

L'ARRONDI ET LES MICROSTRUCTURES DU QUARTZ
DANS LES SOLS : QUELQUES OBSERVATIONS PRE-
ALIMINAIRES AU MICROSCOPE ELECTRONIQUE A BA-
LAYAGE

par
Donatello Magaldi (1)

Introduction

La littérature scientifique moderne sur la stabilité du quartz dans les sols et dans les sédiments, propose deux séries de conclusions opposées : selon certains auteurs (Raeside 1.959, Morey et al. 1.962, Dal Cin 1.968, et c..) les processus de dissolution qui agissent sur les granules de quartz donnent naissance à des cristaux plus arrondis, tandis que d'autres (Evans 1.965, Carozzi 1.967, Ehrlich et Weimberg 1.970, etc...) soutiennent qu'ils donnent naissance à des cristaux plus anguleux.

Crook (1.968), qui attribue les phénomènes de dissolution à l'action de solvants principalement organiques et note des granules plus arrondis, suggère qu'il faut rechercher cette divergence de résultats dans la diversité de comportement physico-chimique des solvants qui agissent sur le quartz.

Cette note préliminaire a pour but de vérifier la variation du degré d'arrondi des grains de quartz des sols et d'observer au microscope électronique à balayage (Stereoscan) les microstructures qui apparaissent sur les cristaux à la suite des processus pédogénétiques.

Les grains observés proviennent de deux Alfisols d'âge préwürmien (probablement Riss-Würm) et postwürmien, formés sur des sédiments sableux d'origine fluviale et ayant approximativement la même composition miné-

(1) Istituto di Geologia Applicata FIRENZE, - ITALY

MICROSTRUCTURES DU QUARTZ DANS LES SOLS

ralogique (Ferrari, Magaldi et Raspi 1.971, Ferrari et Magaldi 1.977, en presse).

A titre de comparaison, on a aussi examiné des cristaux recueillis dans un sol actuel dérivé d'un "parent material" analogue.

L'arrondi des grains

Il a été évalué en confrontant les projections du contour des cristaux (dimensions: 125-250 microns) obtenues grâce au microscope stéréoscopique à viseur Zeiss et les nuances du diagramme proposé par Russel-Taylor-Pettijohn et mentionné par Muller (1.970), en attribuant à chaque série une numération conventionnelle de 1 à 5 (voir fig. 1).

Malgré l'approximation de la méthode, on observe dans les deux Alfisols une différence sensible dans le degré d'arrondi entre les horizons de surface et les horizons profonds (fig. 2).

Les microstructures

Une partie seulement des morphologies observées sur des grains de quartz des mêmes dimensions précédentes a été prise en considération pour la recherche (fig. 2).

a) La pellicule .- Décrite par Le Ribault (1.974), cette forme est d'origine pédogénétique et consiste d'une lame, de quelques microns d'épaisseur, de silice colloïdale qui tend à se déshydrater; dans cette recherche elle n'apparaît que dans les horizons pédologiques supérieurs (fig. 3).

b) Le morphologies irrégulières de dissolution et de dépôt .- (irregular solution-precipitation surface). Morphologies constituées par dépôt de silice sous forme de plaques, pâtes, mamelons, gouttes etc. . pas strictement séparables de formes de dissolution comme sillons et cavités de forme irrégulière. Signalées dans le milieu

diagénétique et éolien (Krinsley et Doornkamp, 1.973) elles se forment communément à la suite de phénomènes de mobilisation de la silice. Elles ont été observées dans tous les horizons d'accumulation des deux Alfisols. (fig. 4).

c) Les crevasses et les cavités de dissolution (solution crevasses and solution pits). Presque sûrement d'origine chimique, elles caractérisent les milieux à forte altération; elles ont une forme aciculaire, rectangulaire, en croissant et ronde plus ou moins grande (cavités de dissolution).

Quelques-unes de ces formes examinées dans les deux Alfisols sont parfaitement comparables à celles qui ont été observées dans un sol tropical par Doornkamp et Krinsley (1.971). (fig. 5 et 6a).

d) La surface à petites cavités (dish-shaped concavities). Cavités arrondies peu profondes, unies entre elles pour former un réseau à mailles grosso-modo circulaires. Selon Ricci-Lucchi et Della Casa (1.970) elles donnent aux grains du desert leur polissage caractéristique et sont interprétées comme le résultat d'une action chimique prédominante de la rosée. Elles n'apparaissent que dans les horizons de surface des deux Alfisols. (fig. 6b, c, d).

e) Les traces d'actions mécaniques en V (mechanical V forms). Communément attribuées aux impacts entre les grains de quartz dans un milieu marin ou fluvial, elles n'ont été observées que dans les horizons profonds. On peut donc les considérer comme héritées du milieu de sédimentation du "parent material". (fig. 7a, b).

f) Les traces d'actions chimiques en V et en triangle (chemically etched V forms). Formes de corrosion régulières en V qui par progressive individualisation et approfondissement prennent l'aspect de cavités triangulaires. Elles sont caractéristiques des milieux de haute

MICROSTRUCTURES DU QUARTZ DANS LES SOLS

énergie chimique, en particulier de ceux où l'attaque se produit lentement et pendant des temps très longs. Des formes analogues ont été observées seulement dans les horizons profonds des deux Alfisols (fig. 7c,d).

