

Étude de quelques sols de Cuba et en particulier de sols ferrallitiques

1. Présentation de l'archipel de Cuba et de ses sols

Dalmacio BOSCH (1), Eloy GAMACHO (1), Pierre SEGALEN (2)

(1) *Institut des Sols de l'Académie des Sciences de Cuba, Apartado 8022, Capdevila, Habana, Cuba*

(2) *Services Scientifiques Centraux de l'O.R.S.T.O.M. 70-74, route d'Aulnay, 93140 Bondy, France*

Dans le cadre d'une convention passée entre l'Académie des Sciences de Cuba et l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, l'Institut des Sols de cette Académie et le Comité Technique de Pédologie de l'O.R.S.T.O.M. ont effectué en commun un certain nombre de travaux sur les sols de Cuba et, en particulier sur les sols ferrallitiques. Plusieurs articles concernant ce sujet vont paraître dans les Cahiers de Pédologie. Les sols étudiés sont situés dans plusieurs parties de l'archipel cubain. Ils ont fait l'objet de divers travaux, qu'on se propose de compléter et d'approfondir. Il a paru utile, de présenter quelques données essentielles concernant, d'une part, les facteurs qui influencent de manière directe la formation des sols, et, d'autre part, les grands ensembles pédologiques que l'on peut observer à Cuba, d'après les travaux effectués ces dernières années.

Les articles qui vont être publiés sont destinés à mieux connaître certains aspects de leurs caractéristiques, de leur genèse, ou de leur classification, afin d'en permettre une meilleure utilisation.

P. SEGALEN
A. CARDENAS

RÉSUMÉ

Les caractéristiques générales de l'archipel cubain: les principales roches-mères, l'hydrographie, l'histoire géologique et géomorphologique, le climat, la végétation et les principales activités agricoles, sont présentées brièvement. Un aperçu sur les principaux sols, avec leur correspondance dans différents systèmes de classification, est proposé. Les principaux articles et ouvrages traitant des sols de Cuba sont énumérés. Une bibliographie sommaire est ajoutée.

MOTS-CLÉS : Cuba — Sols ferrallitiques.

ABSTRACT

STUDY OF SOME CUBAN SOILS AND ESPECIALLY FERRALLITIC SOILS.

1. PRESENTATION OF THE CUBAN ARCHIPELAGO AND OF ITS SOILS.

The general features of the Cuban archipelago: main parent rocks, hydrography, geological and geomorphological history, climate, vegetation and principal agricultural activities are briefly outlined. The leading papers and books dealing with Cuban soils are enumerated. An outlook on Cuban soils and their equivalents in various soil classification systems are given. A short bibliography is added.

KEY WORDS : Cuba — Ferrallitic soils.

RESUMEN

ESTUDIO DE ALGUNOS SUELOS DE CUBA Y EN PARTICULAR DE LOS SUELOS FERRALITICOS. 1. PRESENTACION DEL ARCHIPELAGO DE CUBA Y DE SUS SUELOS

Son presentadas brevemente las características generales del archipiélago cubano: las rocas madres principales, la hidrografía, la historia geológica y geomorfológica, el clima, la vegetación, las principales actividades agrícolas. Se consullaron los artículos y obras más importantes que tratan sobre los suelos de Cuba. Se hace una breve comparación entre los suelos cubanos y sus equivalentes, en varios sistemas de clasificación. Se añade una bibliografía escuela.

PALABRAS LLAVES : Cuba — Suelos ferralíticos.

