

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION
(ORSTOM)

Centre d'ADIOPODOUME
B.P. V51 ABIDJAN (Côte d'Ivoire)

Laboratoire de Pédologie

**TERMINOLOGIE ET CARACTÉRISATION
DES GRAVILLONS FERRUGINEUX (GLEBULES)
DU BASSIN VERSANT DE BOORO-BOROTOU
(Région de TOUBA, Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire)**

par

Daniel **BOA**

Mars 1987

SOMMAIRE

INTRODUCTION

TERMINOLOGIE DES GRAVILLONS

GRAVILLON

GLEBULES

CARACTERISATION DES GLEBULES

CRITERES DE DIFFERENCIATION

TYPES DE GLEBULES

DIFFERENCIATION GLEBULAIRE

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

La fraction grossière du sol est constituée par les éléments dont la taille est supérieure à 2 mm. Ces éléments grossiers sont de nature minéralogique diverse. Ce sont soit des minéraux ou débris de roche résistants à l'altération, soit des formations pédologiques indurées.

Conformément au C.P.C.S. (1969) généralement utilisé pour leur classification à l'ORSTOM Adiopodoumé, les sols à éléments grossiers sont regroupés, dans la plupart des cas, au sein de la classe ferrallitique, au niveau du groupe ou sous-groupe remanié, sans tenir compte de la nature de la fraction grossière. Or dans certains cas ce sont, soit les formations pédologiques, soit les éléments résiduels lithiques qui dominent.

Aussi, certains auteurs ont tenté de diversifier la dénomination de ces sols. RIQUIER (1966) distingue les sols ferrallitiques à quartz et les sols ferrallitiques à concrétion. C'est dans cette optique que CHATELIN et MARTIN (1972) ont proposé les termes de GRAVELON pour les sols renfermant en majorité des cailloux et graviers de quartz, et de GRAVOLITE pour les sols caractérisés par une grande abondance de nodules, le gravillon désignant seulement les éléments sesquioxydiques.

La présente étude est une contribution à la caractérisation des divers gravillons ferrugineux dans l'optique d'une différenciation des sols gravillonnaires pour une cartographie à grande échelle (1/6.500è) comme celle qui doit être établie sur le bassin de Booro-Borotou (région de TOUBA, Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire).

TERMINOLOGIE DES GRAVILLONS

Gravillon

Il faut rappeler qu'en pédologie on distingue sur le plan granulométrique deux groupes d'éléments :

- les éléments fins de taille <2 mm qui se composent d'argile, de limon et de sable. Cette fraction fine constitue le plasma ou matrice du sol ;
- les éléments grossiers, de dimension plus importante (>2 mm), qui forment le squelette du sol ; ce sont notamment **les traits pédologiques** (BREWER, 1964) **ou accidents pédologiques** (HENIN et al., 1969). Ces traits pédologiques comprennent :

les concentrations plasmiques qui sont des accidents pédologiques autigènes. Dans ce cas ce sont les nodules et les concrétions.

les lithoréliques d'origine allogène ; ils dérivent de la roche-mère. On y reconnaît généralement la structure de la roche originelle. Ils comportent également les minéraux résistants à l'altération tels que le quartz.

Les éléments grossiers ferrugineux, en particulier les concentrations plasmiques, sont désignés dans le cas général par le terme de **Gravillon**. Cependant certains auteurs parmi lesquels KALOGA (1976) CHATELIN et MARTIN (1972) distinguent les gravillons des concrétions ; les gravillons étant alors les éléments indurés de forme nodulaire, arrondie ou émoussée, à cortex externe patiné. Cette définition limite celle des concrétions aux masses indurées ne présentant que des structures concentriques. LEVEQUE (1978) utilise de préférence le terme de concrétions pour désigner tous les éléments ferrugineux.

Ici, nous employerons à la suite de SEGALEN (1966) le terme de gravillon pour dénommer tous les types d'éléments grossiers, indépendamment de leur nature et de leur structure. En effet, la taille dominante de ces éléments se situe entre 2 et 10 mm (BOA, 1983). Cette dénomination de la fraction grossière se justifie donc par l'acceptation étymologique du mot, à savoir petit gravier. Dans ce sens "gravillon de graviers indurés" (CHATELIN et MARTIN, 1972) peut être interprété par les non-initiés, petit gravier de gravier induré. Et pourtant les auteurs veulent dire des éléments indurés de la taille de gravier. C'est pour éviter l'équivoque que nous donnons au terme gravillon une définition purement granulométrique et non génétique. **Gravillon** est donc une **subdivision de gravier** (2-20 mm). Par ailleurs, notre préférence pour ce terme est motivée par l'existence dans la littérature pédologique d'un nom et d'un adjectif dérivé de ce mot : **gravillonnement** et **gravillonnaire**.

Somme toute, **gravillon** est un terme général qui désigne, sans autre précision, tous les éléments grossiers de taille supérieure à 2 mm. Ce faisant, les gravillons ferrugineux renferment toutes les masses indurées discontinues et les gravillons lithiques, tous les éléments grossiers non ferrugineux, hérités de la roche-mère, par exemple le quartz.

Glébules

Dans les pages précédentes, il a été montré le besoin de distinguer, dans certains cas, les gravillons lithiques des gravillons ferrugineux, d'origine pédologique, formés par accréation ou différenciation centrifuge (NAHON, 1976 ; BOULANGE, 1984) ou par accumulation centripète (BREWER, 1964). Etant donné que ces concentrations plasmiques ou lithorelictuelles présentent une connotation génétique nous avons, dans le souci d'utiliser un terme unique à la suite de FRITSCH (1984), identifié les gravillons ferrugineux aux glébules (BREWER, 1964), définis comme une concentration locale durcie de certains composés chimiques. Les glébules sont donc, au sens large, des accumulations relatives ou absolues de fraction de plasma de nature diverse. On peut observer des glébules carbonaté, sulfaté, maganifère, même siliceux. Cependant, dans le cadre de notre étude, les glébules sans autre précision, concernent ceux qui sont composés en majorité de sesquioxides de fer et d'aluminium.

Les différentes formes de glébules sont :

- **les haloglébulaires** (MULLER et al. 1980-1981) qui présentent une structure peu différenciée par rapport au plasma. Il y a lieu ici de distinguer les débris lithoréliques ou indurés qui sont tous les éléments de grande dimension (taille supérieure à 20 mm) non directement décelable au sein du profil mais définis par des coups de piochons. Par contre les haloglébules, en dépit de leur faible différenciation, sont reconnaissables sur le profil. Les haloglébules constituent la phase initiale de la glébulisation.

- **les nodules** sont les masses indurées à structure isotrope, non concentrique mais nettement différenciée par rapport au fond matriciel environnant.

- **les concrétions** sont les éléments indurés avec une ou plusieurs couches concentriques ou cortex autour d'un noyau central à structure isotrope non fondamentalement différente de la masse fine. En général le volume du noyau est assez important que le cortex. On parle alors de concrétion semi-pisolitique.

- les **septaria** sont les éléments grossiers avec des craquelures ou fissures radiales qui recoupent les structures concentriques identiques à celle des concrétions. La discordance des craquelures des septaria laisse envisager que la septarisation est postérieure au concrétionnement. Ce dernier processus est la phase ultime de la glébulisation (IGUE, 1985). La dégradation des glébules (NAHON, 1976 ; BOULANGE, 1984 ; MULLER, 1980) est annoncée par la septarisation.

Au total, la glébulisation comporte quatre phases classées selon leur évolution :

- . haloglébulisation
- nodulisation
- . concrétionnement
- . septarisation.

