

**ORGANIZACIÓN TRIDIMENSIONAL DE LA COBERTURA PEDOLÓGICA
EJEMPLO DEL ESTUDIO DE UNA DOLINA Y SUS INMEDIACIONES
EN LA REGIÓN DE QUIVICAN - CUBA**

**ORGANISATION TRIDIMENSIONNELLE DE LA COUVERTURE PÉDOLOGIQUE
EXEMPLE DE L'ÉTUDE D'UNE DOLINE ET DE SES ABORDS IMMÉDIATS
DANS LA RÉGION DE QUIVICAN - CUBA**

R. BOULET, Y. LUCAS, M. LAMOUROUX
con la colaboración de los pedólogos cubanos del Instituto de Suelos
y del Ministerio de Agricultura

RESUMEN

A partir de un ejemplo seleccionado en Cuba (una dolina y sus inmediaciones cercanas), se expondrá un procedimiento que permite reconocer la organización tridimensional de la cobertura pedológica a la escala de su parte de aguas o una parte de ésta. Este reconocimiento conduce al establecimiento de una representación en cortes y en planta de la porción de la cobertura pedológica estudiada. Esta representación permite determinar la ubicación de las trincheras, gracias a las cuales, se estudia directamente las secuencias de organización vertical y lateral previamente reoperadas, en éstas se realiza el muestreo para los análisis de las organizaciones a escala macroscópica, ultramicroscópica y la determinación de sus constituyentes.

El conocimiento de la organización tridimensional de la cobertura pedológica a la escala de sus partes de aguas tiene implicaciones diversas, principalmente sobre la cartografía de suelo a escalas medias y detalladas así como sobre la concepción de la experimentación agro-pedológica.

Sin embargo, este análisis queda tributario del concepto de perfil en el sentido que la diferenciación lateral es expresada en términos de sucesión de suelos o de yuxtaposición de polipedón.

Solamente subrayo que la "transición lateral generalmente es gradual, excepto cuando el hombre o los factores geológicos introducen una discontinuidad" (BUOL et al. 1973). Cuando se presenta un corte lateral, éste resulta de la interpolación entre los diferentes tipos de perfiles observados a lo largo de la pendiente, sin que la geometría del paso lateral entre horizontes, o generalmente, sin que un análisis minucioso de la organización lateral de la cobertura pedológica haya sido hecho.

Ha sido necesario esperar los trabajos de BOCQUIER (1972) para que un tal análisis se haya realizado, y los resultados fueron tan sorprendentes que ellos fueron largo tiempo discutidos por numerosos pedólogos franceses, a pesar del rigor de la demostración, y que éstos han quedado casi totalmente ignorados por la Ciencia del Suelo Internacional. Los trabajos que han seguido esta vía abierta (BOULET 1974, CHAUVEL 1976, NAHON 1976, LEPRUN 1979, QUEIROZ NETO et al. 1981, LUCAS et al. 1983) muestran que las coberturas pedológicas elementales situadas entre los ríos, de esta forma estudiada, constituyen frecuentemente sistemas de transformación donde una cobertura inicial se transforma en otra, a menudo muy diferente. Esta transformación está discordante sobre los horizontes de la cobertura inicial y progresa lateralmente (BOULET et al. 1984). En cada caso, esto ha modificado profundamente el conocimiento que se tenía de los suelos correspondientes, principalmente del punto de vista genético y dinámico.

Se pretende, a partir de un ejemplo escogido en los alrededores de Quivicán en CUBA (una dolina y sus bordes inmediatos), y estudiado con nuestros colegas de la Academia de Ciencias y del Ministerio de la Agricultura de CUBA, exponer un procedimiento que permite reconocer la organización tridimensional de la cobertura pedológica a la escala de sus partes de aguas o de una parte de ésta.

RÉSUMÉ

A partir d'un exemple choisi à Cuba (une doline et ses abords immédiats), on exposera une démarche permettant de reconnaître l'organisation tridimensionnelle de la couverture pédologique à l'échelle de l'interfluve ou d'une partie de celui-ci. Cette reconnaissance aboutit

ORGANIZACIÓN TRIDIMENSIONAL DE LA COBERTURA PEDOLÓGICA
EJEMPLO DEL ESTUDIO DE UNA DOLINA Y SUS INMEDIACIONES
EN LA REGIÓN DE QUIVICAN - CUBA

ORGANISATION TRIDIMENSIONNELLE DE LA COUVERTURE PÉDOLOGIQUE
EXEMPLE DE L'ÉTUDE D'UNE DOLINE ET DE SES ABORDS IMMÉDIATS
DANS LA RÉGION DE QUIVICAN - CUBA

R. BOULET, Y. LUCAS, M. LAMOUREUX

con la colaboración de los pedólogos cubanos del Instituto de Suelos
y del Ministerio de Agricultura

RESUMEN

A partir de un ejemplo seleccionado en Cuba (una dolina y sus inmediaciones cercanas), se expondrá un procedimiento que permite reconocer la organización tridimensional de la cobertura pedológica a la escala de su parte de aguas o una parte de ésta. Este reconocimiento conduce al establecimiento de una representación en cortes y en planta de la porción de la cobertura pedológica estudiada. Esta representación permite determinar la ubicación de las trincheras, gracias a las cuales, se estudia directamente las secuencias de organización vertical y lateral previamente reoperadas, en éstas se realiza el muestreo para los análisis de las organizaciones a escala macroscópica, ultramicroscópica y la determinación de sus constituyentes.

El conocimiento de la organización tridimensional de la cobertura pedológica a la escala de sus partes de aguas tiene implicaciones diversas, principalmente sobre la cartografía de suelo a escalas medias y detalladas así como sobre la concepción de la experimentación agropedológica.

RÉSUMÉ

A partir d'un exemple choisi à Cuba (une doline et ses abords immédiats), on exposera une démarche permettant de reconnaître l'organisation tridimensionnelle de la couverture pédologique à l'échelle de l'interfluve ou d'une partie de celui-ci. Cette reconnaissance aboutit à l'établissement d'une représentation en coupes et plan de la portion de couverture pédologique étudiée. Cette représentation permet de déterminer l'implantation de tranchées grâce auxquelles on étudie directement les séquences d'organisations verticales et latérales précédemment repérées, et on prélève des échantillons pour analyse des organisations aux échelles microscopiques et ultramicroscopiques, ainsi que pour la détermination des constituants.

La connaissance de l'organisation tridimensionnelle de la couverture pédologique à l'échelle de l'interfluve a des implications diverses, principalement à moyenne et petite échelle ainsi que sur la conception des expérimentations agropédologiques.

à l'établissement d'une représentation en coupes et plan de la portion de couverture pédologique étudiée. Cette représentation permet de déterminer l'implantation de tranchées grâce auxquelles on étudie directement les séquences d'organisations verticales et latérales précédemment repérées, et on prélève des échantillons pour analyse des organisations aux échelles microscopiques et ultramicroscopiques, ainsi que pour la détermination des constituants.