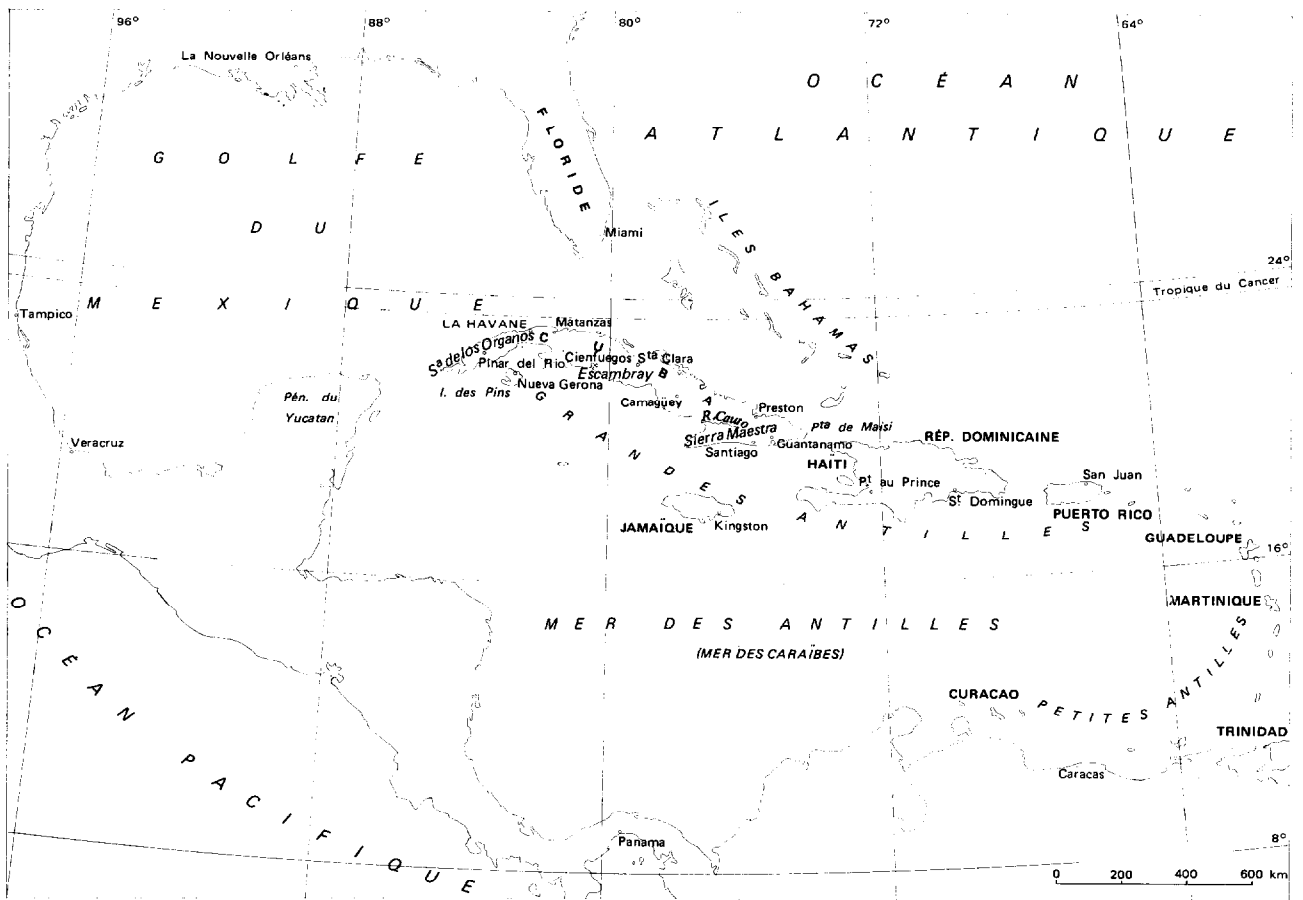


Fig. 1. — Situation de Cuba dans la zone Caraïbe

1. LES FACTEURS DE FORMATION DES SOLS A CUBA

Il est impropre de parler seulement de l'île de Cuba. Certes, il existe une grande île, mais il faut lui rattacher l'île des Pins, située à l'extrémité sud-ouest, et une multitude de petites îles ou « cayos » qui forment des guirlandes calcaires au nord comme au sud de l'île principale. C'est donc bien à un archipel qu'il faut se référer.

1.1. Localisation et caractéristiques générales

L'archipel s'étend entre 74° et 85° de longitude W et entre 20° et 23° de latitude N. Il est donc situé juste au sud du Tropique du Cancer. La longueur de l'île principale est d'environ 1 200 km. Sa largeur varie de 32 km à l'ouest, à 145 km à l'est.

L'archipel qui couvre 110.000 km², s'étend à la sortie du Golfe du Mexique, à moins de 200 km de

la pointe sud de la Floride et de la Péninsule de Yucatan. A l'est, 70 km environ le sépare de l'île de Haïti-Saint-Domingue, qui est suivie de Puerto Rico et de l'arc des petites Antilles. A 150 km plus au sud, face à la Sierra Maestra, se situe la Jamaïque (fig. 1).

L'ensemble de Cuba peut être qualifié de relativement plat si l'on ne tient pas compte d'une série de collines basses que l'on peut observer dans tout le centre de l'île principale. Toutefois, on observe quelques plateaux dont celui de Mayari à l'est, à 700-800 m d'altitude, et quelques zones montagneuses dont les principales, d'ouest en est, sont la Sierra de los Organos (400-600 m) à l'ouest de La Havane, la Sierra de l'Escambray (1 000-1 200 m) à l'est de la ville de Cienfuegos, et surtout la Sierra Maestra, sur la côte sud-est, dont le sommet principal, le Pico Turquino, atteint 2 000 m.

L'île des Pins est de forme à peu près circulaire avec un rayon de 25 km environ. Elle est assez plate

dans l'ensemble, dominée par quelques collines centrales ne dépassant pas 300 m.

A faible distance des côtes, au nord surtout, mais également au sud, existent un nombre considérable d'îles calcaires peu étendues, dénommées « cayos » qui justifient le terme d'Archipel Cubain.