On peut retenir, pour l'essentiel, des paragraphes précédents que :

- un sol gravillonnaire est tout sol qui renferme une proportion très importante d'éléments grossiers, sans distinction de leur nature minéralogique et structurale, sans implication génétique. Le sol gravillonnaire s'oppose au sol essentiellement meuble ;

- un sol glébulaire est constitué en majorité de gravillons ferrugineux, à savoir des éléments grossiers de nature sesquioxidique.

Nous venons de constater que la glébulisation comporte plusieurs étapes. Ces étapes déterminent différents types de glébules que nous nous proposons de décrire dans le chapitre suivant.

CARACTERISATION DES GLEBULES

La présence des gravillons ferrugineux modifie le comportement des sols. Ces éléments grossiers constituent au-delà d'un certain pourcentage une contrainte à la pénétration racinaire. Par contre, ils contribuent à l'amélioration de certaines caractéristiques physiques du sol telle que la structure (LEVEQUE, 1980). Par ailleurs, ils conditionnent le comportement hydrodynamique des sols

(ROOSE, E.J. 1979 ; COLLINET, J. et VALENTIN, C. 1979 ; POHE, J. ; 1981). Aussi il importe de les différencier pour des études très fines comme celle du bassin versant de Booro-Borotou.

Les critères de différenciation

Les critères de différenciation des glébules ont été amplement définis dans un précédent rapport (BOA, D. et CAMARA, M., 1985). Nous nous contenterons de rappeler ici les paramètres qui ont été utilisés pour caractériser les différents types de glébules. Ce sont :

- la forme : sphérique, ovoïde et polyédrique,
- l'état de surface, : absence ou présence de cortification, couleur, aspérité marquée par des minéraux primaires érisés (quartz) ou même d'autres glébules,
- la dureté.

Les types de glébules

Les glébules pisolitiques (G1) présentent une forme plus ou moins régulière, ovoïde, parfois franchement sphérique (photo 1). Ils sont généralement de petite taille (2-5 mm). La différenciation superficielle ou cortification est très marquée. Le cortex est continu ou quasi continu. Cette cortification s'exprime superficiellement par le lissage des glébules. La coloration de la surface est généralement noire ou rouge brique. La cohésion est très forte.

Les glébules pisolitiques vraies, formés presque uniquement de couches concentriques autour d'un germe ou nucléus de proportion négligeable sont rares. Sur le terrain, il est par ailleurs difficile de distinguer les vrais pisolites. Aussi avons-nous convenu, surtout à cause de leur forme en "plomb de chasse", de les appeler glébules pisolitiques.

Les glébules concrétionnés (G2) s'apparente au type G1 du point de vue forme (ovoïde ou franchement sphérique) ; la cortification est généralement franchement marquée. Cependant, ils ont une coloration ocre à jaune, ou grisâtre, rarement noire ; leur taille est plus petite (photo 2). Ce type de glébules, comme on le verra ultérieurement, s'observe en bas de pente en association avec les glébules composites (G9). Il semble provenir de la dégradation de ces derniers.

Les glébules cortifiés (G3) ont une forme régulière, polyédrique adoucie ou subovoïde parfois mamelonnée. Ils sont généralement plus volumineux que les précédents (photo 3). Il faut cependant noter l'assombrissement de leur couleur : brun-rouge à rouge-brunâtre, parfois noir. Ce qui les distingue des précédents est surtout leur forme et la cortification discontinue observée dans la majorité de cas sur une moitié des glébules. Par contre la différenciation superficielle est ici assez marquée par rapport aux autres glébules, à l'exception du type G1, d'où la dénomination de glébules cortifiés. En d'autres termes ces glébules sont simplement cortifiés et non concrétionnés.

Les glébules altéritiques (G4) ont généralement une forme polyédrique émoussée. Ils se caractérisent principalement par une absence quasi totale de différenciation superficielle et une dureté très faible. La taille est variablement grossière (2-20 mm ou quelquefois supérieure à 25 mm). Ils sont peu indurés. Ces glébules montrent différemment deux faciès principaux liés aux variations lithologiques : l'un allotéritique (CHATELIN et MULLER, 1972) est marqué par une nette hétérogénéité de la couleur de surface (photo 4) : blanc, jaune pâle, jaune ocre les plus dominants avec de plages rouges ; (fig.), l'autre est défini par une coloration homogène presque (photo 5) : rouge vive à ocre. Ce dernier type semble correspondre à des nodules diffus ou haloglébulaires (MULLER et *a/.*, 1980-1981).

Les glébules tachetés (G5) se caractérisent essentiellement par la présence de taches noires sur un fond matriciel généralement rouge, ocre, jaune ou brun ocre. Les taches noires s'observent également dans le noyau où elles sont parfois dominantes (photo 6).

Les glébules lithoréliques (G6) sont des débris de roche altérée à leur périphérie (photo 7). A la cassure la structure de la roche originale doit être facilement reconnaissable ; le noyau doit être isaltéritique. Dans le cas contraire on est en présence du type G4.

Les glébules à quartz érisés (G7) se composent :

- d'un matériau fin de couleur variable. En profondeur la coloration est, soit homogène (rouge ou ocre) soit hétérogène (rouge, ocre, jaune et blanchâtre) comme les glébules altéritiques. Vers le sommet ces glébules deviennent plus sombres, brun, brun-rouge ou noir. Ils sont alors marqués par une cortification plus ou moins affirmée :

- d'un squelette quartzeux dont la taille diminue progressivement vers le sommet à telle enseigne qu'on peut les confondre avec les glébules cortifiés (G3). Certains grains quartzeux présentent des imprégnations ferrugineuses. Dans la majorité des cas, ils sont hyalins, anguleux ou émoussés. Ces grains de quartz érisés donnent à ces glébules un aspect rugueux (photo 8).

Les glébules quartzeux (G8) présentent la même composition que le type précédent : une masse fine et un squelette essentiellement quartzeux ; à la différence que les grains de quartz sont ici très abondants si bien qu'ils couvrent plus de la moitié de leur volume (fig.), d'où le qualificatif quartzeux ici employé. Il faut noter également que la terre fine qui emballe les grains de quartz de taille variable (photo 9), sont de teintes plus claires : ocre, jaune quelquefois blanchâtre. Ces glébules semblent avoir subi l'influence de l'hydromorphie.

Les glébules composites (G9) sont constitués de deux sortes de matériaux initialement juxtaposés :

- l'un, plus ou moins meuble, correspond à la terre fine qui emballait les glébules c'est à dire le fond matriciel interglébulaire ;

- l'autre, induré, est apparenté aux glébules pisolitiques de taille plus petite (photo 10).

Il existe des termes de passage entre ce type morphologique et la carapace ou la cuirasse sous-jacente mais la gamme de variation aboutit par ailleurs fréquemment à des éléments bien individualisés, le ciment noyant alors complètement les pisolites primitifs d'où leur aspect boursoufflé.

Certains gravillons ont été décrits dans un précédent rapport (BOA et CAMARA, 1985). La présente note complète la liste des types de glébules observés sur le bassin de Booro-Borotou et précise leur terminologie.

Différenciation des glébules

Le tableau 1 récapitule les traits caractéristiques des glébules. D'après les données de ce tableau les glébules altéritique (G4), lithorelectuel (G5) et tacheté (G6) se distinguent par une coloration hétérogène. A première vue, cette diversité de la couleur est un héritage de l'altéropiasation ou d'une hydromorphie ancienne ou actuelle. MULLER et *a/* . 1980-1981 montrent que cette coloration hétérogène est due à la coexistence de différents plasmas engendrés par une évolution géochimique et minéralogique. C'est en quelque sorte une hétéropiasation.