La connaissance de l'organisation tridimensionnelle de la couverture pédologique à l'échelle de l'interfluve a des implications diverses, principalement à moyenne et petite échelle ainsi que sur la conception des expérimentations agropédologiques.

Cependant, cette analyse est tributaire du concept de profil dans le sens où la différenciation latérale s'exprime en termes de succession de sols ou de juxtaposition de polipédons.

Il sera seulement souligné que la "transition latérale est généralement progressive sauf lorsque l'homme ou les facteurs géologiques introduisent une discontinuité" (BUOL et al. 1973). Lorsqu'on présente une coupe latérale, celle-ci résulte de l'interpolation entre les différents types de profils observés le long de la pente sans que la forme du passage latéral entre horizons ait été déterminée ou généralement sans qu'une analyse détaillée de l'organisation latérale de la couverture pédologique ait été effectuée.

Il a fallu attendre les travaux de BOCQUIER (1972) pour qu'une telle analyse soit effectuée, et les résultats furent si surprenants qu'ils furent longtemps discutés par de nombreux pédologues français, malgré leur caractère rigoureux et qu'ils ont été pratiquement ignorés par la Pédologie Internationale. Les travaux qui ont suivi cette voie (BOULET 1974, CHAUVEL 1976, NAHON 1976, LEPRUN 1979, QUEIROZ NETO et al. 1981, LUCAS et al. 1983) montrent que les couvertures pédologiques élémentaires situées entre les fleuves et étudiées ainsi constituent souvent des systèmes de transformation où une couverture initiale se transforme en une autre souvent très différente. Cette transformation est discordante sur les horizons de la couverture initiale et progresse latéralement (BOULET et al. 1984). Dans chaque cas, ceci a profondément modifié la connaissance qu'on avait des sols correspondants, principalement du point de vue génétique et dynamique.

On essaie, à partir d'un exemple choisi aux abords de Quivicán à Cuba (une doline et ses abords immédiats) et étudié avec nos collègues

de l'Académie des Sciences et du Ministère de l'Agriculture de Cuba, d'exposer une démarche permettant de reconnaître l'organisation tridimensionnelle de la couverture pédologique à l'échelle de l'interfluve ou d'une partie de celui-ci.

I - INTRODUCCION

El análisis de la diferencia vertical del suelo constituye actualmente la mayor preocupación para los pedólogos, o al menos la primera de éstas. La prueba está en que el objeto que toman en cuenta todas las clasificaciones pedológicas es el perfil o el pedón. A esto se le puede encontrar varias causas más o menos ligadas. Causas históricas : la pedología nació con la toma de conciencia de la diferenciación vertical del suelo y de su significación genética : así, según DOKUCHAIEV, "la morfología de cada suelo, expresada por una sección vertical a través de sus diferentes horizontes, refleja los efectos combinados de los factores genéticos particulares responsables de su formación" (Soil Taxonomy p. 1). Causas de escalas : los medios de investigación que disponemos (apertura de perfiles, observación con la barrena...), pero también la agudeza del observador, no permiten la aprensión directamente que de esta diferenciación, de escala métrica, mientras que la diferenciación lateral del suelo, de escala decamétrica o a menudo hectométrica, debe ser reconstituida por la síntesis de observaciones discontinuas. Se constatará que los geólogos, ellos, se han dedicado rápidamente a analizar la estructura tridimensional de su objeto de estudio, cubeta de sedimentación, cadena montañosa, etc..., quizás porque, en su caso, un esfuerzo de síntesis era necesario para estudiar tanto la diferenciación vertical como la lateral.

Cierto, sería falso pretender que los pedólogos ignoren la diferenciación lateral de la cobertura pedológica. Rápidamente, éstos la han observado y han buscado la forma de expresarla y representarla, introduciendo el concepto de catena (MILNE 1934). Numerosos trabajos han con posterioridad estudiado estas diferenciaciones (BUSHNELL 1942, GREENE 1945, DAN ET YAALON 1964, RUELLAN 1970 etc...), han tratado de aproximarla lo más finamente posible (FRIDLAND 1974), o las han introducido en la cartografía (FRIDLAND 1974, SIMONSON 1971, BOULAINÉ 1980).

II - PRINCIPIO DEL PROCEDIMIENTO EN EL TERRENO

A - Selección de la zona de estudio

La dolina retenida ha sido escogida basada en la proposición del equipo de pedólogos del Instituto de Suelos de la Academia de Ciencias. La dimensión de la dolina debía permitir hacer coincidir los plazos necesarios para el análisis tridimensional y el tiempo que disponemos (9 días de campo). De esta forma, ella debía estar incluida en una superficie de más o menos una hectárea que tuviera una parte suficientemente amplia de la llanura para que la cobertura pedológica de ésta pudiese ser explorada y establecer sus relaciones con las de la dolina.

B - Análisis bidimensional de la cobertura pedológica : estudio de transectos

1° - Generalidades

El estudio se aborda por el examen de un cierto número de transectos, a menudo orientados según la línea de la mayor pendiente. En el caso de la dolina, su estructura circular nos incitó a situarlos radialmente a partir del centro y espaciados regularmente. Esta segunda proposición no fue totalmente respetada, puesto que temiendo que el tiempo no alcanzara, realizamos el análisis tridimensional minucioso sobre una mitad de la dolina y en el resto verificamos la presencia y distribución de las estructuras observadas.

Para explorar un transect, se estudia sucesivamente segmentos de 40 a 50m. Aquí, vista la longitud de los transect, procedimos a explorar la mitad y un tercio del mismo, lo cual es un caso bastante frecuente. Se efectúa un punto de barrena en cada extremo del segmento. Si estos dos puntos son diferentes, es decir, si no presentan estrictamente los mismos horizontes, se efectúa un punto de barrena intermedio (1).

(1) En el caso que los puntos de barrena fueran idénticos, se procedería a pesar de todo a realizar puntos intermedios de manera que el alejamiento máximo entre dos observaciones sucesivas, sea en la medida de lo posible (problema de tiempo) del orden de una decena de metros, esto con el fin de no dejar escapar eventuales estructuras repetitivas de períodos decamétricos. Las estructuras repetitivas de períodos inferiores son buscadas durante el estudio de las trincheras.

I - INTRODUCCION

El análisis de la diferencia vertical del suelo constituye actualmente la mayor preocupación para los pedólogos, o al menos la primera de éstas. La prueba está en que el objeto que toman en cuenta todas las clasificaciones pedológicas es el perfil o el pedón. A esto se le puede encontrar varias causas más o menos ligadas. Causas históricas : la pedología nació con la toma de conciencia de la diferenciación vertical del suelo y de su significación genética : así, según DOKUCHAIEV, "la morfología de cada suelo, expresada por una sección vertical a través de sus diferentes horizontes, refleja los efectos combinados de los factores genéticos particulares responsables de su formación" (Soil Taxonomy p. 1). Causas de escalas : los medios de investigación que disponemos (abertura de perfiles, observación con la barrena...), pero también la agudeza del observador, no permiten la aprensión directamente que de esta diferenciación, de escala métrica, mientras que la diferenciación lateral del suelo, de escala decamétrica o a menudo hectométrica, debe ser reconstituida por la síntesis de observaciones discontinuas. Se constatará que los geólogos, ellos, se han dedicado rápidamente a analizar la estructura tridimensional de su objeto de estudio, cubeta de sedimentación, cadena montañosa, etc..., quizás porque, en su caso, un esfuerzo de síntesis era necesario para estudiar tanto la diferenciación vertical como la lateral.