Un certain nombre d'ouvrages de géographie générale permet de connaître Cuba sous ses divers aspects; les plus connus sont ceux de MASSIP *et al.* (1942) et NUÑEZ JIMENEZ (1969). Un atlas édité par l'Académie des Sciences (1970) présente également un grand nombre de cartes concernant l'archipel.

1.2. **Les roches-mères** sont très variées mais dominées essentiellement par les calcaires (BERMUDEZ, 1963; BUTTERLIN, 1956, 1977; FURRAZZOLA B. *et al.*, 1964; ALBEAR et ITURRALDE, 1977), datés du Jurassique au Miocène Supérieur. Le calcaire miocène occupe une superficie considérable.

On observe une grande variété de roches carbonatées, tendres à dures; celles qui émergent des paysages, comme dans la Sierra de Los Organos, sont des roches dures et à haute teneur en carbonate de calcium. Mais, il existe également de grandes superficies de roches calcaires gréseuses et argileuses, beaucoup plus tendres.

Il existe encore beaucoup d'autres roches qui ont une importance pédogénétique certaine. Des zones de métamorphisme léger sont connues à l'île des Pins, dans l'Escambray et dans la Sierra del Purial, à l'extrémité est de l'île principale (SOMIN et MILLAN, 1976; BOITEAU *et al.*, 1972). Des péridotites, le plus souvent serpentinisées, sont connues d'une extrémité à l'autre du territoire cubain et surtout sur la côte nord. Diverses roches grenues, comme les diorites, granodiorites, gabbros ont une certaine extension spécialement dans les provinces de Las Villas et Camaguey. Des roches volcaniques récentes sont présentes dans les provinces orientales (Sierra Maestra).

1.3. **L'hydrographie** est caractérisée par un réseau assez dense mais, en raison de la forme de l'île principale, avec peu de grandes rivières (Rio Cauto, Rio Toa, Rio Sasa). Leur régime reflète assez bien la répartition des pluies, le débit le plus fort correspondant à la période de mai-octobre pendant laquelle des inondations peuvent se produire. En raison de l'abondance des roches calcaires, la circulation souterraine longuement décrite par NUÑEZ JIMENEZ (1967 et 1969) est très importante localement, tandis que les rivières de surface sont peu nombreuses.

1.4. **L'histoire géologique** est connue par les travaux de LEWIS, 1932; BERMUDEZ, 1963; FURRAZZOLA *et al.*,

1964; BUTTERLIN, 1956, 1977; ITURRALDE-VINENT, 1977 et se précise chaque année. L'archipel a été marqué par plusieurs plissements qui débutent au Jurassique Supérieur. Le Crétacé Supérieur est marqué par une phase tectonique accompagnée de la mise en place de roches ultrabasiqes, basiques et acides. Entre le Crétacé et la Paléogène, se produit une nouvelle phase qu'on peut assimiler à l'Orogenèse Laramienne. A l'Éocène Moyen, ont lieu des charriages à l'ouest (province de Pinar del Rio) et à l'est (Sierra de Cubitas). Entre le Miocène Inférieur et le Miocène Moyen se produit une déformation générale qui est marquée par une succession « d'îles » ou de hauteurs : Sierra de Los Organos, del Rosario, les hauteurs proches de La Havane, de Matanzas, de Las Villas, de Ciego de Avila, de Camaguey, Holguin, etc. La mer du Miocène Moyen entoure ces hauteurs et des sédiments calcaires qui demeureront quasi-horizontaux se déposent. Leur importance pédogénétique est grande. A cette époque, la Sierra Maestra se constitue.

Au Pliocène, la sédimentation calcaire a cessé. L'île principale prend une forme proche de celle qu'elle a actuellement. Elle subit un aplanissement suivi par un soulèvement épirogénique à l'est; les soulèvements se poursuivent au Quaternaire en « Oriente » avec la formation de la Sierra Maestra et en même temps que se creuse la fosse de Bartlett (— 7200 mètres).

1.5. **L'histoire géomorphologique** de Cuba a été établie dans ses grandes lignes par MASSIP et YSALGUE (1942) qui ont indiqué quelques surfaces d'aplanissements dont la plus ancienne est celle de Pinares de Mayari. Cette surface développée sur péridotite se serait formée dès le Miocène Supérieur, et s'est couverte de sols ferritiques. L'ensemble aurait été soulevé à 600-650 mètres au Pliocène. On connaît quelques résidus de surfaces d'aplanissements à des hauteurs variables en différents autres points. Près de Matanzas, DUCLOZ (1963) a décrit plusieurs surfaces entre 200 mètres et le niveau de la mer, dont il situe la plus ancienne au Pliocène. LILJEMBERG (1973), KARTASHOV et MAYO (1972), insistent sur l'influence de la mer sur les aplanissements côtiers.