Conclusions

La distribution des microstructures est substantiellement analogue dans les deux paléosols étudiés (voir fig. 2); une partie seulement des morphologies observées apparaît dans le sol actuel. Cette distribution permet en outre de distinguer deux niveaux d'altération différents dans chaque profil. Le niveau supérieur comprend des horizons du type A-B et se caractérise par des morphologies du type de la pellicule et de la surface à petites cavités, tandis que disparaissent les formes héritées du milieu de sédimentation. Dans ces horizons les cristaux sont plutôt anguleux.

Au contraire les horizons inférieurs du type B-C présentent une plus grande variété de microstructures : les V chimiques et les crevasses sont caractéristiques de ces niveaux. Les cristaux sont plus arrondis que ceux du niveau supérieur. Les horizons supérieurs reflètent en définitive des conditions d'attaque chimique rapide et intense qui, par la formation et la disparition de la pellicule amorphe, produisent à la surface du cristal une série de petites cavités irrégulières. Leur approfondissement progressif diminue l'arrondi et donne naissance aux cristaux avec échancrures (embayed grains), facilement reconnaissables en lame mince. En accord avec ce que suggèrent Crook (1.968) Cleary et Conolly (1.972), ce processus peut être attribué à l'action de solutions de type organique capables de complexer la silice même à faible pH. Des conditions différentes se réalisent dans les horizons inférieurs où l'attaque chimique agit plus lentement et pendant des temps plus longs, intéressant souvent le cristal en profondeur (traces d'actions chimiques

en V), sans l'intervention de rapides variations du micro-milieu.

Les modalités et les effets sont compatibles avec tout ce que l'on sait sur la dissolution du quartz et de la silice par des solutions essentiellement inorganiques à pH relativement plus haut et ne semblent pas, à ce stade d'évolution pédogénétique, influencer sensiblement le degré original d'arrondi des granules.

Fig. 1

Échelle visuelle d'arrondi (d'après Russel - Taylor-Pettijohn) formée par 5 classes aux quelles on a attribué une numération conventionnelle de 1 (le plus petit arrondi) à 5 (le plus grand arrondi).

Fig. 2

Distribution des microstructures principales observées sur les granules de quartz provenant de deux paléosols et d'un sol actuel à profil (A)-C (Fluvent).

Le paléosol de Montelongo est un Natrixeralf d'âge prewürmien (probablement Riss-Würm), tandis que le paléosol de Mucchio est un Hapludalf d'âge postwürmien. Ces trois sols se rencontrent en Toscane (Italie). On reporte aussi l'arrondi des cristaux de quartz pour chaque horizon des profils (valeur moyenne).

Fig. 3

(Échelle linéaire en microns)

- a) Pellicule de silice amorphe sur la surface d'un cristal.
On remarque les fentes de dessèchement.
- b) Détachement de la pellicule de silice.
- c) Fentes de dessèchement sur la pellicule de silice.
- d) Detail de la précédente.

MICROSTRUCTURES DU QUARTZ DANS LES SOLS

Fig. 4

(Échelle linéaire en microns)

- a) Vue d'ensemble d'un cristal qui a subi des phénomènes de dépôt et de dissolution irréguliers.
- b) Dépôt de silice en gouttes.
- c) Dépôt de silice en gouttes.
- d) Dépôt de silice sur une surface qui a subi auparavant des phénomènes de dissolution.

Fig. 5

(Échelle linéaire en microns)

- a) Crevasse de dissolution. On remarque une certaine desquamation.
- b) Cavité de dissolution.
- c) Formation d'une crevasse en croissant sur un dépôt de silice.
- d) Detail de la précédente.

Fig. 6

(Échelle linéaire en microns)

- a) "Solution pits"
- b) Petites cavités ("dish-shaped concavities")
- c) Petites cavités en réseau.
- d) Surface à cavités irrégulières.

Fig. 7

(Échelle linéaire en microns)

- a) Traces d'actions mécaniques en V de différentes dimensions.
- b) Traces d'action mécaniques en V à grossissement plus fort.
- c) Réseau de traces d'action chimiques en V orientées probablement selon les directions du clivage rhomboédrique.
- d) Formes d'attaque chimique en triangles.