Tableau 1 : Traits caractéristiques des glébules

	COULEUR		NATURE DE L'ASPERITE		CORTIFICATION		LISSAGE	DURETE
	Homo-gène	Hétéro-gène	Quartz	Glébules	Simple	Complexe		
Glébule pisolitique G1	+				+		+	+
Glébule concrétionné G2	+					+	+	+
Glébule cortifié G3	+					+	+	-
Glébule altéritique G4		+						
Glébule tacheté G5		+						
Glébule lithorelectuel G6		+						
Glébule à quartz érisé G7	+	+	+					
Glébule quartzeux G8	+	+	+					
Glébule composite G9	+	+		+				

+ : caractère très affirmé

- : caractère peu affirmé

Le tableau 1 montre également que les glébules à quartz érisés (G7), quartzeux (G8) et composite (G9) sont, soit hétérogènes, soit homogènes, sur le

plan de la couleur. Cependant, ils se distinguent des autres glébules par leur aspérité, leur rugosité due à la présence d'éléments résiduels de nature quartzeuse ou glébulaire. Cette hétérogénéité de leur composition semble résulter de leur matériau originel.

Extérieurement les glébules pisolitiques (G1) concrétionnés (G2) cortifiés (G3) sont essentiellement caractérisés par une coloration homogène. Toutefois leur noyau présente une hétérogénéité plasmique. Ces mêmes glébules sont également les plus marqués par la cortification. On est donc en droit de penser que la différenciation superficielle entraîne une modification de la structure externe des glébules, probablement hétérogène auparavant. Cette différenciation s'exprime extérieurement par le lissage de la surface des glébules et une augmentation de leur cohésion.

On peut retenir pour l'essentiel que la différenciation des glébules se fonde sur des critères majeurs (couleur, aspérité, cortification) qui permettent de définir trois groupes de glébules :

- **les glébules à coloration hétérogène ;**
- **les glébules rugueux** : rugosité due à leur composition hétérogène ;
- **les glébules cortifié ou concrétionné.**

L'intensité de ces caractères majeurs et les autres critères, forme, dureté, permettent de distinguer les glébules au sein d'un même groupe.

CONCLUSION

Dans le présent rapport, nous avons convenu de nommer **Gravillon** tous les éléments grossiers, indépendamment de leur structure et de leur nature minéralogique. Cette dénomination se justifie par leur taille dominante millimétrique. En ce cas, on distingue les **gravillons lithiques**, dont le quartz, qui sont les éléments grossiers résiduels, non altérés, dérivent de la roche-mère et les **gravillons ferrugineux ou glébules** qui sont des formations pédologiques.

On peut noter également dans ce rapport que le nombre de gravillons ferrugineux observés sur le bassin versant de Booro-Borotou passe de six (BOA et CAMARA, 1985) à neuf. Les critères majeurs, couleur, aspérité, différenciation superficielle classent les gravillons ferrugineux dans les groupes suivants :

- les glébules à coloration hétérogènes ; **glébules lithorelictuel , altéritique, tacheté ;**
- les glébules à aspérité : la rugosité de ces gravillons ferrugineux est accentuée par la présence abondante d'éléments squelettiques de nature quartzeux ou glébulaire. Ce sont les **glébules à quartz érisés, quartzeux et composite ;**
- **les glébules cortifiés, concrétionnés ou pisolitiques.** Comme on peut le constater ce sont ceux qui présentent une structure externe complexe, plus ou moins concentrique.

Il semble important qu'une étude détaillée soit entreprise pour mieux comprendre la genèse et l'évolution de ces gravillons ferrugineux et, par ailleurs, appréhender leur comportement hydrique car les sols gravillonnaires couvrent une grande superficie du Nord de la Côte d'Ivoire. Ces sols ne sont pas pour autant tous pénalisables : les paysans de la région nord de la Côte d'Ivoire arrivent à les exploiter convenablement.

BIBLIOGRAPHIE

- BOA D. (1983). Caractéristiques hydriques des gravillons ferrugineux dans les sols ferrallitiques.
ORSTOM-Adiopodoumé. 50p., multigr., 8 fig., 27 tabl.
- BOA D., CAMARA M. (1984). Principaux types de sols et gravillons du bassin versant de Booro-Borotou (région de Touba au Nord Ouest de la Côte d'Ivoire).
ORSTOM-Adiopodoumé. 16p., multigr., 1 tabl.
- BOULANGE B. (1984). Les formations bauxitiques, latéritiques de Côte d'Ivoire ; les faciès, leur transformation, leur distribution et évolution du modelé.
Trav. et doc. ORSTOM, p.341.
- BREWER R. (1964). Fabric and mineral analysis of soils John Wiley & Sons. INC.
New York. London, Sydney. 470p.
- CHATELIN Y. et MARTIN D. (1972). Recherche d'une terminologie typologique applicable aux sols ferrallitiques.
Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. X, n° 1, P. 3-24.
- COLLINET J., VALENTIN C. (1979). Analyse des différents facteurs intervenant sur l'hydrodynamique superficielle. Nouvelles perspectives. Applications agronomiques. ORSTOM- Adiopodoumé, p.41, multigr.
- FRITSCH E. (1984). Les transformations d'une couverture ferrallitique en Guyanne Française.
ORSTOM, Paris. p.190.
- HENIN S., FEODOROFF A., GRAS R., MONNIER G. (1960). Le profil cultural. Principes de physique du sol. edit. SEIA. p. 320.
- IGUE M. (1985). Analyse structurale et représentation cartographique (1/25000) d'une couverture ferrallitique d'un bassin versant sur formations schisteuses à Lokpasso (Sous-Préfecture de Tieningboué au Centre de la Côte d'Ivoire).
ORSTOM-Adiopodoumé, p. 140 et annexe.
- KALOGA B. (1976). Contribution à l'étude du cuirassement : relation entre les gravillons ferrugineux et leurs matériaux d'emballage.
Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. XIV, n° 4, p. 299-319.
- LEVEQUE A. (1978). Les concentrations du fer dans les sols développés sur le socle granito-gneissique au Togo.
Cah. ORSTOM, Vol. XVI, n° 1, p. 3-22.

- MULLER D., BOCQUIER G., NAHON D., PAQUET H. (1980-1981). Analyse des différenciations minéralogiques et structurales d'un sol ferrallitique à horizons nodulaires du Congo.
Cah. ORSTOM, sér. Pédol. Vol. XVIII, n° 2, p. 87-109.
- NAHON D. (1976). Cuirasses ferrugineuses et encroûtements calcaires au Sénégal Occidental et en Mauritanie. Systèmes évolutifs : Géochimie, structures, relais et coexistence. Thèse doc. es.science. Mémoire n° 4, Univers. L. Pasteur de Strasbourg. Institut de Géologie, 232p.
- POHE J. (1981). Influence des gravillons sur l'hydrodynamique superficielle (étude expérimentale sous pluie simulée). Rapport de stage. ORSTOM-Adiopodoumé 11 p. + 11 fig., 4 tabl. et annexe.
- RIQUIER J. (1966). Définition et classification des sols ferrallitiques de Madagascar.
Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. IV, n° 4, p. 75-88.
- ROOSE E.J. (1979). Dynamique actuelle d'un sol ferrallitique gravillonnaire issu de granite sous cultures et sous savane arbustive soudanienne au Nord de la Côte d'Ivoire (Korhogo : 1967-1975).
Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XVIII, n°2, p. 81-118.
- SEGALEN P. (...). Le remaniement des sols et la mise en place de la stone-line en Afrique.
Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. VII, n°1, p. 113-127.