Au cours du Quaternaire, plusieurs séries sédimentaires ont été déposées sur le versant sud de l'île principale. KARTASHOV *et al.* (1976) ont décrit six séries composées d'argiles, de sables argileux, de sables, de cailloutis, de cailloux, etc. dont la nature traduit une origine continentale.

Pendant le Quaternaire, Cuba a certainement subi le contre-coup des variations climatiques qui s'accompagnaient par l'invasion puis l'évacuation par les glaces du continent Nord Américain tout proche, ainsi que les modifications du niveau des mers qui

en résultaient. Ces variations climatiques (MAYO et KARTASHOV, 1972), accompagnées de changements du niveau de base, ont provoqué des modifications dans le creusement des vallées, la pédogenèse, l'érosion, ainsi que le dépôt de sédiments récents (KARTASHOV *et al.*, 1976). La fonte des glaciers du Wisconsin a été suivie par une transgression de la côte sud, l'invasion des estuaires et l'isolement d'innombrables « cayos » au nord comme au sud.

Enfin, sur toutes les roches calcaires, surtout sur les roches dures, qu'elles soient horizontales ou plissées, s'est développée une morphologie karstique qui a été étudiée par de nombreux auteurs comme : ACEVEDO GONZALEZ (1957), NUÑEZ JIMENEZ (1965, 1967), NUÑEZ JIMENEZ *et al.* (1965), PANOS et STELCL (1967), SKWALETZKI et ITTURALDE-VINENT (1971). Cette morphologie se traduit par des formes en creux (dolines et poljés) ou en relief (karst à cockpit ou à mogotes). La région de la Sierra de Los Organos (Pinar del Rio) est justement célèbre dans ce domaine.

1.6. **Le climat** de l'archipel est connu à travers les données de températures, de précipitations fournies par le service météorologique de La Havane. Un petit nombre de stations caractéristiques ont été portées sur la figure 2. L'ouvrage de DAVITAYA et TRUSOV (1965) présente une synthèse des climats cubains.

L'archipel est situé sur la trajectoire de l'alizé du

nord-est. Presque tout le territoire est bien arrosé, y compris l'île des Pins (1 400 à 1 800 mm par an); quelques régions sont plus humides : la région côtière à l'ouest de Punta de Maisi, les sommets de la Sierra Maestra, ceux de l'Escambray reçoivent plus de 2 000 mm. La partie sud-est de l'île, plus ou moins sous le vent, reçoit des précipitations moindres : 800 à 1 100 mm et, localement, entre la Punta de Maisi et Guantanamo, on connaît de petites zones où elles sont inférieures à 600 mm.

Les pluies tombent en deux fois avec des maxima en mai, juin et septembre ou octobre (fig. 2). Le premier correspond à la saison des pluies « normale »; le second résulte de précipitations dues aux cyclones. Ceux-ci sont fréquents dans la zone des Caraïbes et s'accompagnent de pluies très abondantes, souvent dévastatrices pour les habitations et les cultures.

On observe une diminution notable des précipitations de décembre à mars. Les chiffres enregistrés vont de 30 à 80 mm mais montrent une très grande irrégularité. Ceci fait que, si climatologiquement il s'agit d'une saison sèche très modérée, il est presque toujours nécessaire d'effectuer une irrigation d'appoint pour les cultures entreprises en cette saison. Pendant cette même période, Cuba est soumise à l'arrivée de « bouffées » d'air polaire. Le vent se lève avec des précipitations modérées, la température décroît brutalement de 5° à 12°. Mais, il ne semble pas que le gel soit signalé, alors que plus au Nord, en Floride, les cultures en souffrent.