Cierto, sería falso pretender que los pedólogos ignoren la diferenciación lateral de la cobertura pedológica. Rápidamente, éstos la han observado y han buscado la forma de expresarla y representarla, introduciendo el concepto de catena (MILNE 1934). Numerosos trabajos han con posterioridad estudiado estas diferenciaciones (BUSHNELL 1942, GREENE 1945, DAN ET YAALON 1964, RUELLAN 1970 etc...), han tratado de aproximarla lo más finamente posible (FRIDLAND 1974), o las han introducido en la cartografía (FRIDLAND 1974, SIMONSON 1971, BOULAINÉ 1980).

Sin embargo, este análisis queda tributario del concepto de perfil en el sentido que la diferenciación lateral es expresada en términos de sucesión de suelos o de yuxtaposición de polipedón.

Solamente subrayo que la "transición lateral generalmente es gradual, excepto cuando el hombre o los factores geológicos introducen una discontinuidad" (BUOL et al. 1973). Cuando se presenta un corte lateral, éste resulta de la interpolación entre los diferentes tipos de perfiles observados a lo largo de la pendiente, sin que la geometría del paso lateral entre horizontes, o generalmente, sin que un análisis minucioso de la organización lateral de la cobertura pedológica haya sido hecho.

Ha sido necesario esperar los trabajos de BOCQUIER (1972) para que un tal análisis se haya realizado, y los resultados fueron tan sorprendentes que ellos fueron largo tiempo discutidos por numerosos pedólogos franceses, a pesar del rigor de la demostración, y que éstos han quedado casi totalmente ignorados por la Ciencia del Suelo Internacional. Los trabajos que han seguido esta vía abierta (BOULET 1974, CHAUVEL 1976, NAHON 1976, LEPRUN 1979, QUEIROZ NETO et al. 1981, LUCAS et al. 1983) muestran que las coberturas pedológicas elementales situadas entre los ríos, de esta forma estudiada, constituyen frecuentemente sistemas de transformación donde una cobertura inicial se transforma en otra, a menudo muy diferente. Esta transformación está discordante sobre los horizontes de la cobertura inicial y progresa lateralmente (BOULET et al. 1984). En cada caso, esto ha modificado profundamente el conocimiento que se tenía de los suelos correspondientes, principalmente del punto de vista genético y dinámico.

Se pretende, a partir de un ejemplo escogido en los alrededores de Quivicán en CUBA (una dolina y sus bordes inmediatos), y estudiado con nuestros colegas de la Academia de Ciencias y del Ministerio de la Agricultura de CUBA, exponer un procedimiento que permite reconocer la organización tridimensional de la cobertura pedológica a la escala de sus partes de aguas o de una parte de ésta.

La operación es repetida entre todas las observaciones juxtapuestas diferentes (fig. 1). Con el fin de comparar de forma más objetiva y más cómoda los puntos entre ellos, se utiliza en el terreno unas maletas llamadas pedocomparadores, conteniendo 120 cajitas de cartón o de plástico. Cada columna de 12 cajitas recibe las muestras testigos de un punto. A menudo se muestrea sistemáticamente las muestras 0, 20, 30, 40, 50, 60, 70cm, porque en los primeros 70cm del suelo, las variaciones son frecuentemente más rápidas que abajo. Más abajo se toma una muestra característica de cada horizonte. Sin embargo, esto no constituye absolutamente una regla estricta, y cuando la parte superior del suelo es homogénea, el número de muestras tomadas puede ser más pequeño cuando la diversidad de la diferenciación profunda lo exija. En caso de necesidad y particularmente durante la toma de un punto profundo, se superponen dos pedocomparadores de forma a disponer de 24 muestras testigos. Cada columna de 12 cajitas puede ser permutada con las otras, lo cual permite introducir, entre las muestras de dos puntos de barrena diferentes yuxtapuestos, las de un punto intermedio. Se construye así el corte en el mismo terreno. El estudio del segmento es terminado, cuando cada horizonte o volumen puede ser delimitado gracias a las muestras testigos que los caracterizan, y claro está, gracias a la descripción detallada de cada punto.

Una nivelación rápida, con el topofil y el clisimétero, permite reconstituir en la oficina el corte real del transect. Durante el transcurso del análisis tridimensional, todas las muestras así tomadas son conservadas en platos de contraplaca conteniendo cada uno 20 columnas de 12 cajitas. Cuando el estudio se termina, se conservan los transects característicos. Todo es almacenado en estantes concebidos para tener una capacidad máxima.

Sin embargo, una de las principales desventajas de esta exploración con la barrena, reside en la deformación que sufre la muestra durante el paso de ésta a través de la cabeza helicoidal de la barrena. Esto permite solamente observar correctamente el color, el aspecto y la textura de las diferentes fases que la componen, pero sus formas y sus relaciones espaciales mutuas no pueden ser observadas. Igualmente ocurre con las características de la estructura y la porosidad, las cuales no pueden tomarse en consideración. Entre otros inconvenientes, esto puede llevar a confundir organizaciones diferentes. Esta desventaja puede ser superada abriendo calicatas desde el comien-

① ≠ ② ⇒ ubicación de ④

④ ≠ ① ⇒ ubicación de ⑤

⑤ = ① ⑤ ≠ ④ ⇒ ubicación de ⑥

Se utiliza el mismo procedimiento entre ④ y ②
y entre ② y ③

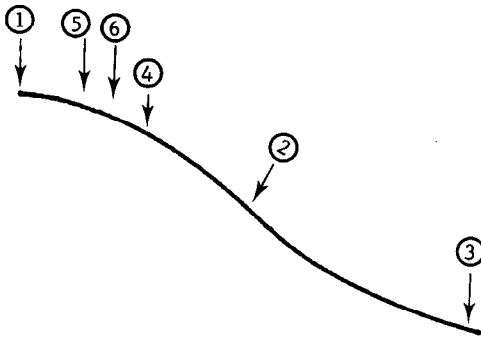


Fig. 1 : Forma de ubicación de los puntos de barrena en el estudio de un transect.

Fig. 1 : Mode d'implantation des sondages dans l'étude d'un transect.

zo de la operación y estableciendo así la relación entre el aspecto de las muestras de las barrenas y el de los horizontes no perturbados, así como tomando con la ayuda de un dispositivo de percusión disponible en el comercio, conos no perturbados, que podrían a la vez servir para la observación en la lupa binocular y para la confección de láminas delgadas. Nosotros no pudimos, en aras del tiempo, utilizar estas soluciones durante el estudio de la dolina.

2° - Ejemplo detallado : estudio del segmento de la parte baja del transect I.

