façonnement de dalles siliceuses, puis de dunes d'argiles par darssification d'argiles "pelletisées" dans des cuvettes évaporantes mal drainées. Il en est de même à Jandia dans le Sud de Fuerteventura, avec des formations gypseuses fibro-radiées, issues d'argiles décalcifiées. Cette phase gypseuse est postérieure à la néoformation d'argiles à attapulгите. A Lanzarote, le gypse plus grossier est issu d'une illuviation d'argiles dans les paléosols de type "Terra fusca", qui attestent une alternance durant la période suivante, de climats méditerranéens secs et de climats plus arides. Illuviations et cutanes indiquent par exemple des périodes anciennes à argilanes modifiées par la croissance du gypse, et des phases plus récentes à calcitanes.

### Le Pleistocène supérieur

L'humidification va envahir les îles orientales après 0,32 M. A. à Grande Canarie, vers 0,2-0,15 M. A. à Fuerteventura, et un peu avant 0,1 M. A. à Lanzarote. Des encroûtements calcaires se développent

dans des sols marrons ultérieurement décapés, après de puissants sols monosiallitiques à kaolinite. Des glacis-terrasses caillouteux remblaient les "valles" de Fuerteventura et de Lanzarote. A Grande Canarie les premiers encroûtements calcaires sont pédodisés entre 0,4 et 0,3 M. A., les sols marrons sont brunifiés à Lanzarote et à Fuerteventura, et pour l'ensemble des îles orientales une phase d'illuviation caractérise des sols de type tropicaux humides à saisons contrastées, riches en kaolinite, en smectites et illites ferrifères.

Ces conditions pédogénétiques coïncident à une période durant laquelle le niveau de la mer est à nouveau remonté. La faune marine, type du "Tyrrhénien", reflète des conditions d'eaux guinéennes, avec *Strombus bubonius* et *Harpa rosea* vivant dans des arénites marines datées 100.000 ans (Pomel *et al.*, 1984).

Les conditions paléoclimatiques seront notablement fluctuantes durant le "Würm". Elles demeureront humides à Grande Canarie jusque vers 48.000 à 37.000 ans B. P., avec une sédimentation caillouteuse et des sols monosiallitiques. Par contre des dunes quartzueuses et des encroûtements calcaires existent à Lanzarote dès 80.000 ans, et un peu après 50.000 ans à Fuerteventura, sous les coulées de Pajara. Durant cette période il n'est pas permis de conclure aux îles Canaries à l'existence d'autres niveaux marins à Strombes, car la faune présente dans les formations postérieures ("intra-würmiennes"), un habitus à galets typique des thanatocénoses. L'épisode "tyrrhénien" dans sa signification d'épisode chaud et humide, semble donc bien avoir été unique aux îles Canaries, tant dans ses caractères malacologiques que pédologiques.

### Le tardiglacial et l'Holocène

Le rééquilibrage vers le sec et le frais s'uniformise entre 43.000 et 37.000 ans B. P. à Grande Canarie, vers 35.000 ans B. P. à Fuerteventura et vers 30.000 ans B. P. à Lanzarote.

Durant cette période la faune à *Siderastrea* semble s'être éteinte aux îles Canaries comme en Mauritanie (Chevalier et Hebrard, 1972), lors d'une nouvelle venue d'eaux fraîches lusitaniques. Cette faune persistante du "Tyrrhénien" qui s'était étendu jusqu'en Méditerranée, est associée à une thanatocénose de *Strombus bubonius* de grande taille (Matagorda à Lanzarote), morphologiquement inadaptés aux eaux plus froides. Les niveaux marins "intra-Würm" sont clairs et riches en Patelles associées à des coulées à pillowlavas et datées 30.000 ans B. P. à Lanzarote et 35.000 ans B. P. à Fuerteventura. Les Patelles sont datées 39.000, 36.000, 27.700 et 22.700 à Fuerteventura, 46.700, 37.900 et 28.800 à Grande Canarie, 35.300, 27.900 et 20.780 ans B. P. à Lanzarote.

Cette phase marine est suivie par la mise en place d'importantes croûtes calcaires datées à Fuerteventura 25.847, 19.406 et 7.080 ans B. P., On distingue deux phases dunaires quartzueuses importantes, l'une comprise entre 37.000 et 30.000 ans B. P. et l'autre entre 19.000 et 7.000 ans B. P., qui coïncide à l'Ogolien de Mauritanie. Entre ces pôles de sécheresse caractérisés par des vertisols et des sols sodiques, des encroûtements calcaires et des sols marrons sont datés vers 30.000 à 40.000 ans à Lanzarote (Matagorda). Le "Würm" récent ("Ogolien") voit la formation d'andosols, surtout à Grande Canarie.

L'Holocène est caractérisé par un niveau marin à Patelles, niveau supérieur à l'actuel. Cette période semble avoir été humide entre 9.000 et 6.000 ans B. P., avec des croûtes calcaires de type "sintric deposits", puis le remblaiement de terrasses graveleuses qui contiennent des éléments de croûtes lamellaires datées 7.000 ans B. P. à Fuerteventura (Valle Central et Pozo Negro). Entre 4.000 et 3.500 ans B. P., une phase de sécheresse est connue et elle coïncide à une légère déflation éolienne, des dunes blanches, ultérieurement lessivées (Nord de Lanzarote), puis une ankérisation des encroûtements calcaires. Après ce épisode qui rappelle le Tafolien, une nouvelle pulsation est attestée par un niveau marin supérieur à l'actuel, vers 3.640 ans B. P. à Fuerteventura et une destruction des croûtes lamellaires sur les flancs des cônes stromboliens (Montaña Arena à Fuerteventura).