G₁

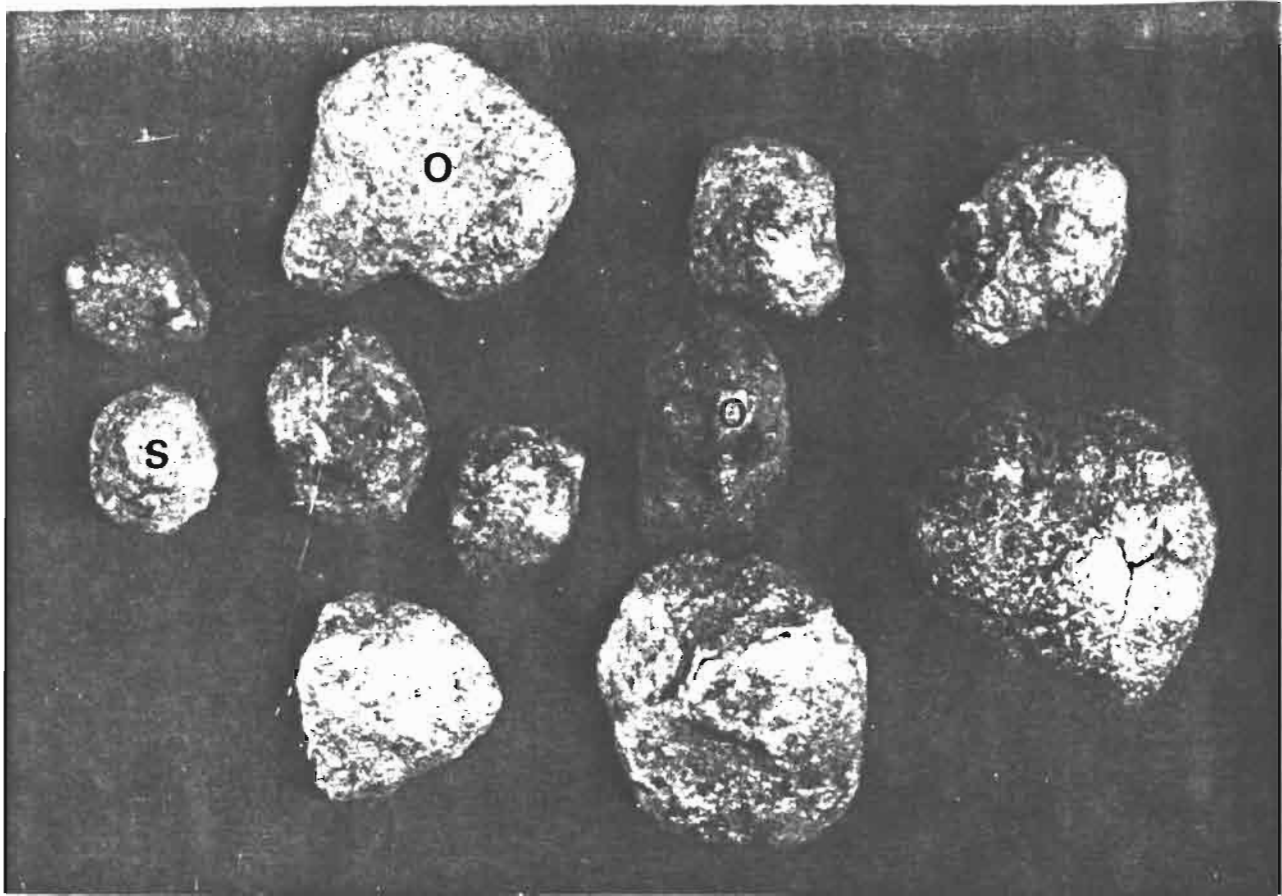


Photo 1 : Glébules pisolitiques, ovoïdes (O) ou franchement sphériques (S), très compact à aspect luisant.