Durante la toma del punto 1 (fig. 2a), se distinguió los horizontes siguientes :

- a = 0-30 cm Pardo (10 YR 5/3), con numerosas manchas filamentosas rojo amarillentas (5 YR 5/8).
- b = 30-75 cm Fondo rojo amarillento (5 YR 5/8), con arrastres pardos a pardo grisáceos (10 YR 5/3 a 5/2).
- c = 75-95 cm Pardo grisáceo (10 YR a 2,5 Y 6/2,5), con manchas finas inferiores al mm., rojo amarillento (5 YR 5/7), manchas negras poco abundantes.
- c' = 95-140 cm Fondo gris claro a pardo (10 YR 6/2 a 5/3), con numerosos volúmenes rojo amarillo milimétricos a centimétricos, contrastantes, abundantes.
- d = 140-230 cm Fondo pardo amarillento (10 YR 5/6), algunos arrastres pardo rojo y grises, algunas concreciones negras.
- l = 230-300 cm Fondo rojo (2,5 YR 4/6), vetas centimétricas pardas (7,5 YR 5/7), con eje gris (10 YR 7/1), el gris aumenta con la profundidad, donde deviene exclusivo en las vetas.
- y = 230-320 cm Oliva (5 Y 4,5/3,5), con volúmenes pardos (10 YR 5/6) o rojos (2,5 YR 5/8), muy húmedo (mientras que los horizontes subyacentes están prácticamente secos al tacto).

Muestras tomadas : 0/20/30/40/50/60/70/90/110/120/150/195/
230/320 cm.

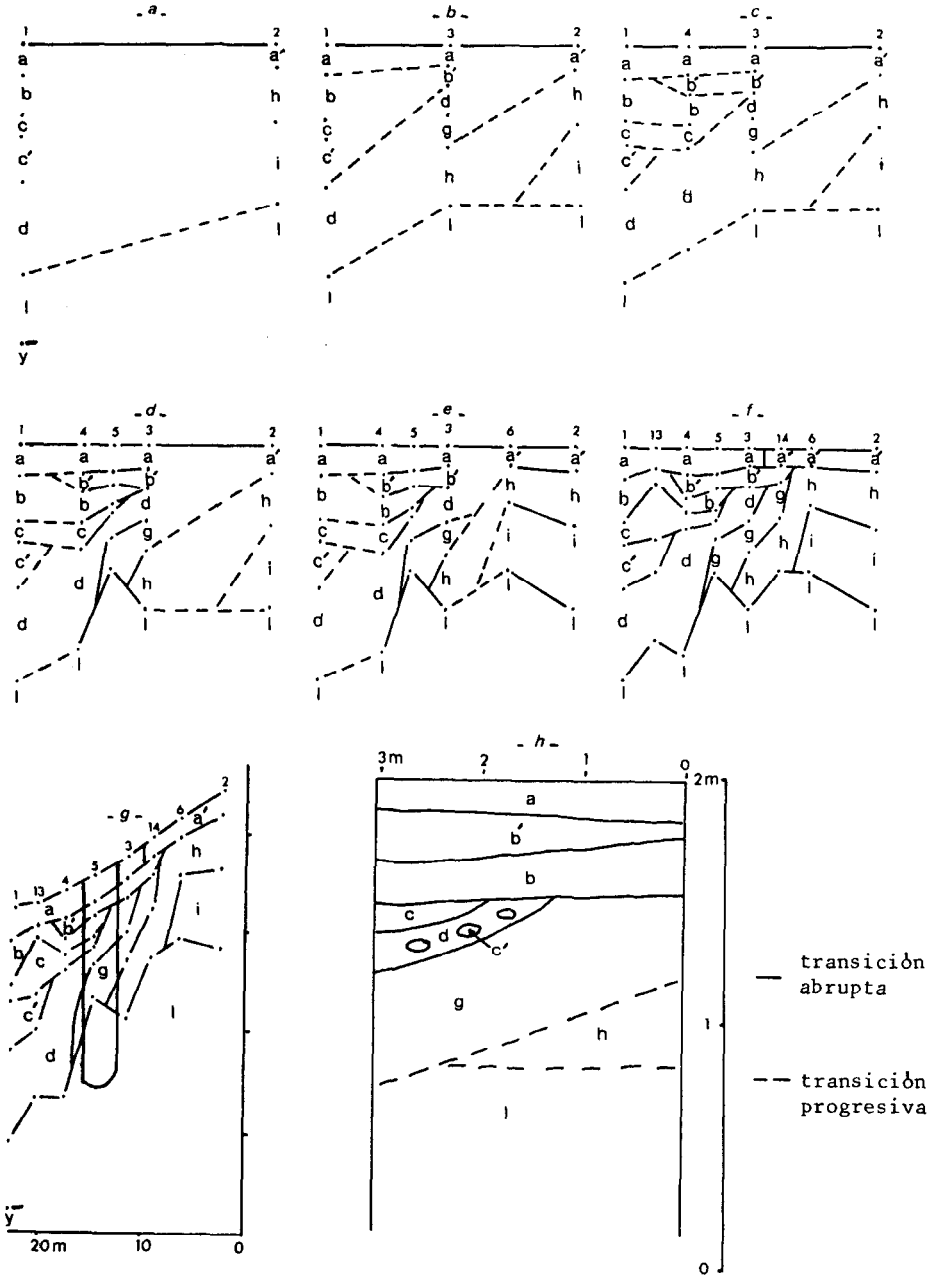


Fig. 2 : Etapas sucesivas del análisis del segmento de la parte baja del transect I.

Fig. 2 : Les étapes successives de l'analyse du segment aval du transect I.

LEYENDA DE LA FIGURA 2

- a - Pardo (10 YR 5/3), con numerosas manchas filamentosas rojo-amarillentas (5 YR 5/8).
- a' - Pardo (10 YR 4/4), con volúmenes poco contrastantes milimétricos.
- b - Fondo rojo amarillento (5 YR 5/8), con arrastres pardos a pardo grisáceo (10 YR 5/2,5).
- b' - Difiere de b por el dominio de la fase pardo-grisácea sobre la fase rojo amarillenta.
- c - Pardo grisáceo (10 YR a 2,5 Y 6/2,5), con manchas rojo amarillentas muy finas.
- c' - Fondo pardo grisáceo (10 YR 6/2,5), con numerosos volúmenes rojo amarillos, milimétricos a centimétricos.
- d - Fondo pardo amarillento (10 YR 5/6), con algunos arrastres pardo rojo y gris, algunas concreciones negras.
- g - Fondo pardo amarillento (10 YR 5/8), con abundantes fases negras blandas pero pocas concreciones. Algunos volúmenes rojo vivo.
- h - Fondo pardo amarillo (10 YR 5/6), volúmenes rojos milimétricos, raros en la parte superior, aumentan hacia la base. Abundantes estrías y concreciones negras.
- i - Fondo pardo amarillo (10 YR 5/6), con retículo rojo (2,5 YR 4/8) milimétricos en la parte superior, hacia la base se hace más anchas y domina sobre el pardo. Abundantes estrías y concreciones negras, presentes sobre todo en la fase roja.
- l - Fondo rojo (2,5 YR 4/6), vetas centimétricas pardas (7,5 YR 5/7), de eje gris (10 YR 7/1), el gris aumenta con la profundidad donde éste deviene exclusivo en las vetas.
- y - Oliva (5 Y 4,5/3,5), con volúmenes pardos (10 YR 5/6) o rojos (2,5 YR 5/8), muy húmedo.