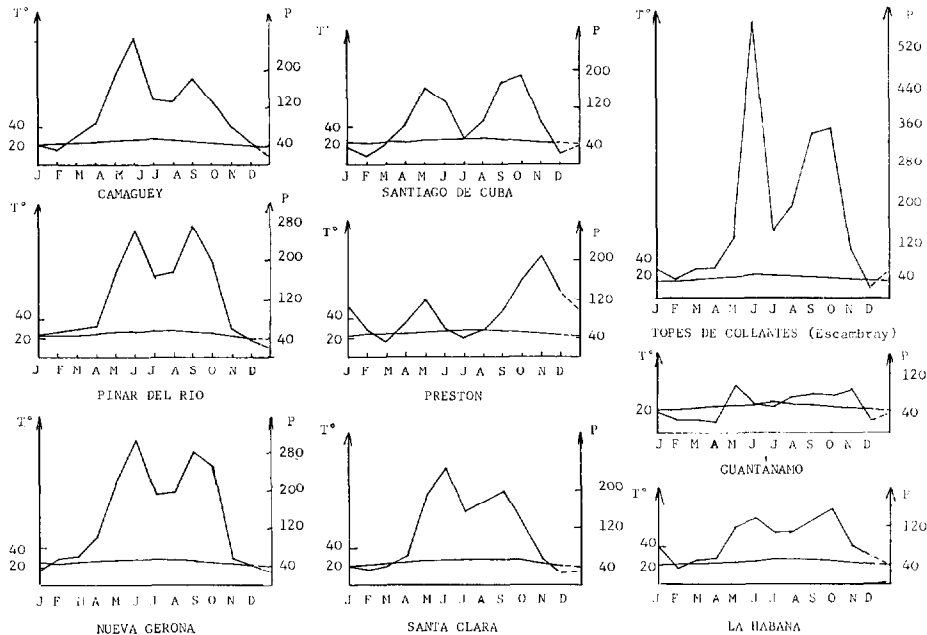


FIG. 2. — Diagrammes ombrothermiques de quelques stations de Cuba

Dans l'ensemble, Cuba jouit d'un climat relativement chaud. Les températures moyennes varient entre 20-22° l'hiver et 25-27° l'été. Un abaissement notable peut être observé dans les zones montagneuses. Dans la majeure partie du pays, le climat est tropical humide avec une période sèche voisine de trois mois; dans l'« Oriente », le climat est tropical moyen; dans quelques zones d'altitude par suite de l'abaissement de la température hivernale, le climat est subtropical.

1.7. Par suite de l'intense activité agricole (culture de la canne à sucre, des agrumes, de divers légumes) et de l'importance de l'élevage, qui se sont développés depuis plusieurs siècles, la **Végétation** a été fortement modifiée.

Les formations forestières primaires ont été reléguées dans les massifs montagneux de la Sierra Maestra et de l'Escambray et dans quelques autres lieux peu étendus (comme le sommet central de l'île des Pins). Des formations xérophytiques sont observées sur les calcaires quasi-nus de la Sierra de los Organos, ainsi que la côte sud-est. La mangrove occupe de vastes étendues le long de la côte sud. Les savanes que l'on observe dans diverses parties de Cuba ont été étudiées avec quelques détails et elles sont à considérer comme des formations secondaires et non climaciques. Elles sont riches en *Ceiba pentandra* et divers palmiers où dominant *Palma Réal* (*Roystonea regia*), *Palma Cana* (*Sabal parviflora*)⁴ *Palma Barrigona* (*Colpolhrinax wrightii*).

Une particularité de la flore cubaine est la présence de *Pinus caribea* et *Pinus tropicalis*, nombreux dans la province de Pinar del Rio et dans l'île des Pins. Dans ces deux parties du pays, ainsi que sur le plateau oriental de Mayari, d'importants reboisements de pins sont en cours.

1.8. Depuis le début de la colonisation espagnole à Cuba, au XVI^e siècle, l'**Agriculture** et l'**Élevage** en ont été les activités principales. C'est la canne à sucre qui occupe les plus grandes étendues et les meilleures terres, surtout dans les plaines. La platitude du relief favorise les travaux agricoles, la circulation des trains de wagons chargés de cannes au moment de la récolte, entre les champs et l'usine. D'autres plantations occupent des zones plus accidentées où le transport s'effectue par camions ou charrettes.

Un effort tout particulier a porté ces dernières années, sur le développement des agrumes dans l'île des Pins et diverses autres régions. Le tabac est important à l'ouest de La Havane, surtout dans la province de Pinar del Rio. Le caféier est également planté dans différentes parties de l'île principale.

Enfin, l'élevage des bovins, pour le lait et la viande, est très fortement développé partout. Toutes ces

activités donnent lieu à la production de denrées exportables. Mais il faut également tenir compte des cultures alimentaires comme le riz, les haricots, les patates douces, les pommes de terre, les bananes.

2. LES ÉTUDES SUR LES SOLS DE CUBA

Les sols de Cuba ont été étudiés entre les années 1920 et 1940 par BENNETT et ALLISON qui ont porté leurs efforts presque exclusivement sur les sols agricoles, laissant de côté ceux dont l'utilisation immédiate ne paraissait pas probable. Les sols de Cuba sont présentés uniquement au niveau des séries; le profil est décrit avec des indications sur la couleur, la texture, la structure. Peu d'analyses sont disponibles; il faut toutefois signaler quelques analyses totales effectuées sur la série de Nipe. Les séries portent des noms locaux et sont rattachées à celles de sols du sud-est des U.S.A. dont ils portent parfois les noms.

Depuis la Révolution Cubaine, les livres de BENNETT et ALLISON demeurent des ouvrages de base indispensables à la connaissance des sols de l'archipel; ils ont été traduits en espagnol à La Havane en 1962.

Cependant, des efforts importants sont effectués pour améliorer et approfondir la connaissance des sols et leur classification. Il est fait alors appel à des scientifiques étrangers (chinois, soviétiques, hongrois et français).