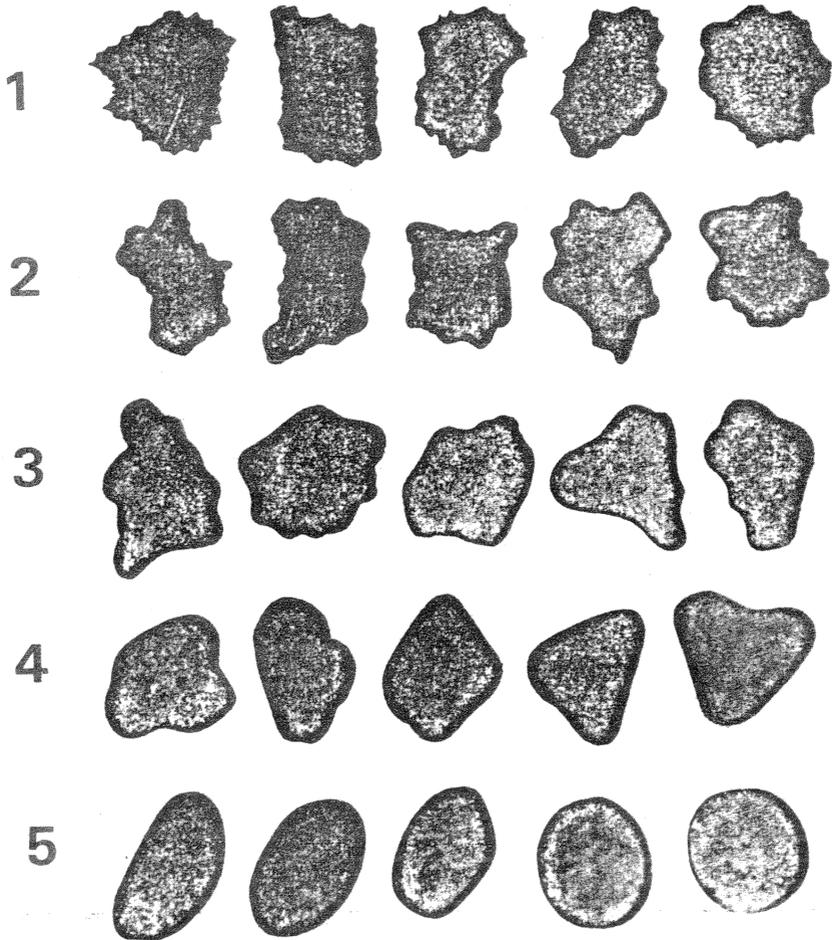


Fig. 1

MICROSTRUCTURES DU QUARTZ DANS LES SOLS

Fig. 2

	PALÉOSOL DE MONTE LONGO							
	cm	A ₂ 15	II B ₁ 45	II B ₂₃ 115	II B ₂₃ 145	II B ₂₃ 170	II B ₂₄ 265	II C ₁ 315
pellicule		■	■	■				
traces d'actions mécaniques en V				■	■	■	■	■
traces d'actions chim. en V et Δ				■	■	■	■	■
morphol. Irregul. dissolution-dépôt			■	■	■	■	■	■
cavités et crevasses			■	■	■	■	■	■
surface à petites cavités		■	■					
ARRONDI								
		1.3	1.8	1.6	1.7	1.8	2.0	2.0

PALÉOSOL DE MUCCHIO						SOL
A _p 20	B ₂₁ 40	B ₂₁ 70	B ₂₂ 110	C ₁ 150	C ₂ 180	ACTUEL
						
						
						
						
						
						
						