G₂

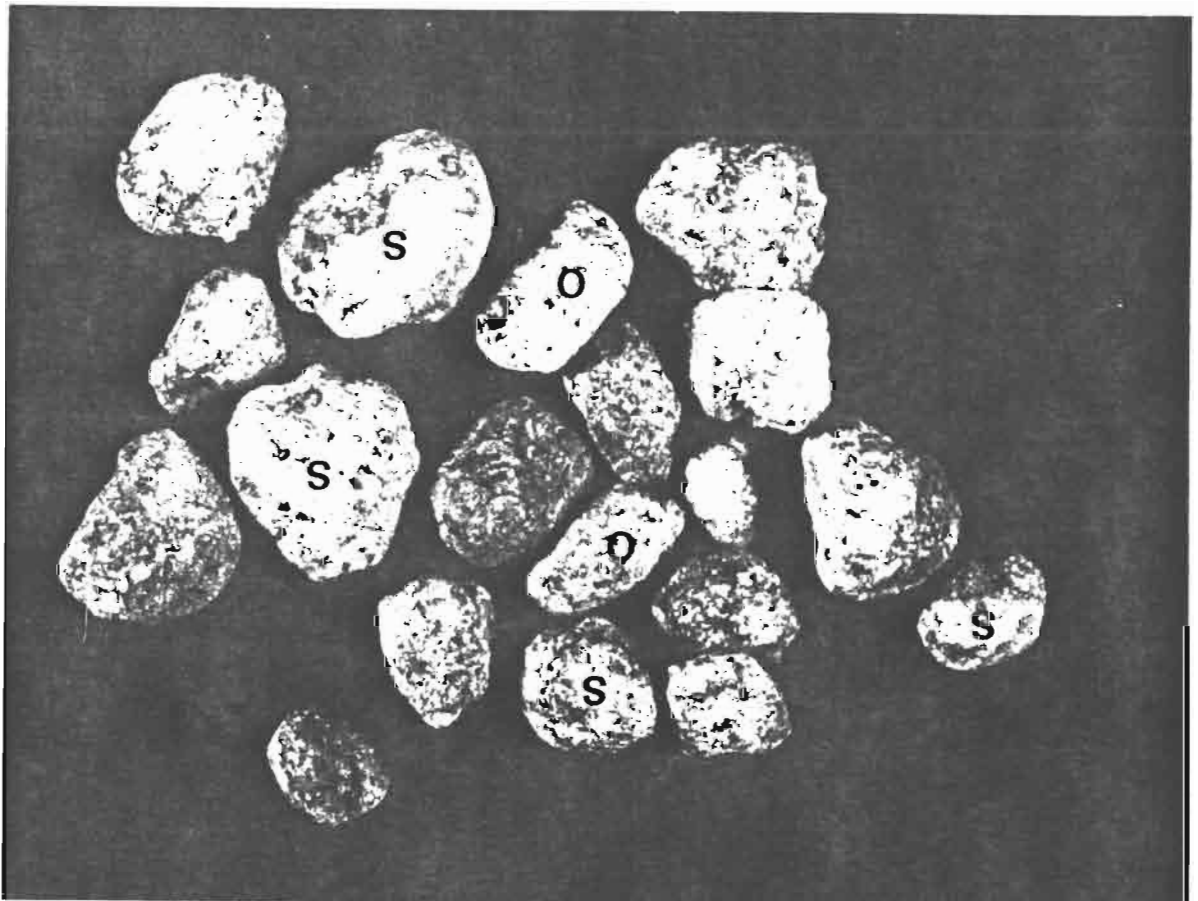
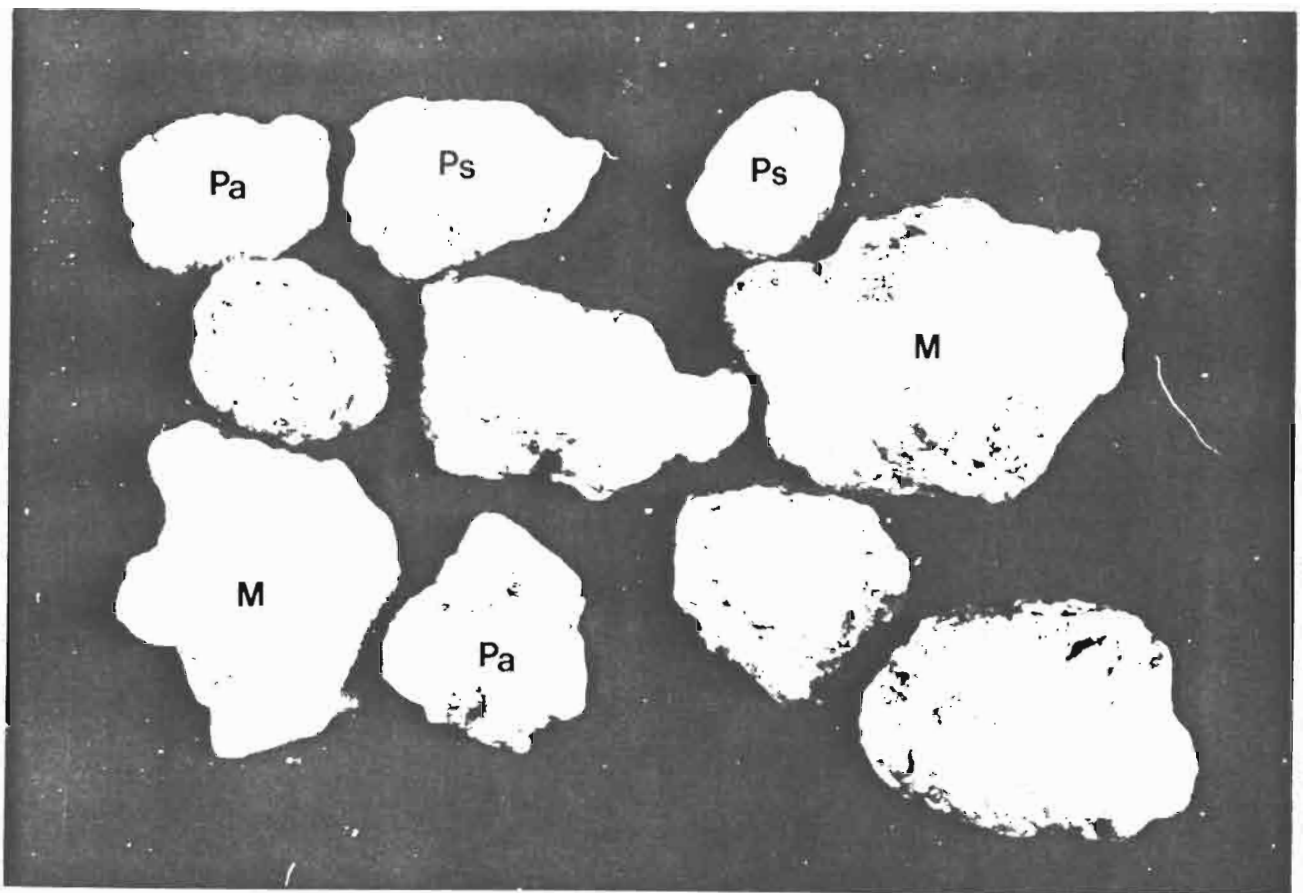
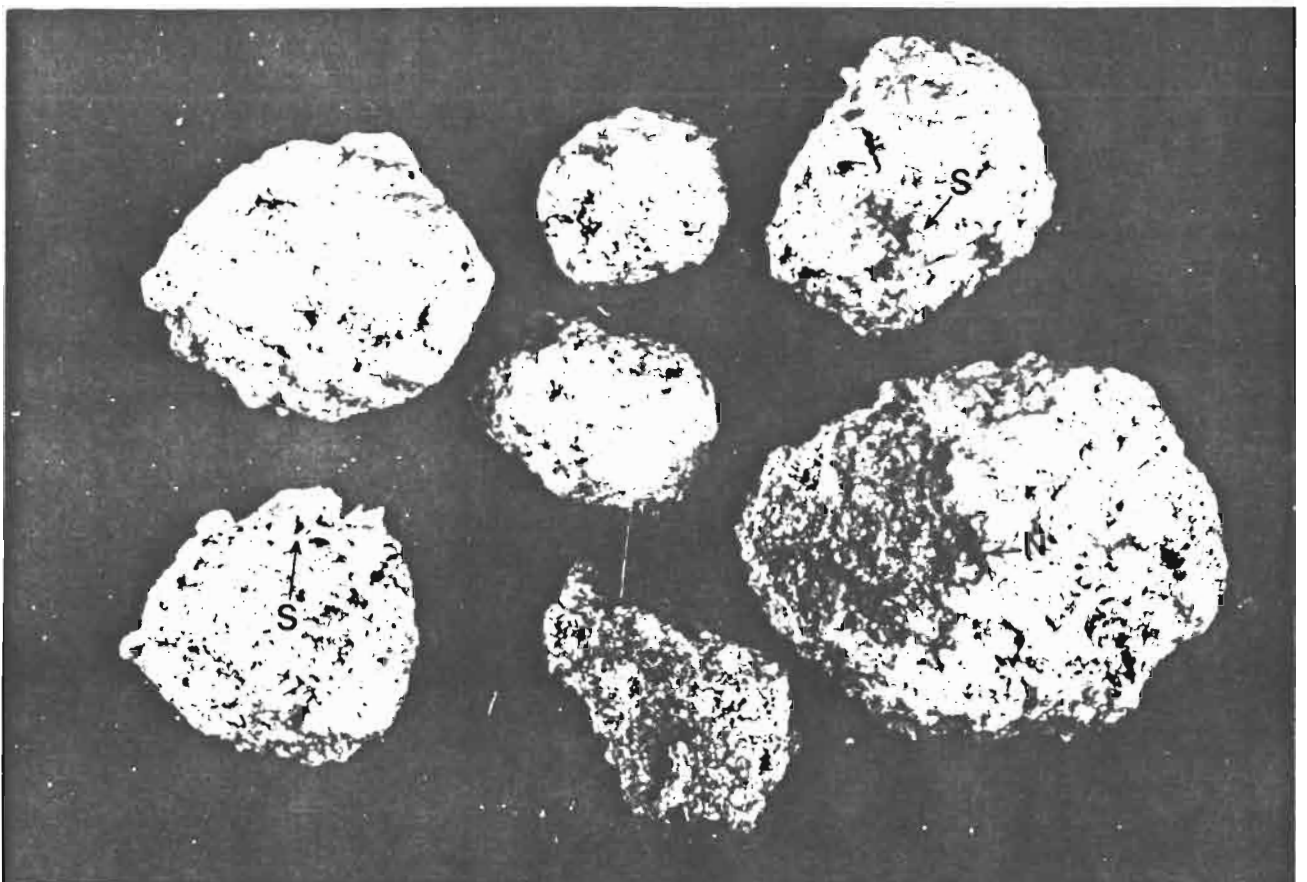


Photo 2 : Glébules concrétionnés également ovoïdes (O) ou franchement sphérique (S) de taille plus petite, jaune, grisâtre.



G₃

Photo 3 : Glébules cortifiés polyédriques, adoucie (Pa) ou subovoïde. (Ps) parfois mamelonné (M) à cortification superficielle discontinue.



G₅

Photo 6 : Glébules tâchetés caractérisés par la présence des tâches noires en surface (S) ou dans le noyau (N) de tailles variables.