STEPANOV (1964), puis ZONN *et al.* (1966) publient les premières classifications des sols de Cuba. En 1968, SHISHOV publie une étude des sols à canne à sucre et propose une classification. Les pédologues cubains de l'Académie des Sciences, avec la collaboration de pédologues chinois entreprennent une cartographie complète des sols de l'île au 1/250.000 et une première classification qui servira à l'établissement de la légende de cette carte. En 1971, HERNANDEZ *et al.* présentent un premier rapport qui sera développé en 1973 par l'Institut des Sols en un ouvrage destiné à appuyer la carte des sols. Cet ouvrage servira de point de départ aux travaux sur les sols ferrallitiques.

En 1975, une nouvelle classification est mise au point par l'Institut des Sols. Dans la première version, les sols sont présentés au niveau de groupes et sous-groupes. La deuxième classification comporte des unités analogues à celle utilisée en U.R.S.S. à partir des types et sous-types; les unités supérieures sont regroupées sous le terme d'« Agrupamientos ». La troisième version est publiée en 1979 par l'Institut des Sols, bien que les termes de couleur soient encore importants, les données chiffrées y font leur apparition.

Un très bel ouvrage est publié par KLIMES-SMIK en 1976 sous les auspices de l'INRA de Cuba. Il

étudie les sols sous un aspect utilitaire et décrit avec précision un certain nombre de séries de sols.

Ce sont ces documents qui ont servi de point de départ aux travaux sur un certain nombre de points particuliers développés dans les articles à venir.

3. LES PRINCIPAUX SOLS DE CUBA

Malgré ses dimensions modestes, et ses variations climatiques modérées, la diversité des sols est très grande. Le rôle des roches-mères, de la topographie et du temps est certainement très important. Sans entrer dès maintenant dans beaucoup de détails, les principaux sols sont présentés ci-après dans la terminologie de la classification génétique des sols de Cuba de 1979. Leurs équivalences dans la classification du CPCS 1967, de la Soil Taxonomy 1975 et dans la légende FAO-UNESCO 1974 sont également présentées.

3.1. « Suelos Ferríticos »

Ces sols sont liés essentiellement aux roches ultrabasiques (péridotites plus ou moins serpentinisées). Ils présentent des teneurs en oxydes de fer supérieures à 50 %. Ils sont observés, de manière discontinue, d'une extrémité à l'autre de l'île principale. Dans la classification CPCS, ils sont à ranger dans les *sols ferrallitiques*, bien qu'une place précise ne soit pas prévue. Dans la Soil Taxonomy, ce sont des *acrorithox*; dans la légende FAO-UNESCO, *ferralsols acriques*.

3.2. « Suelos Ferrallíticos »

Cinq types sont prévus et dérivent de roches très variées. Ces sols correspondent assez bien aux *sols ferrallitiques*. Leurs équivalents dans la Soil Taxonomy peuvent être les *oxisols* (sans lessivage), les *ultisols* ou bien les *alfisols* (avec lessivage). Dans la légende FAO-UNESCO, il s'agit de *ferralsols*, *acrisols*, *luvisols* ou *nitosols*.

3.3. « Suelos Fersialíticos »

Ces sols correspondent aux sols fersialitiques de la classification CPCS. Ils dérivent de péridotites, schistes, calcaires et présentent une aire très dispersée. Ils correspondent, pour des types lessivés aux *ultisols* et *alfisols* (S.T.) et *acrisols*, *luvisols* et *nitosols* (FAO), et aux *inceptisols* (S.T.) ou *cambisols* (FAO), pour les types non lessivés.

3.4. « Suelos Pardos »

Ces sols sont de couleur brune et contiennent peu de fer libre. Ils dérivent de roches très diverses comme les roches calcaires, granitoides, volcaniques,

péridotites. Ils sont divisés en trois types, sans carbonates, avec carbonates, et grisâtre. Ces sols sont très largement représentés dans toute l'île principale. Ils correspondent aux *sols brunifiés*, lessivés ou non, de la classification CPCS, aux *inceptisols* ou *alfisols* de la Soil Taxonomy, aux *cambisols* ou *luvisols* de la légende FAO-UNESCO.

3.5. « Suelos humicos calcimórficos »

Ces sols sont associés aux roches calcaires tendres et sont présents à travers tout l'archipel. Ils correspondent aux *sols calcimagnésiques* du système CPCS, aux *rendolls*, ou *inceptisols* de la Soil Taxonomy, aux *rendzines* et *cambisols* de la légende FAO-UNESCO.

3.6. « Vertisoles »

Ces sols sont présents dans de nombreuses plaines, surtout dans l'Orient. Ils correspondent aux vertisols des différents autres systèmes.