Cette dernière réhumidification inactuelle semble plus récente dans les îles orientales que dans les îles occidentales, avec comme preuve l'importante incision postérieure aux dernières plages de 2.000 ans B. P. ("dakariennes"). A Fuerteventura et Lanzarote, l'incision est postérieure à un épisode à Vermets datés entre 860 et 480 ans B. P. A Grande Canarie, l'incision semble être plus ancienne que les coulées de La Isleta, qui ont de 3.000 à 5.000 ans B. P., Actuellement on assiste à une alcalinisation généralisée et surtout à une évolution très nette des vertisols calcifères vers les sols marrons à Grande Canarie, par pédodisation de l'horizon vertique à "slikensides" ("stress-cutanes"): c'est la preuve d'un assèchement qui semble peu à peu gagner les îles occidentales comme Ténérife. A Fuerteventura, des paléosols marrons sont enterrés dans des terrasses graveleuses holocènes, dans le "valle" centrale. Ces mêmes paléosols marrons sont plus anciens et "intra-würmiens" à Ténérife et Grande Canarie.

### Conclusions

L'intérêt des intervolcaniques dans l'étude d'une diagonale climatique à une latitude où les observations à terre sont sommaires, est net aux îles Canaries. Ces îles permettent une approche précise et une datation absolue des variations climatiques qui affectent cette marge saharienne.

- Au Miocène, une profonde allitisation des sols atteste des climats du domaine tropical humide en permanence, sous des influences marines guinéennes.
- Le Pliocène va peu à peu voir la pénétration des flux sahariens qui atteindront au Pliocène supérieur et au Quaternaire ancien Grande Canarie, engendrant de puissants upwellings d'eaux fraîches et la pénétration d'influences lusitaniennes. Une bisiallisation des sols sera suivi de phases à vertisols, et d'encroûtements gypseux et à attapulgite (vers le "Mindel").
- Le retour au Quaternaire moyen des influences guinéennes se manifestera par une monosiallisation généralisée commencée plus tôt à Grande Canarie, et qui affectera Lanzarote vers 100.000 ans.
- Le Quaternaire récent sera surtout caractérisé par une alternance des influences sahariennes et atlantiques, et une pédogénèse à vertisols, andosols, sols sodiques et encroûtements calcaires, avec une évolution vers le sec commencée plus tôt à Lanzarote et Fuerteventura (vers 50.000 ans), qui sera établie vers 37.000 ans B. P. à Grande Canarie.
- Le problème est posé d'un probable rééquilibrage climatique vers le sec pour la période à venir, affectant l'ensemble des îles Canaries, sur le modèle d'une différenciation Ouest-Est de la dernière période humide.

## Bibliographie

- CARLSON, T. N. et PROSPERO, M.  
1972. The large-scale movement of Saharan air outbreaks over the northern equatorial Atlantic. *App. Meteor.*, 11, 283-297.
- CHEVALIER, J. P. et HEBBRARD, L.  
1972. Découverte de madréporaires dans le Pléistocène supérieure de Mauritanie. In: *Congrès Panafricain de Préhistoire-Dakar* (H. J. Hugot, édit.) Les Imp. Réunion, Chambéry, 453-456.
- ICOLE, M.  
1979. Les conditions et les possibilités d'interprétations paléoclimatiques des faits enregistrés dans la zone saharienne. *Ass. Sénag. Et. Quat. Afr. Bull. Liaison*, 56-57, 84-85.
- MECO, J.  
1977. *Paleontología de Canarias I: Los Strombus neógenos y cuaternarios del Atlántico euroafricano*, Cabildo Insular de Gran Canaria, Las Palmas, 142 págs.  
1981. Neogasterópodos fósiles de las Canarias orientales. *An. Estudios Atlánticos*, 27, 601-615.  
1982. Los Bivalvos fósiles de las Canarias orientales. *An. Estud. Atlánticos*, 28, 65-125.  
1983. Los Bivalvos fósiles de las Canarias orientales. Suplemento. *An. Estud. Atlánticos*. 29, 579-595.
- MECO, J. et STEARNS, CH. E.  
1981. Emergent Littoral Deposits in the Eastern Canary Islands. *Quaternary Research*, 15, 199-208.
- POMEL, R. S.  
1985. Schéma de l'évolution paléoclimatique différentielle depuis le Miocène aux îles Canaries. Etude des paléosols intervolcaniques. *Congrès de micromorphologie des sols*, Paris.
- POMEL, R. S.; MIALLIER, D.; FAIN, J.; SANZELLE, S. et MECO, J.  
1984. El volcanismo del Pleistoceno superior en Gran Canaria. *An. Estud. Atlánticos* (sous presse).

Recibido el 22 de enero de 1985.  
Aceptado el 2 de septiembre de 1985.