G₄(a)

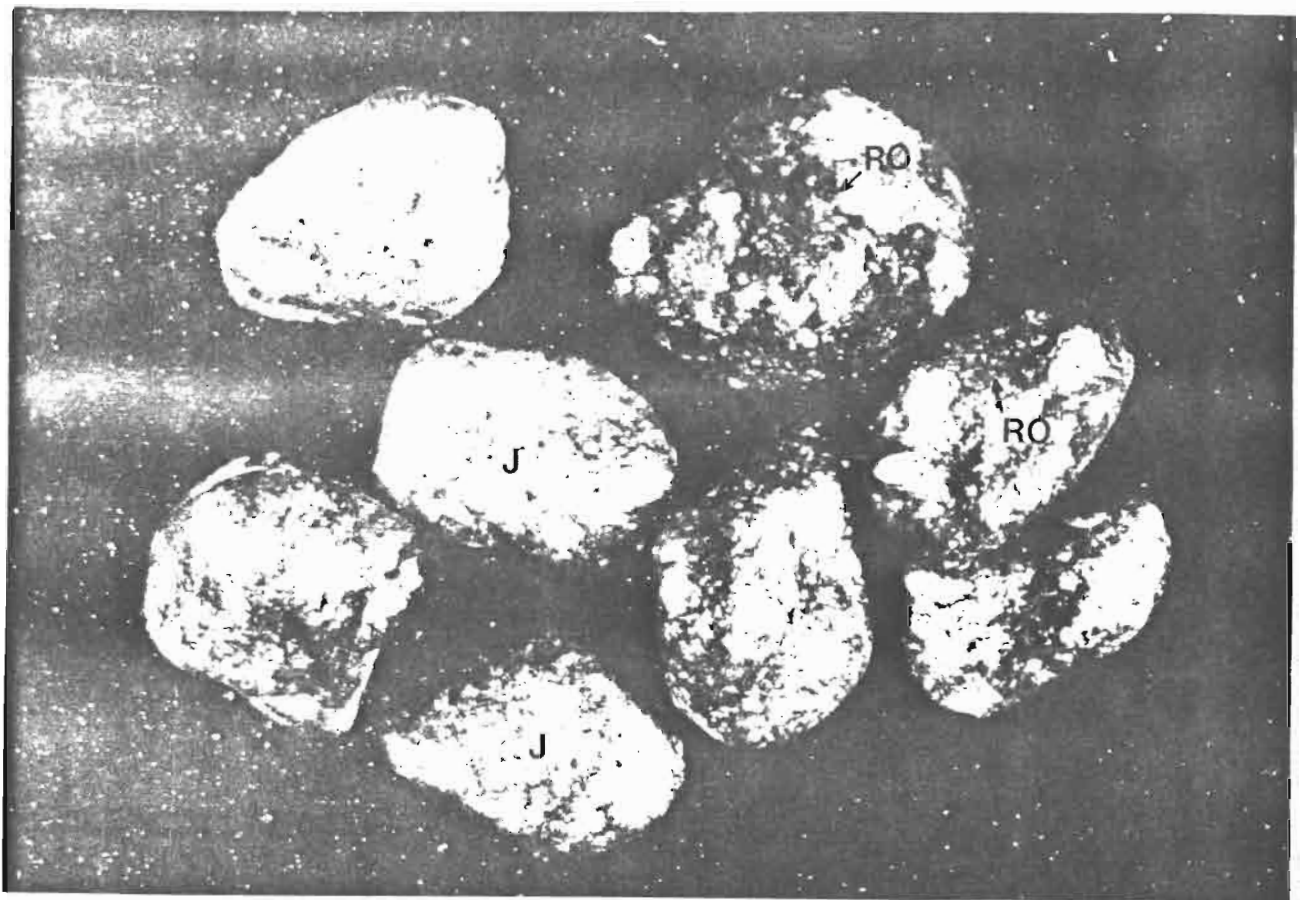


Photo 4 : Glébules altéritiques, polyédriques émoussés, hétéroplasmés, jaune (J) et rouge ou ocre (R.O.).

G₄(b)

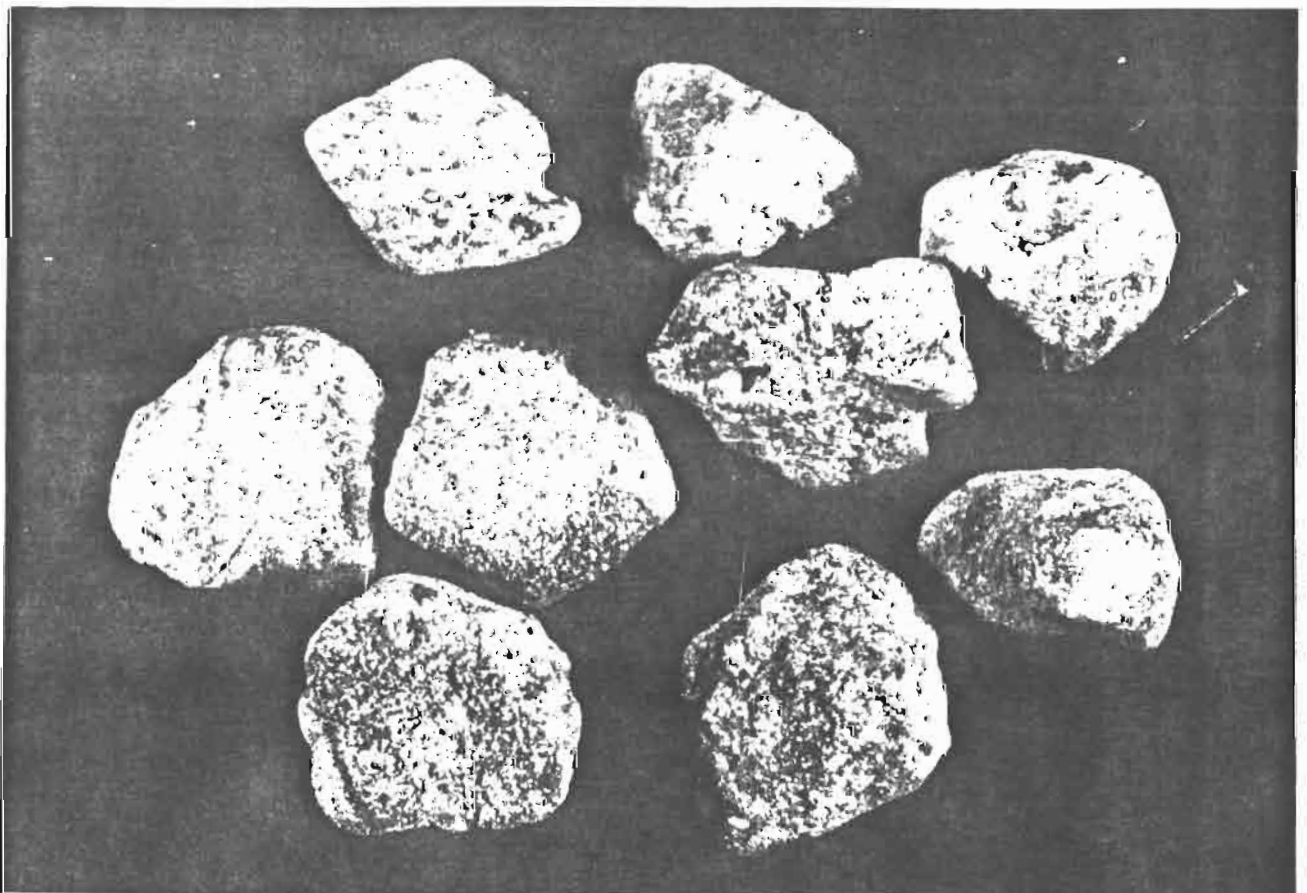


Photo 5 : Glébules altéritiques (haloglébules) homoplasmés piquetés de paillettes de micas, de dureté faible, absence quasi totale de différenciation superficielle.