1.5	1.6	1.6	1.7	2.2	1.8	1.9

MICROSTRUCTURES DU QUARTZ DANS LES SOLS

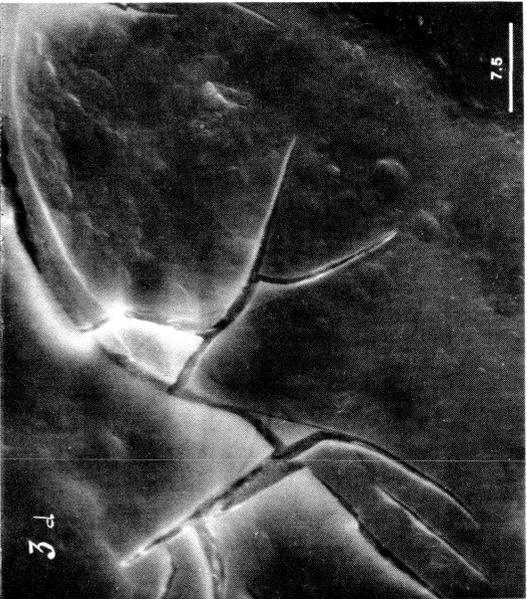
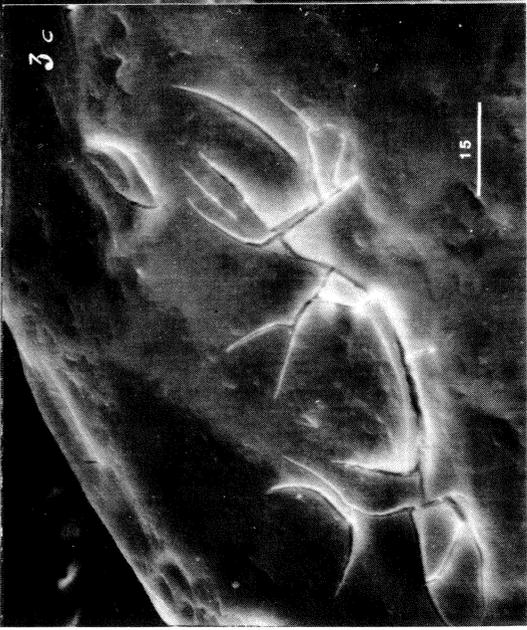
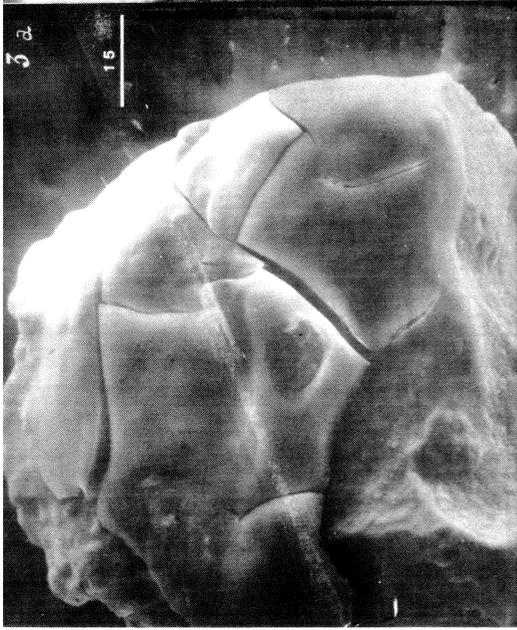
RESUME