En el otro extremo del segmento, el punto 2 contenía :

- a' = 0-25 cm Pardo (10 YR 4/4), con volúmenes pardo ocre poco contrastantes, milimétricos.
- h = 25-80 cm Fondo pardo amarillo (10 YR 5/6), volúmenes milimétricos rojos, raros en la parte alta, aumentan hacia la base. Estrías y concreciones negras abundantes.
- i = 80-160 cm Fondo pardo amarillo (10 YR 5/6), con un retículo rojo (2,5 YR 4/8), milimétrico en la parte superior pasando a ser pardo amarillo y más ancho hacia la base. Concreciones y estrías negras bastante abundantes, sobre todo en la fase roja.

l = > 160 cm

Muestras tomadas : 0/20/30/40/50/60/70/90/110/140/160/
200 cm.

Sólo el horizonte l es común en los dos puntos. La parte superior de este horizonte puede unirse provisionalmente (fig. 2a) mediante un trazado discontinuo, donde el trazado será modificado por los puntos siguientes.

Entre el punto 1 y 2, el punto 3 muestra :

- a = 0-20 cm
- b' = 20-40 cm Difiere de b por el predominio del fondo pardo grisáceo sobre la fase rojo amarillenta.
- d = 40-70 cm
- g = 70-100 cm Fondo pardo verdoso, con abundantes fases negras pero con pocas concreciones. Algunos volúmenes rojo vivo.
- h = 100-160 cm
- l = > 160 cm

Muestras tomadas : 0/20/30/40/50/60/70/90/120/150/190/
220 cm.

Punto 4 :

- a = 0-25 cm
- b' = 25-45 cm
- b = 45-75 cm
- c = 75-100 cm
- d = 100-200 cm
- l = < 200 cm

Muestras tomadas : 0/20/30/40/50/60/60/70/80/100/120/
140/180/220 cm.

Son posibles nuevas aproximaciones provisionales (fig. 2b después 2c).

Punto 5 :

a = 0-25 cm
 b' = 25-40 cm
 b = 40-60 cm
 c = 60-65 cm
 d = 65-90 cm
 g = 90-120 cm
 l = 120 cm

Muestras tomadas : 0/20/30/40/50/60/70/80/90/110/120 cm.

El adelgazamiento del horizonte c en el punto 4, en el cual éste presenta solamente 5 cm, y su ausencia en el punto 3, permiten trazar con cierta seguridad su geometría en forma biselada (fig. 2d) En cuanto al horizonte b, presente en 5, ausente en 3, y el horizonte g presente en 5, ausente en 4, sin dudas hubiera sido útil realizar puntos intermedios para precisar sus formas, pero esta búsqueda releva siempre un compromiso entre la precisión del análisis y el tiempo disponible. Ahora bien, este último estaba contado. Por otra parte, en este estado, es mucho más rápido y útil hacer una trinchera, la cual sólo permite conducir hasta el final del análisis macroscópico.

<u>Punto 6</u>	<u>Punto 13</u>	<u>Punto 14</u>
a = 0-20 cm	a = 0-20 cm	a = 0-18 cm
h = 20-55 cm	b = 20-30 cm	b' = 18-35 cm
i = 55-120 cm	c = 30-90 cm	g = 35-70 cm
l = 120 cm	c' = 90-120 cm	h = 70-120 cm
	d = 120-190 cm	l = 120 cm
	l = 120 cm	

Es necesario subrayar (fig. 2f) que si en el caso del punto 14, el cual era indispensable para el trazado del límite de los horizontes, la selección del punto 13 no modificó en lo fundamental la fisionomía del corte. Solamente no fueron buscados los límites del horizonte y, observado a 230 cm en el punto l. Las relaciones espaciales entre este horizonte y el horizonte l fueron estudiadas en el transect II. El dibujo del transect después es restituido sobre el corte topográfico real (fig. 2g). Las sucesiones gráficas construidas que acabamos de mostrar son inhabituales y solamente están destinadas a explicar las etapas sucesivas de una operación realizada mentalmente en el ter-

reno, teniendo como soporte material las muestras del pedocomparador.

Finalmente, anticipando sobre la continuidad del estudio, la figura 2h nos muestra el dibujo de la trinchera que fue abierta para estudiar a la vez la organización superior de un cierto número de horizontes del corazón de la dolina y para precisar los límites laterales de los horizontes b, c, h.

De esta manera, podemos hacernos una idea del grado de confiabilidad del análisis de los transects, realizados con la barrena, y constatar que, si hemos efectivamente seguido el buzamiento de los horizontes c y h, el examen de la trinchera nos llega a modificar y precisar el análisis. Inversamente, hay que subrayar que el estudio de los buzamientos de esta forma observado, no podría haberse realizado sin el análisis previo con la barrena.

3° - Organización de los diferentes tipos de transect

Los cuatro transects estudiados detalladamente presentan todos una parte baja que pertenece a la dolina y la parte superior de los mismos pertenece a la llanura. Estos transects se distribuyen en dos categorías :

- Los transects I y IV donde su parte superior está constituida por suelos rojos.
- Los transects II y III donde la parte superior está caracterizada por una diferenciación asociada a los suelos hidromórficos (clasificación cubana, 1979, CAMACHO).

Describiremos de forma sintética los transects I y III, tomando en consideración las observaciones de las trincheras abiertas durante la última fase del estudio de campo. La descripción completa de estas trincheras acompañan el informe de terreno y están disponibles.

a) - El transect I (fig. 3)

El punto superior, observado en la extremidad de la parte superior de la trinchera D4 muestra la sucesión de horizontes siguientes :

a''

0-20 cm : Horizonte cultivado pardo oscuro (7,5 YR 3,5/4), estructura poliédrica de algunos mm a 2 cm, porosidad del conjunto bien desarrollada en los primeros 5 cm, disminuyendo después, porosidad visible de los agregados es de media a débil.