G₆

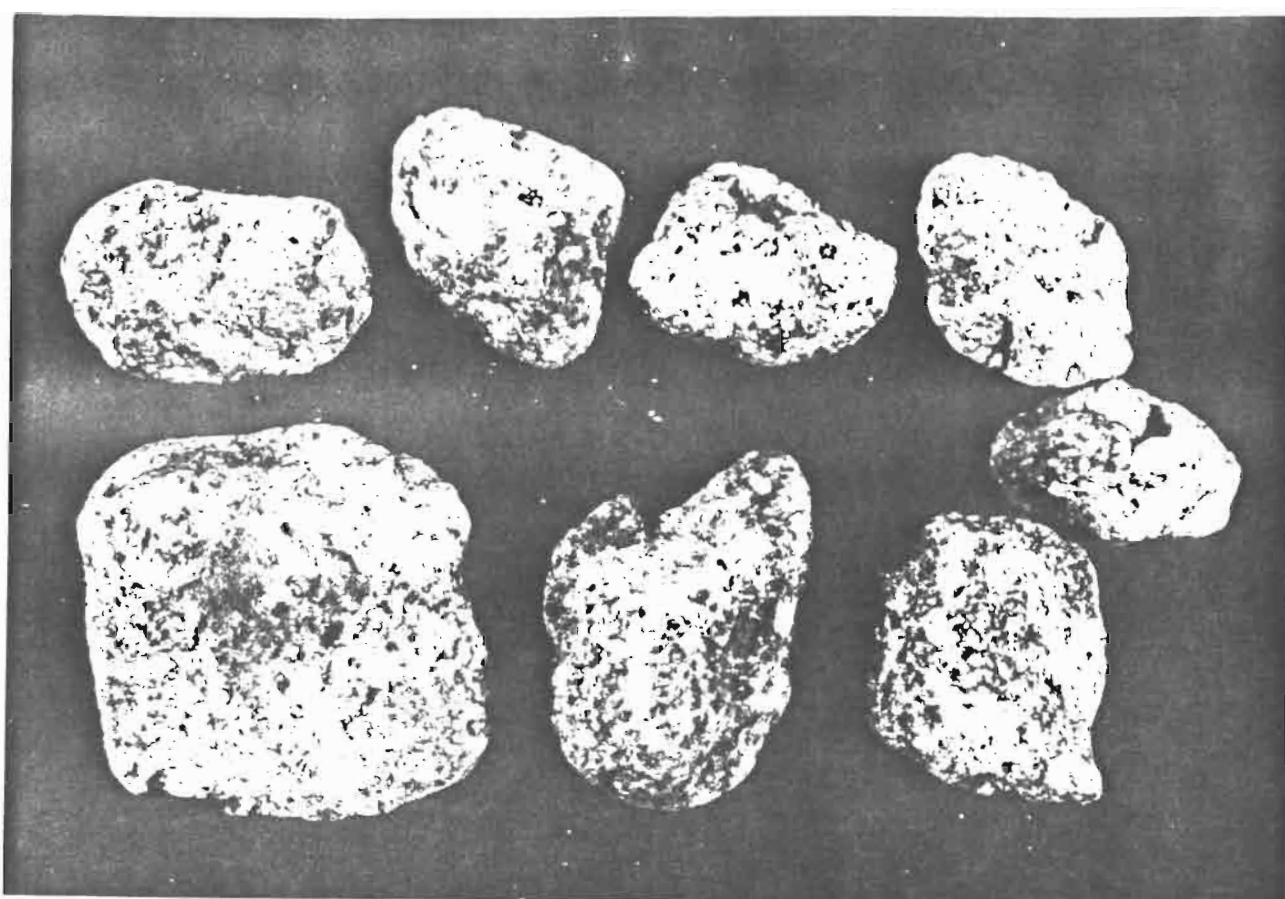


Photo 7 : Glébules lithorélictuels.