3.7. « Suelos hidromórficos »

Ils sont largement représentés sur la côte sud de l'île principale. Ils ont pour équivalents, les *sols hydromorphes* du système CPCS, les *gleysols* de la légende FAO-UNESCO.

3.8. « Suelos cenagosos »

Ces sols occupent surtout une vaste zone près de la mer à l'ouest de Cienfuegos (Ciénaga de Zapata). Ils correspondent aux *sols hydromorphes organiques* du système CPCS, aux *histosols* de la Soil Taxonomy et de la légende FAO-UNESCO.

3.9. « Suelos halomórficos »

Ces sols ne présentent d'extension qu'en Orient sur la côte sud de l'île principale. Leurs équivalents dans le système CPCS sont dans les *sols salsodiques* avec les deux sous-ordres « à structure non dégradée » et « à structure dégradée ». Ils correspondent dans la Soil Taxonomy à des groupes désignés par « hal » ou « sal », dans le premier cas; ou bien par « natr- » dans le deuxième. Dans la légende FAO-UNESCO, il s'agit de *solonchak* et de *solonetz*.

3.10. « Suelos aluviales »

Ce sont des sols d'étendue limitée. Ils correspondent aux sols minéraux bruts d'apport alluvial ou à des *sols peu évolués non climatiques d'apport alluvial* dans le système CPCS. Leurs équivalents dans la Soil Taxonomy sont les *fluvent* et dans la légende FAO-UNESCO des *fluvisols*.

3.11. « Suelos Poco desarrollados »

Ces sols sont à rapprocher des *sols minéraux bruts*

ou sols peu évolués (du système CPCS) des *entisols* ou *Inceptisols* de la Soil Taxonomy, des *lithosols*, *regosols* de la légende FAO-UNESCO.

Il n'est pas fait mention de sols correspondant aux sols isohumiques (CPCS), mollisols (S.T.) ou phaeozems, kastanozems (FAO-UNESCO), ni aux podzols

(spodosols dans la Soil Taxonomy), ni aux andosols. Il est possible que des études ultérieures puissent montrer leur existence.

Manuscrit reçu au Service des Éditions de l'O.R.S.T.O.M.
le 28 juillet 1982.

BIBLIOGRAPHIE

- Academia de Ciencias de Cuba, Academia de Ciencias de la URSS, 1970. — Atlas Nacional de Cuba, La Habana.
- ACEDEVO GONZALEZ (M.), 1967. — Clasificación del carso cubano. Inst. Nac. Rec. Hydraul., Pub. Esp. 4, Dept. Ing. Geológica, 224 p.
- ALBEAR (J. F.), ITURRALDE-VINENT (M.), 1977. — Texto explicativo al mapa geológico de Cuba, escala 1/250.000. Instituto de geología. Acad. Cienc., La Habana.
- BENNETT (H. H.), ALLISON (R. V.), 1928. — The soils of Cuba. Tropical Plant Research Foundation, Washington DC. (Traduit en espagnol en 1962 à La Havane. « Los suelos de Cuba » y « Algunas nuevos suelos de Cuba », 375 et 175 p.).
- BERMUDEZ (P. J.), 1963. — Las formaciones geológicas de Cuba. Min. Industria, Inst. cubano, Rec. minerales, La Habana, 177 p.
- BOITEAU (A.), MICHARD (A.), SALIOT (P.), 1972. — Métamorphisme de haute pression dans le complexe ophiolitique du Purial (Oriente, Cuba). C. R. Acad. Sci. (Paris) 274 : 2137-2140.
- BUTTERLIN (J.), 1956. — La constitution géologique et la structure des Antilles. C.N.R.S., Paris, 453 p.
- BUTTERLIN (J.), 1977. — Géologie structurale de la région des Caraïbes (Mexique, Amérique Centrale, Antilles, Cordillère caraïbe). Masson, Paris, 259 p.
- Comité de Pédologie et de Cartographie des Sols (CPCS), 1967. — Classification des sols. INA — Grignon, *Miméo.*, 87 p.
- DAVITAYA (F. F.), TRUSOV (I. I.), 1965. — Los recursos climáticos de Cuba. Acad. de Ciencias, La Habana, 68 p.
- DUGLOZ (C.), 1963. — Étude géomorphologique de la région de Matanzas, Cuba, avec une contribution à l'étude des dépôts quaternaires de la zone Habana-Matanzas. Arch. des Sciences, Genève, Suisse, 16, 2 : 351-402.
- FURRAZOLA BERMUDEZ (C.), JUDOLEY (C.), MIJAILOVSKAIA (M.), MIROLINBOV (Y.), NOVOJATSKY (I.), NUÑEZ JIMENEZ (A.), SOLSONIA (J.), 1964. — Géologie de Cuba. Min. Indust., Editora del Cons. Nac., Univ., La Habana, 259 p.
- HERNANDEZ (A.), ASCANIO (O.), PEREZ (J.), CHAO-CHI-KUO Y LIN SING WEN, 1971. — Informe sobre el mapa genético de los suelos de Cuba en escala, 1/250.000. *Rev. Agricultura, La Habana* IV 1 : 1-21.
- Instituto de Suelos, 1973. — Genesis y clasificación de los suelos de Cuba. Texto explicativo del mapa genético de los suelos de Cuba, escala 1/250.000. Acad. Cienc., La Habana, 315 p.
- Instituto de Suelos, 1975. — IIª clasificación genética de los suelos de Cuba. Acad. Cienc., La Habana, *Ser. Suelos* 23, 25 p.
- Instituto de Suelos, 1979. — Clasificación genética de los suelos de Cuba. Acad. Cienc., La Habana. Editorial Academia, 28 p.
- ITURRALDE VINENT (M. A.), 1977. — Los movimientos tectónicos de la etapa de desarrollo plataformico en Cuba. Acad. Cienc., La Habana, Inst. geología y paleontología. Informe 20, 24 p.
- KARTASHOV (I. P.), MAYO (N. A.), 1972. — Sobre la influencia de la abrasión del mar en la formación del relieve de Cuba. *Actas*, 2, Acad. Cienc., La Habana, Resúmenes del IV Congreso científico, pp. 53-56.
- KARTASHOV (I. P.), MAYO (N. A.), CHERNIAKOVSKY (A.), PEÑALVER (L.), 1976. — Descripción de algunas formaciones geológicas del sistema cuaternario de Cuba, reconocidos recientemente. Acad. Cienc. La Habana, *Ser. Geol.* 26 : 2-12.
- KLIMES-SMITH (S.), 1976. — Suelos de Cuba. Dirección nacional suelos y fertilizantes. Orbe, La Habana Ed. Vol. 1, 352 p.