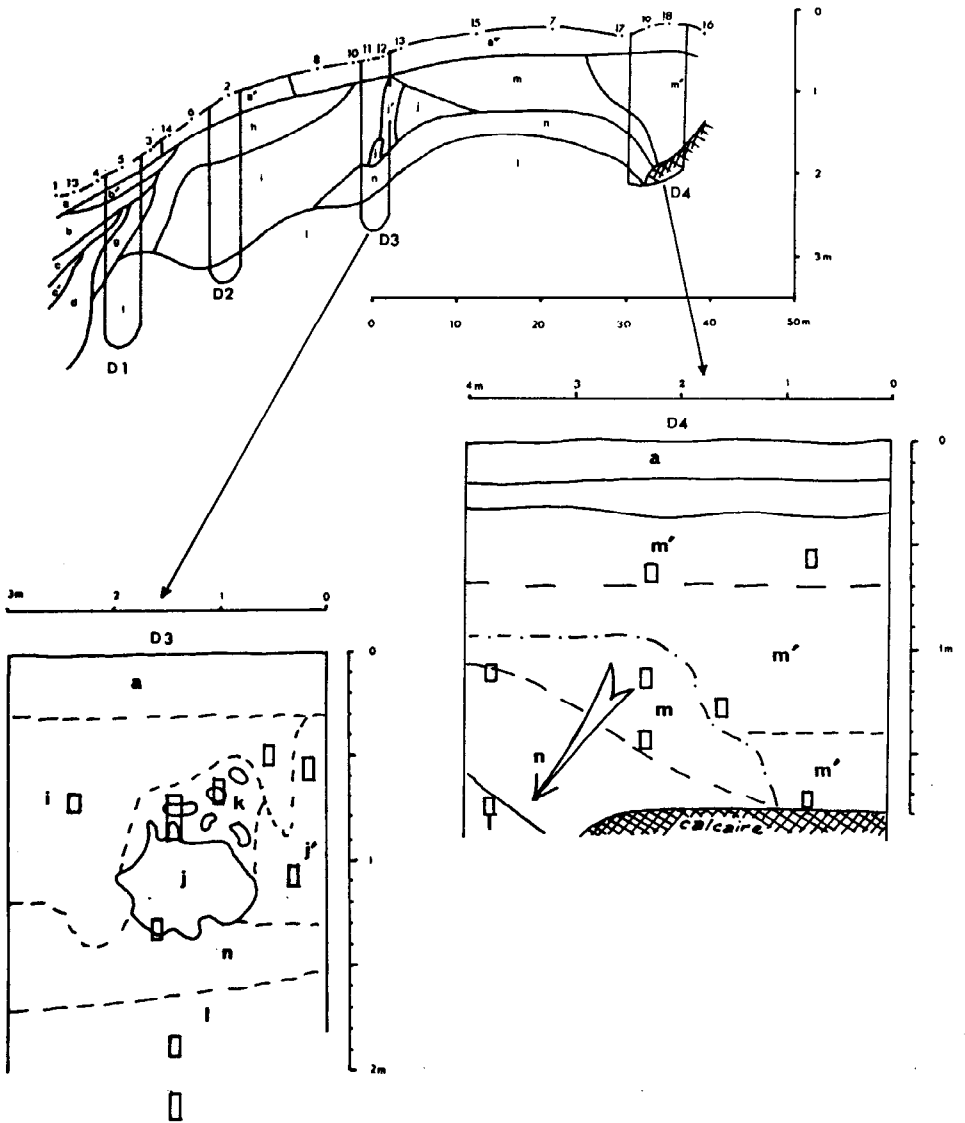


Fig. 3 : Organización del transect I.

Fig. 3 : Organisation du transect I.

▷▷

LEYENDA DE LA FIGURA 3

▷▷

- a" - Horizonte cultivable, pardo oscuro (7,5 YR 3,5/4) homogéneo, estructura poliédrica fina, porosidad de conjunto fuerte, disminuyendo hacia la base.
- a' - Horizonte cultivable, pardo (10 YR 4/4) con volúmenes ocres poco contrastantes, mm.
- m' - Parte superior : Rojo (2,5 YR 4/7), homogéneo, salvo las concreciones negras de $\emptyset < 5$ mm. Estructura poliédrica < 1 cm, de faces muy lisas y brillantes. En los poros, microagregados. Porosidad de conjunto.
 Parte media : Ligeramente más oscura. Las faces lisas son menos numerosas. Más abundantes los microagregados.
 Parte inferior : Ligeramente más clara. Las faces lisas aumentan de nuevo. Las concreciones negras son más abundantes.
- m - Color de fondo idéntico a m', pero aparecen volúmenes pardo amarillo, mm a cm que aumentan hacia la base y hacia la parte baja. Estructura más masiva, más compacta, netamente menos húmeda.
- n - La fase pardo amarilla se organiza en forma de retículo aislando volúmenes rojos con dominios negros y concreciones.
- l - Rojo con vetas pardo-amarilla de ejes gris. La fase roja está más seca que la pardo amarilla y sobre todo menos que la gris.
- j - Fondo rojo, retículo pardo amarillo. Masivo de tendencia poliédrica, concreciones y dominios negros.
- i - Fondo pardo amarillo (10 YR 5/6) con retículos rojos (2,5 YR 4/8) mm en la parte superior, es más amplia y dominante sobre el pardo en la base. Concreciones y estrías negras bastante abundantes.
- h - Fondo pardo amarillo (10 YR 5/6), volúmenes mm rojos, raros en la parte superior, aumentan hacia la base. Estrías y concreciones negras abundantes.

20-35 cm : Fuerte contraste (compactación), transición abrupta. Horizonte pardo oscuro (7,5 YR 3/4), incluyendo volúmenes amarillo rojo (5 YR 4/6) inferiores a 2 cm. Arcilloso. Compactación extrema de ruptura concoidal, no hay porosidad visible. Horizonte diferenciado bajo los efectos del amasamiento del suelo húmedo por las gomas del tractor.

m'

35-70 cm : Fuerte contraste, transición abrupta. Rojo (2,5 YR 4/7) homogéneo, excepto las concreciones negras $\emptyset < 3$ mm que son medianamente abundantes. Arcilloso. Estructura poliédrica 1 cm, con caras lisas y brillantes. Presencia, entre los agregados y en los vacíos de numerosos microagregados $\emptyset < 0,5$ mm, porosidad del conjunto buena.

70-140 cm : Rojo (2,5 YR 3,5/8), ligeramente más oscuro que arriba, contraste débil, transición progresiva. Las mismas características que las de arriba pero las caras lisas son menos numerosas y los microagregados son más abundantes, lo cual aumenta la porosidad del conjunto.

140-170 cm : Rojo, ligeramente más claro (2,5 YR 4/7). La misma estructura y textura. Presencia de nuevo de las caras lisas en mayor número, las concreciones negras igualmente son algo más numerosas. Al contacto con la caliza, presencia de bolsas de 5 a 10 cm, de color más pardo, más ricas en microagregados, más porosas, más blandas.

170 cm : Caliza dura de forma irregularmente redondeada (facies kárstica), de alteración pelicular.