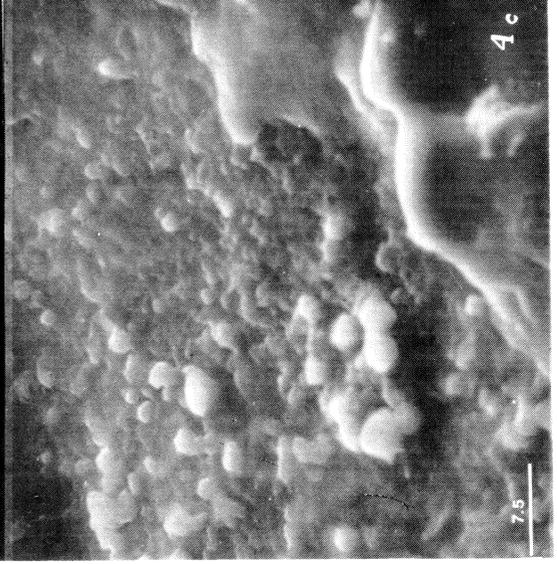
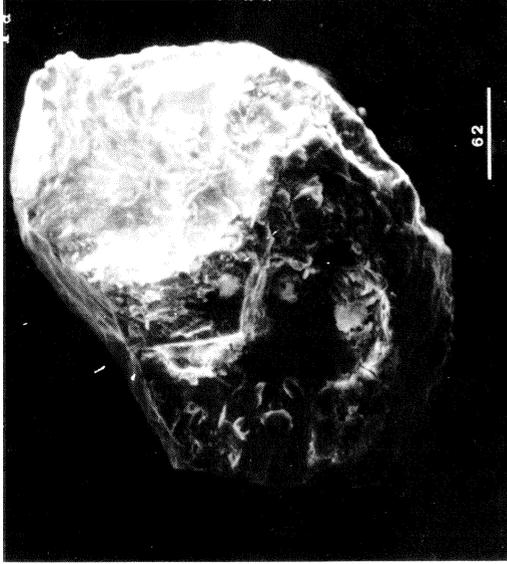
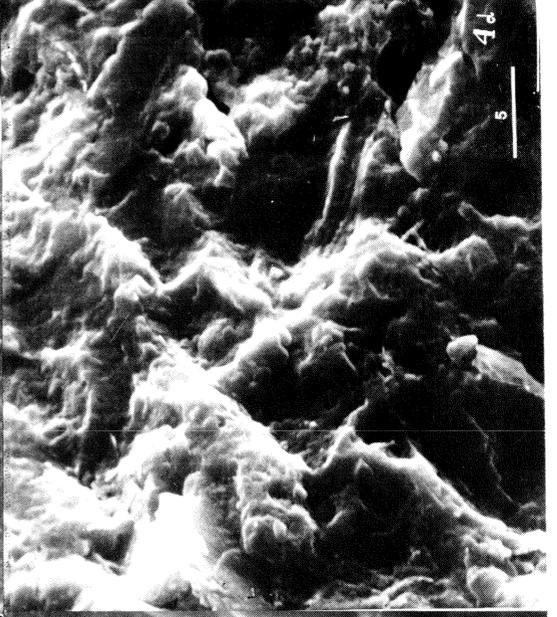
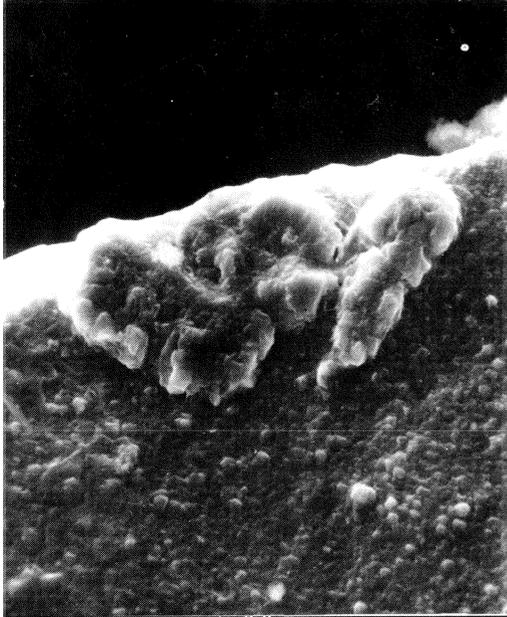
En étudiant le problème de la stabilité du quartz dans les sols, on a remarqué qu'entre les A.A. il ya des différentes opinions à l'égard des modalités du processus d'altération et de formes que les grains prennent à la suite de tels processus, soit en milieu sédimentaire, soit en milieu pédogénétique. En effet quelques A.A. observent que les grains deviennent plus anguleux, d'autres remarquent un plus grand arrondissement.

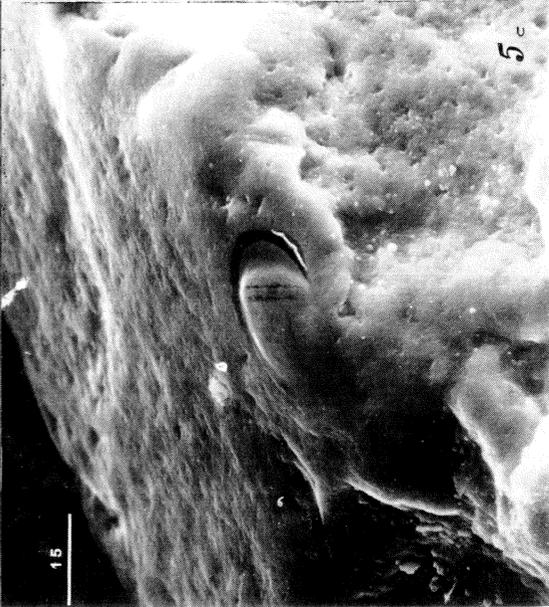
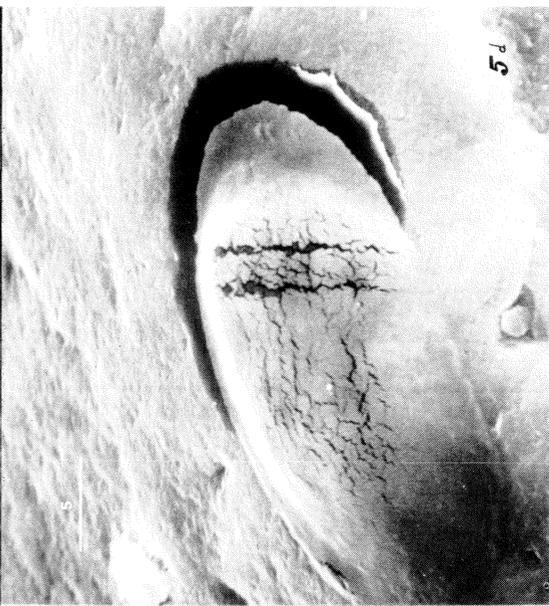
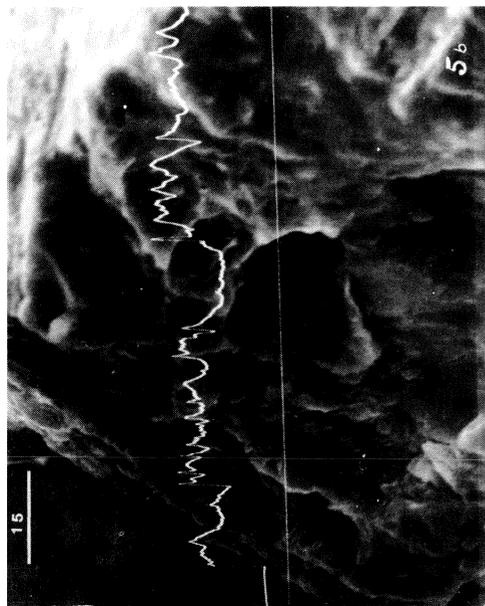
Dans cette étude on a examiné le contour (en projection) et la micromorphologie superficielle (au Stereoscan) d'un certain nombre de granules de quartz provenant des horizons pédologiques de deux paléosols à B argillique formés sur des sables alluviaux de composition très semblable.