- LEWIS (J. N.), 1932. — Geology of Cuba. *Bull. Am. Assoc. Pérol. geol.* 16, 6 : 533-555.
- LILJEBERG (D. A.), 1973. — Algunos problemas de la formación del relieve del archipiélago cubano. *Inst. geografía, Ser. Espeleología y carsología* 48 : 1-15.
- MASSIP (S.), YSALGUE (S.), 1942. — Introducción a la geografía de Cuba, La Habana, 250 p.
- MAYO (N. A.), KARTASHOV (I. P.), 1972. — El problema de las oscilaciones climáticas en el pleistoceno de Cuba. *Actas 2, Resúmenes del IV Congreso científico. Acad. Cienc., La Habana, Inst. Géol.* : 57-62.
- MILLAN (G.), SOMIN (M. L.), 1976. — Algunas consideraciones sobre las rocas metamórficas cubanas. *Acad. Cienc., La Habana, Ser. Geol.* 27, 21 p.
- NUÑEZ JIMENEZ (A.), 1965. — Geografía de Cuba. Edit. Nac., Cuba, 526 p.
- NUÑEZ JIMENEZ (A.), PANOS (V.), STELCL (O.), 1965. — Carsos de Cuba. *Acad. Cienc., La Habana, Ser. Espeleología y Carsología*, nº 2, 47 p.
- NUÑEZ JIMENEZ (A.), 1967. — Clasificación genética de las cuevas de Cuba. *Acad. Cienc., La Habana, Inst. Geografía.*
- PANOS (V.), STELCL (O.), 1967. — Physiographic and geologic control in development of Cuban mogotes. *Z.f. Geomorph.* 12, 2 : 117-173.
- SHISHOV (L. L.), 1968. — Sobre la clasificación de los suelos de las plantaciones de Caña de azúcar en Cuba. *Acad. Cienc., La Habana, Ser. Caña de azúcar*, 21, 16 p.
- SKWALETSKI (E. N.), ITURRALDE VINENT (M. A.), 1971. — Estudio ingeniero-geológico del carso cubano. *Acad. Cienc., La Habana, Inst. Geogr., Ser. Espeleología y Carsología*, nº 31, 58 p.
- SOMIN (M. L.), MILLAN (G.), 1972. — Generalidades sobre la geología de los complejos metamórficos de Cuba. *Resúmenes del IV Congreso Científico, La Habana*, p. 5.
- STEPANOV (I.), 1964. — Clasificación preliminar de los suelos de Cuba. *Universidad de La Habana*, 28 : 166-167.
- UNESCO-FAO, 1974. — Soil map of the world. Legend. *Unesco, Paris*, 59 p.
- United States Department of Agriculture, 1975. — Soil Taxonomy. *Agric. Handb.* 436, 754 p.
- ZONN (S. V.), VASQUEZ (L. R.), CABRER MESTRE (P.), 1966. — Attempt of compiling a genetic classification of Cuban soils. *Sov. Soil Sci.* : 1361-1371.