Cuando uno se desplaza hacia la parte baja alrededor de 1 metro (fig. 3), aparece, al contacto de la caliza, el horizonte m, más duro que los horizontes anteriormente descritos, de estructura ligeramente más grosera, más compacta. Simultáneamente aparecen volúmenes milimétricos a semi-centimétricos pardo amarillos (10 YR 6/5), aumentando hacia la base y hacia la parte baja donde éstos tienden a formar un retículo discontinuo. El horizonte n corresponde a la organización de la fase pardo-amarilla que forma un retículo continuo aislando dominios de dos a cinco centímetros, más o menos isodiamétricos, rojos con concreciones negras. La estructura es masiva con tendencia a poliédrica. Las caras lisas son raras. El horizonte está más duro y menos húmedo que los horizontes adyacentes. La diferenciación descrita

presenta globalmente un gradiente oblicuo materializado en la figura 3 por medio de una flecha. En la parte baja y a la base de la trinchera aparece el horizonte l con límites muy oblicuos, rojo (2,5 YR 4/8), sobre en concreciones, con vetas centimétricas pardo-amarillentas (10 YR 6/6), conteniendo una parte axial grisácea (10 YR 7/1) de un ancho milimétrico. Las caras lisas son de nuevo más abundantes, la humedad es mayor. Se nota, sin embargo, que esta mayor humedad afecta sobre todo las vetas grises. En el eje de éstas, se sitúa una fase de arrastre preferencial muy lisa.

Más abajo el horizonte m' desaparece con el desarrollo hacia arriba de volúmenes pardo amarillo. Después este retículo, abarca todo el conjunto del perfil, exceptuando el horizonte superficial. El horizonte m es entonces reemplazado a partir de la base por el horizonte j.

Hacia el medio del transect, el estudio con la barrena demostró el reemplazamiento sobre una distancia corta y de arriba a bajo, de los horizontes con fase roja dominante y con retículo pardo amarillo (j después n), por los horizontes de fondo pardo amarillo (10 YR 5/6) dominante, conteniendo volúmenes rojos (h) milimétricos, confundiendo en un retículo hacia la base (i). Esta rápida diferenciación lateral ha sido posible comprenderla en la trinchera D3 (fig. 3), donde efectivamente, se constata, que el horizonte i interrumpe los horizontes j et j', con un frente abrupto y diferenciación en forma de islotes de aspecto relictual para el j, con una transición más progresiva para el j'. La hipótesis que sugiere una tal discordancia es que el horizonte i se desarrolla a partir de los horizontes j y j'. Sin embargo, no se puede excluir la hipótesis inversa admitiendo el desarrollo de los horizontes j y j' a partir del horizonte i, con sus islotes precursores. Sólo el estudio de las láminas delgadas, será susceptible de aportar argumentos más demostrativos.

Más abajo, sobre la pendiente, se encuentra la diferenciación de la parte baja analizada a modo de ejemplo en el párrafo II-B-2, donde se constata casi sucesivamente la desaparición de la fase roja en la parte baja del horizonte h, la aparición, con el horizonte g, de fuertes concentraciones negras blandas, su disminución en el horizonte d, después la aparición en forma biselada cada vez más profunda de los horizontes muy afectados por la hidromorfía : b', b, c, c'. En profundidad, el horizonte l, rojo con vetas pardo amarillo y grises, se

mantiene hasta la parte baja del transect, sin embargo, hay que subrayar que éste no alcanza el centro de la dolina, el cual fue explorado a través de los transects II y III.

En resumen, el estudio de este transect nos ha demostrado la existencia de un cierto número de diferenciaciones laterales, progresivas o abruptas, estrictamente orientadas y ordenadas, en la cual la interpretación requiere a la vez un conocimiento mejor de su distribución en el plano, en particular lo concerniente a su relación con la topografía de la dolina, así como la del paso a escala de observación más fina como las láminas delgadas.

b) - El transect II (fig. 4)

El perfil de la parte superior fue observado en la trinchera D7, de una profundidad de 2,10 metros y completada a 3,10 metros con la barrena.

a'

0-36 cm : Pardo oscuro (10 YR 3/3), homogéneo. Algunas concreciones negras de 5 mm. Arcilloso. Estructura poliédrica de 0,1 a 1 cm. La porosidad interagregado está bien desarrollada.

u'

35-56 cm : Contraste de medio a fuerte, transición rápida (suela de labor poco diferenciada). Fondo gris pardusco claro (10 YR 6,5/2), con volúmenes rojos difusos (2,5 YR 4/6) semicentimétricos, las más grandes presentan el centro negro. La desecación provoca la formación de grietas de 0,5 cm, delimitando en el plano vertical polígonos de 10 a 15 cm de \emptyset . Dentro del material fresco, la estructura es prismática de 5 X 12 cm, formando un conjunto compacto, con caras lisas, subestructura con elementos aplanados subhorizontales de cohesión de unión bastante fuerte. La porosidad de tipo tubular es débil. Arcilloso.

u

56-110 cm : Contraste medio, transición sobre 10 cm. Rojo amarillento (5 YR 4/6), con dominios más o menos deformados de color gris (10 YR 7/1). Presencia de dominios negros, poco abundantes, sobre las fases estructurales. La desecación provoca la formación de grietas de 0,5 cm de ancho, delimitando polígonos (25 cm). El material fresco tiene una

(suite page 103)

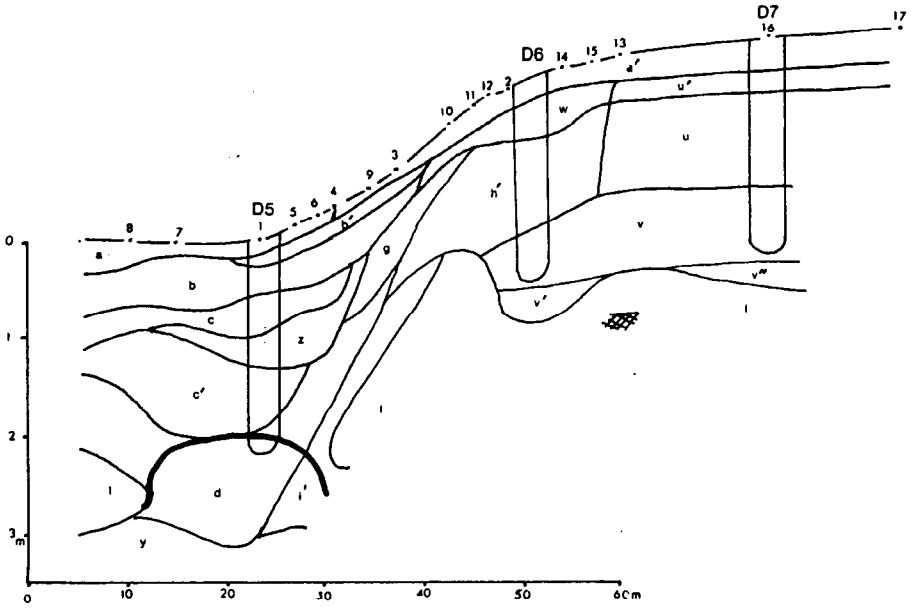


Fig. 4 : Organización del transect II.

Fig. 4 : Organisation du transect II.