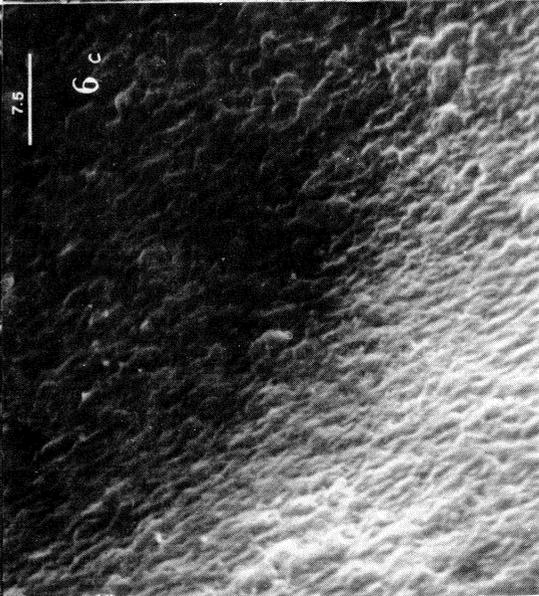
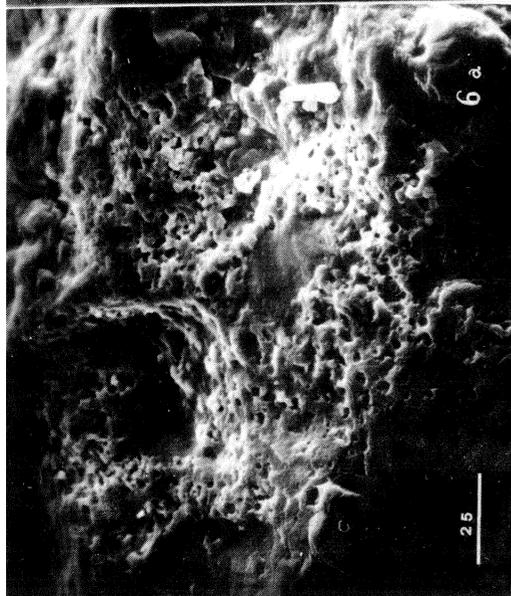
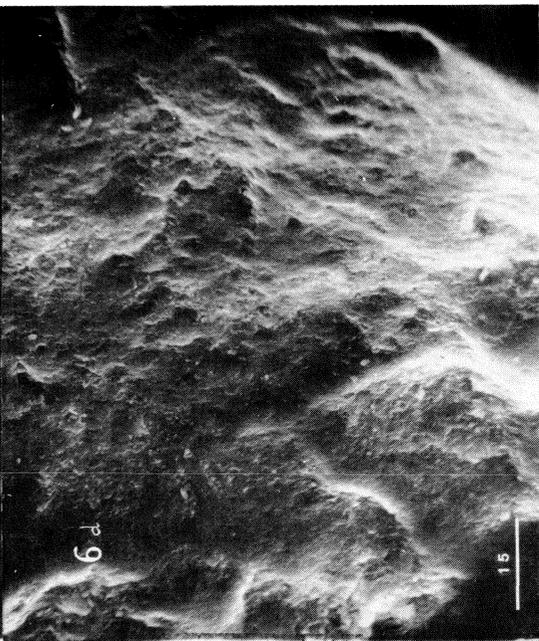
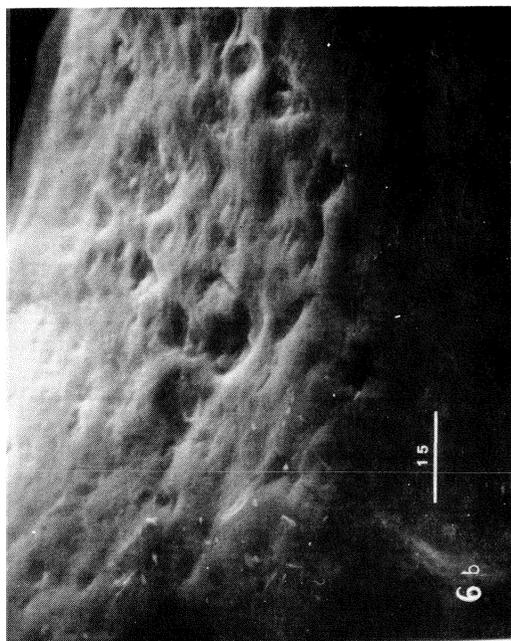
Les résultats permettent de reconnaître en chaque profil deux parties. La partie supérieure, qui comprend les horizons du type A-B, est caractérisée par des micromorphologies telles que la pellicule de silice et les petites cavités et par des grains sensiblement anguleux; au contraire les horizons B-C de la partie inférieure montrent beaucoup de figures micromorphologiques telles que les traces de corrosion chimique (les "V" et les triangles), les surfaces irrégulières de dépôt et de dissolution, les cavités et les sillons etc., et son caractérisés par la présence de cristaux plus arrondis.