G₇

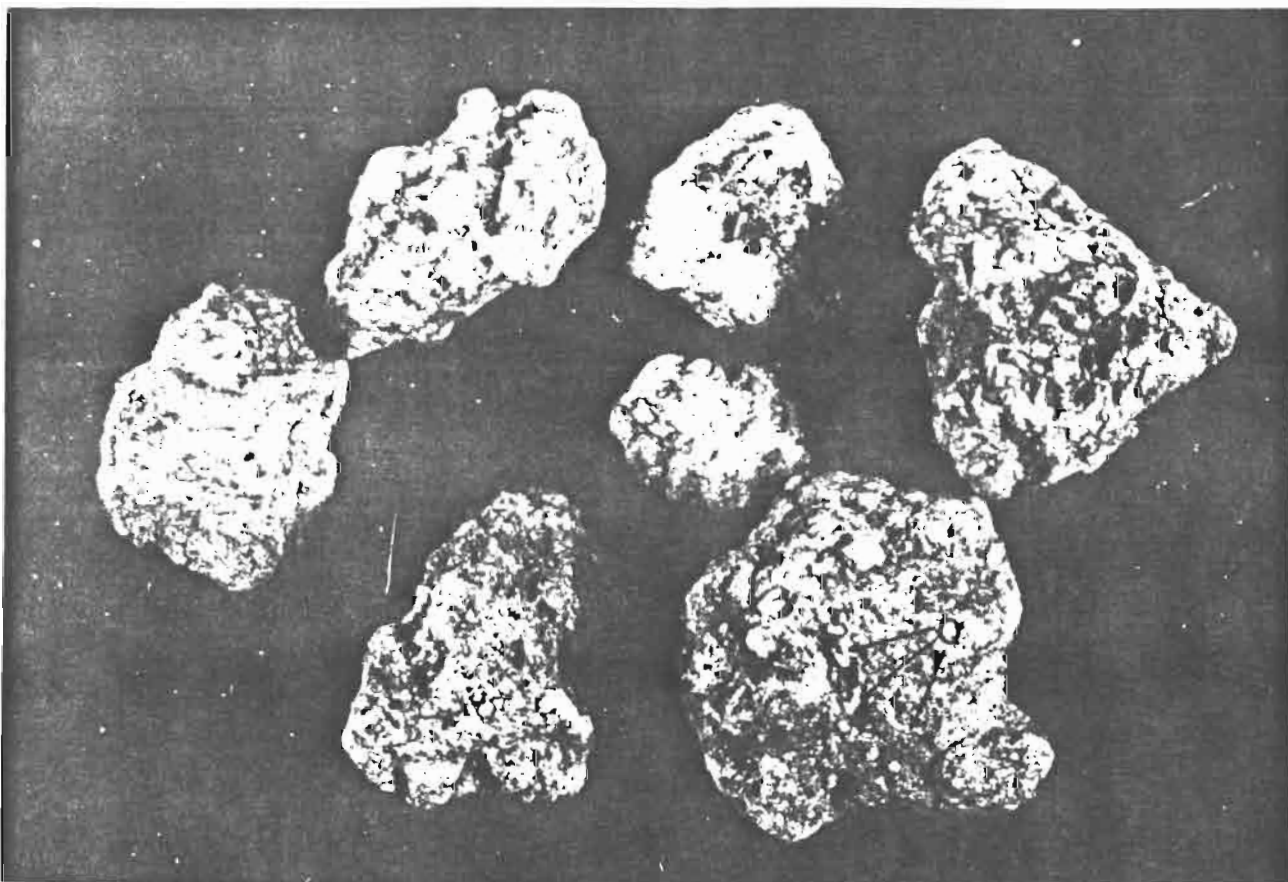
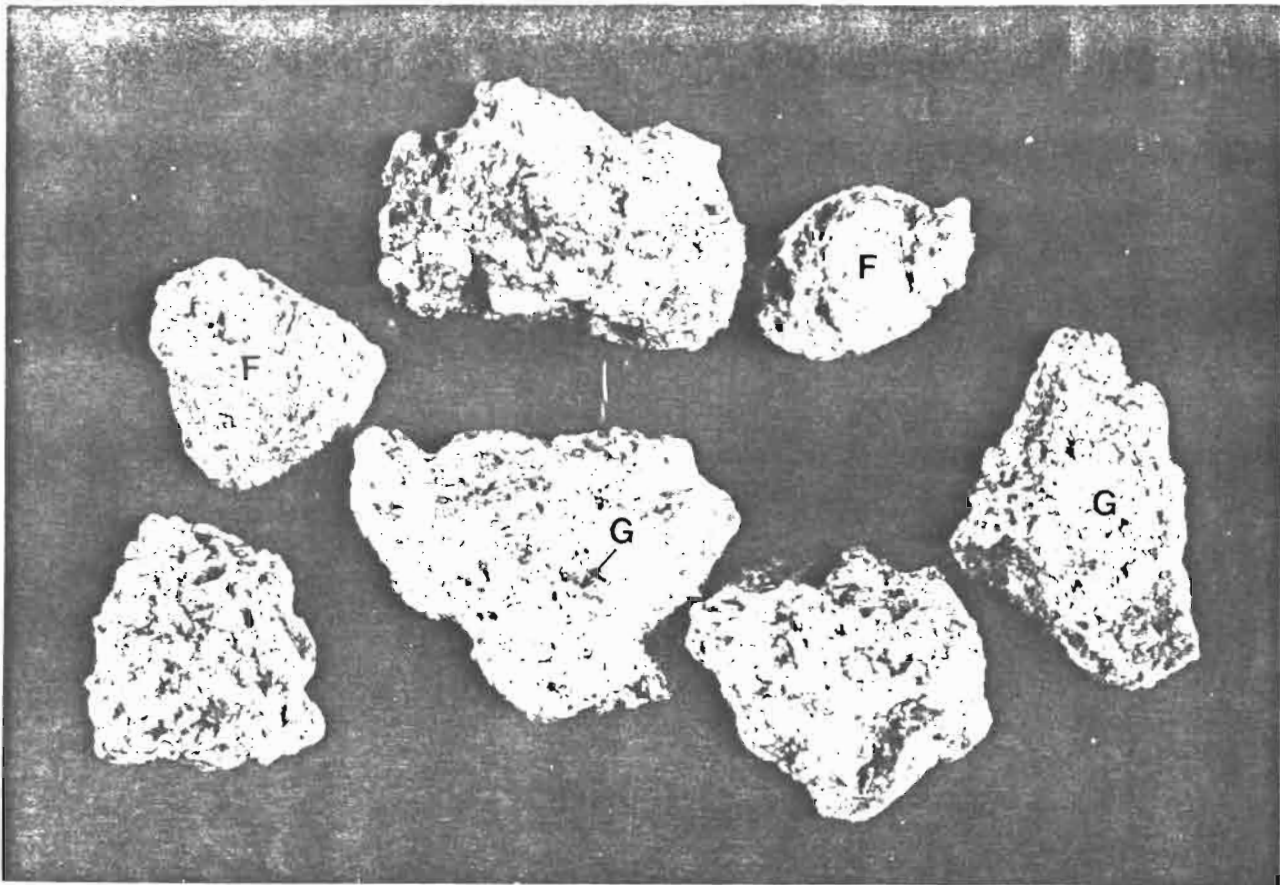
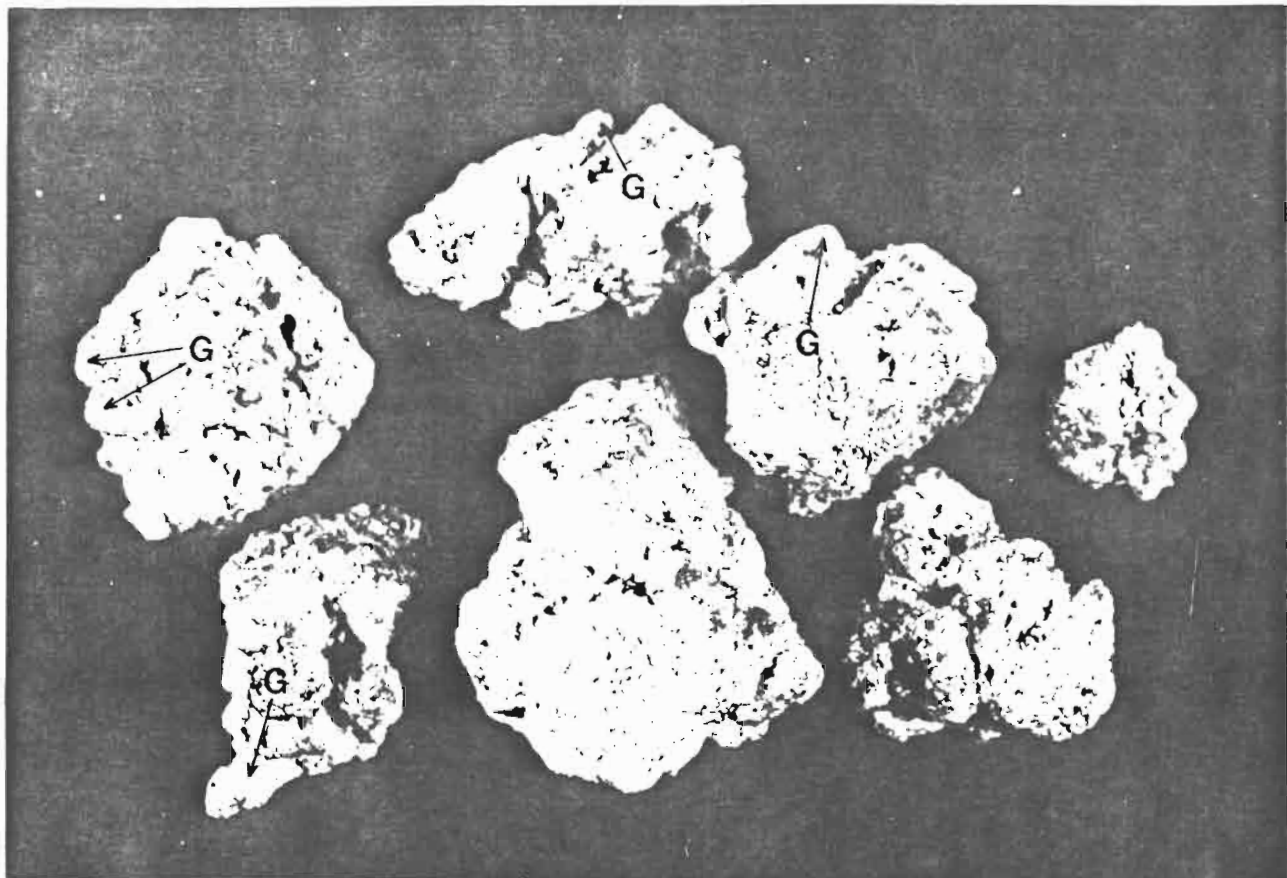


Photo 8 : Glébules à quartz érisés (Q) composés d'un matériau fin de couleur variable et d'un squelette quartzueux érisé moins abondant.



G₈

Photo 9 : Glébules quartzeux, même composition que G7 mais les grains de quartz sont plus abondants et de taille variable, fin (F) à grossier (G).



G₉

Photo 10 : Glébules composites constitués de glébules pisolitiques (G) noyés dans un fond matriciel interglébulaires meuble. Ce qui leur confère un aspect boursoufflé.