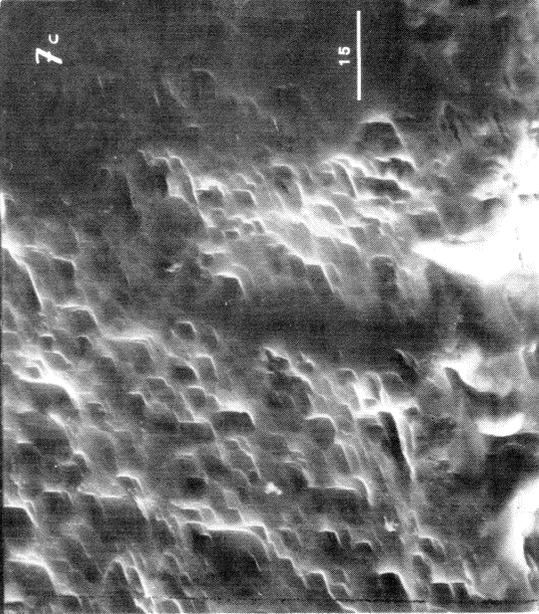
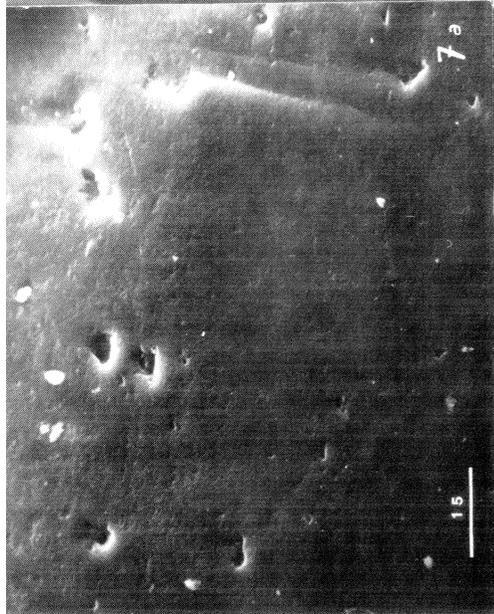
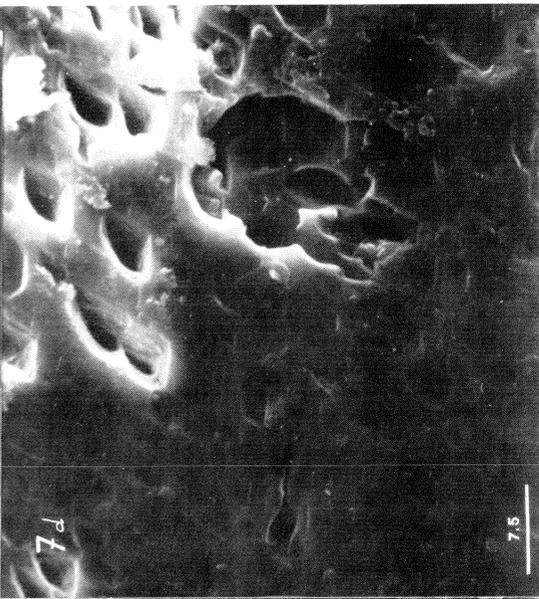
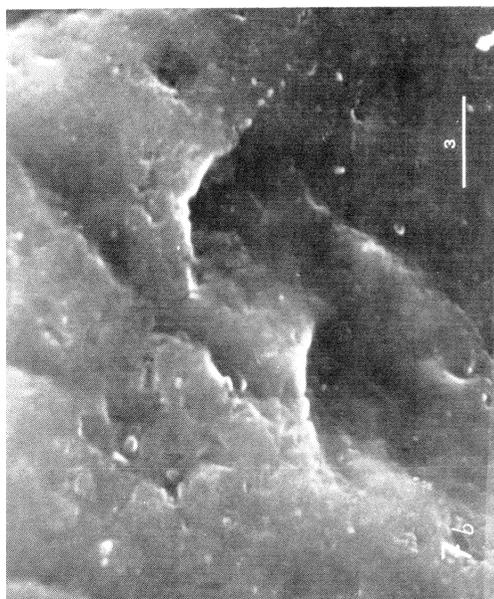
Au niveau de ces observations préliminaires, on a pu formuler l'hypothèse que dans les horizons superficiels il ya aurait des phénomènes de dissolutions relativement rapides par des solvants organiques aussi en conditions de bas pH qui aboutissent à la formation de cristaux anguleux et avec beaucoup d'"échancrures" (embayed grains) tandis que dans les horizons profonds le processus est déterminé par des solutions qui agissent à un pH plus haut, avec une plus grande lenteur et n'influent pas de façon sensible la forme originale des grains.











BIBLIOGRAPHIE

- CAROZZI, A. V. 1.967. Recent calcite-cemented sandstone generated by the equatorial tree Iroko (*Chlorophora excelsa*), Daloa, Ivory Coast. *Jour. Sed. Petrology*, 37, p. 597-600.
- CLEARY, W. J. and CONOLLY, J. 1.972 - Embayed quartz grains in soils and their significance. *Jour. Sed. Petrology*, 42, p. 899-904.
- CROOK, K. A. W. 1.968. Weathering and roundness of quartz sand grains. *Sedimentology*, 11, p. 171-182.
- DAL CIN R, 1.968 - Climatic significance of roundness and percentage of quartz in conglomerates. *Jour. Sed. Petrology*, 38, p. 1094-1099.
- DOORNKAMP; J. C. and KRINSLEY, D., 1.971. - Electron microscopy applied to quartz grains from a tropical environment. *Sedimentology*, 17, p. 89-101.
- EHRlich, R and WEIMBERG, B. 1.970 - An exact method for characterization of grain shape. *Jour. Sed. Petrology*, 40, p. 205-212.
- EVANS, W. D. - 1.965 - Facets of organic geochemistry. In: Hallsworth E; G. and Crawford D. V. (Editors), *Experimental Pedology*, Butterworths London, p. 14-28.
- FERRARI, G. A., MAGALDI, D. e RASPI, A. 1.971. Studio pedologico del paleosuolo di Monte Longo (Siena). *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. A*, 78, p. 395-419.
- FERRARI, G. A. e MAGALDI, D. 1.977 - Studio pedologico e sedimentologico del paleosuolo di Mucchio in Val di Chiana (Arezzo). En presse.
- FRONDEL, C. - 1.962 - The system of Mineralogy of J. D. Dana and E. S. Dana. Vol. 39, J. Wiley & S. Inc. New York and London.
- KRINSLEY, D.H. and DOORNKAMP, J. C. 1.973- Atlas of quartz sand surface textures. Cambridge Univers. Press.

MICROSTRUCTURES DU QUARTZ DANS LES SOLS

- KUENEN, Ph. H. and PERDOK, G. W. 1. 1962- Experimental abrasion 5. Frosting and defrosting of quartz grains. Jour. Geology, 70, p. 648-658.
- Le RIBAULT, L. - 1. 1974. - L'exoscopie. Méthode de détermination de l'histoire géologique des quartz détritiques. Rev. Geogr. Phys. Geol. Dynam. 16, p. 119-130.
- MOREY, G. W. FOURNIER, R. O. and ROWE, J. J. 1. 1962. The solubility of quartz in water in the temperature interval from 25° to 300° C. Geochim. Cosmochim. Acta, 26, p. 1029-1043.
- MULLER, G. 1. 1970 - Methoden der Sediment-Untersuchung. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- RAESIDE, J. D. 1. 1959 - Stability of Index Minerals in soils with particular reference to quartz, zircon and garnet. Jour. Sed. Petrology. 29, p. 493-502.
- RICCI LUCCHI, F. and DELLA CASA, G. 1. 1970- Surface textures of desert quartz grains. A new attempt to explain the origin of desert frosting. Giorn. Geologia, 36, p. 751-776.