LEYENDA DE LA FIGURA 4

- u : Volúmenes cm, amarillo-rojos (5 YR 5/8) o rojos (2,5 YR 4/8), separados por vetas donde domina el gris (10 YR 7/1).
Numerosos dominios negros. Estructura prismática de 10 a 20 cm con fases oblicuas lisas. Fuerte contracción al estado seco. Compacto.
- u' : Fondo gris pardusco claro (10 YR 6,5/2), de volúmenes rojos (2,5 YR 4/6) cm. Estructura prismática 10 cm. Contracción bastante fuerte durante la desecación. Compacto.
- v : Amarillo pardusco con arrastres negruzcos. Transición que forma islotes.
- v' : Idéntico a v con volúmenes rojizos.
- v'' : Idéntico a v con numerosas concreciones y dominios negros.
- w : Fondo pardo amarillento claro (2,5 Y 6/4) con volúmenes rojo amarillentos (5 YR 5/8). Concreciones negras. Estructura poliédrica de 4 a 8 cm con subestructura de 1 cm de conjunto compacto.
- a : Pardo (10 YR 5/3) con numerosas manchas filamentosas rojo amarillentas (5 YR 5/8).
- a' : Pardo (10 YR 4/4), de volúmenes ocre poco contrastantes milimétricos.
- b : Fondo rojo amarillento (5 YR 5/8), de arrastres pardos a pardo grisáceos (10 YR 5/2,5).
- b' : Difiere de b por el predominio de fases grisáceas sobre la fase rojo amarillenta.
- c : Pardo grisáceo (10 YR a 2,5 Y 6/2,5), con manchas pequeñas rojo amarillentas.
- c' : Fondo pardo grisáceo (10 YR 6/2,5), con numerosos volúmenes rojo amarillos, milimétricos a centimétricos.
- d : Fondo pardo amarillento (10 YR 5/6), algunos arrastres pardo rojo y grises, algunas concreciones negras.
- g : Fondo pardo amarillento (10 YR 5/8), con abundantes fases negras blandas, pero pocas concreciones. Algunos volúmenes rojos vivo.
- h : Fondo pardo amarillo (10 YR 5/6), volúmenes rojos milimétricos, raros en la parte superior pero aumentan hacia la base. Abundantes estrías y concreciones negras.
- i : Fondo pardo amarillo (10 YR 5/6), con retículo rojo (2,5 YR 4/8) milimétrico en la parte superior, más amplio y dominante sobre

el pardo en la base. Abundantes concreciones y estrías negruzcas, sobre todo presentes en la fase roja.

- l : Fondo rojo (2,5 YR 4/6), vetas centimétricas (7,5 YR 5/7), de ejes grises (10 YR 7/1), el gris aumenta con la profundidad donde éste deviene exclusivo en las vetas.
- y : Oliva (5 Y 4,5/3,5) con volúmenes pardos (10 YR 5/6) o rojos (2,5 YR 5/8), muy húmedo

(suite page 99)

estructura prismática de 4 X 10 cm, formando un conjunto compacto, con subestructura a tendencia cúbica. Sobre las fases estructurales, hay presencia de pequeñas superficies brillantes grises. La porosidad tubular visible es débil. Arcilloso.

110-160 cm : Contraste débil, transición progresiva. Volúmenes amarillo-rojos (5 YR 5/8) centimétricos o rojos (2,5 YR 4/8), separados por vetas grises (10 YR 7/1). Los dominios negros son mucho más abundantes que arriba, a veces están localizados en la fase roja, pero generalmente se encuentran en la fase gris. La desecación delimita polígonos de 30 cm de diámetro. El material fresco presenta una estructura prismática grande de 10 a 20 cm, con subestructura en forma de cuña, las fases oblicuas presentan aspecto liso variable (algunas son muy lisas) y verdosas. Esas cuñas dan lugar a pequeños prismas de 2 X 4 cm, de fases rugosas. La porosidad tubular es muy débil, los poros están sistemáticamente bordeados de gris aproximadamente 1 mm. Arcilloso.

y

160-210 cm : Contraste medio, transición progresiva e irregular en islotes. Fondo pardo vivo (7,5 YR 5/6) con partes pardo rojo (5 YR 5/6) poco contrastantes, retículo gris (10 YR 7/1) difuso. En la parte superior, hay presencia de islotes que son idénticos al horizonte subyacente (aspecto de reliquias). Hacia la base, se pasa a pardo amarillo (10 YR 5/6) con presencia de un fino retículo discontinuo gris de ejes marcados por hilos negros y algunas partes milimétricas rojas.

Numerosas moteaduras y dominios negros sobre las fases estructurales. Estructura cúbica aplanada de 6 X 14 cm con fases lisas menos netas que en la parte superior y no presenta subestructura. La porosidad tubular es muy débil, los poros tienen una aureola gris con bordes negros. Arcilloso.

210-230 cm : El mismo horizonte observado con la barrena y descrito como amarillo pardusco con rasgos negros y raros arrastres grises.

v''

230-255 cm : Horizonte de transición que deviene progresivamente heterogéneo por la aparición de una fase roja. Numerosas concreciones negras.

l

255-310 cm : Horizonte rojo vivo con volúmenes centimétricos amarillo vivo. Raros volúmenes negros. Muy secos.

Hacia abajo, las variaciones más importantes concier-
nen primero al paso de los horizontes u y u', caracterizados por la yuxtaposición muy contrastante de una fase roja o roja-amarillenta y una fase gris clara de aspecto reducido, a los horizontes w y h que no presentan fase gris.

En esta ocasión, hay que subrayar que a medida que se descende en la dolina, los horizontes u y u', con morfología de pseudogley desaparecen.

Más lejos, depasando la trinchera D6, el horizonte V, amarillo pardusco con arrastres negros, situado entre los horizontes h' y l, desaparece. Después, aparecen sucesivamente los horizontes con fuerte diferenciación hidromórfica, presentando ligeras variaciones con respecto al transect I.

El horizonte g que difiere del d por la mayor abundancia de fases negras blandas, aparece por encima de este último y no por debajo. Un horizonte z que constituye una variante del c y c' fue identificado.

Finalmente, en el centro de la dolina, se pudo estudiar las relaciones espaciales entre el horizonte y (párrafo II-B-2, punto 1), gris oliva con volúmenes pardos o rojos muy húmedo, y el horizonte l, rojo con retículo pardo amarillo y gris, en el cual la fase roja está prácticamente seca. Se constata entonces (fig. 4) que el horizonte l desaparece lateralmente de forma abrupta o por el intermedio del horizonte i'', rojo amarillento de volúmenes milimétricos amarillos. Este es reemplazado por los horizontes d e y que están ocupados por el manto frático. Los rasgos del techo de este manto muestra un gráfico en domo, lo cual implica que el manto está ligeramente cargado en la época de la observación (Mayo 1984, fin de la estación seca). El manto

está atrapado bajo el horizonte 1, el cual juega el papel de limitación de la filtración. Tenemos ahí, la confirmación de lo que suponíamos a partir de la apreciación táctil del estado de humedad de este horizonte con respecto a los que lo enmarcan.

En conclusión, el estudio de este segundo transect confirma la organización del centro de la dolina, ya en parte apreciada durante el análisis del primer transect. Igualmente, éste pone en evidencia nuevas transformaciones y plantea un cierto número de problemas.

Las nuevas transformaciones conciernen en primer lugar a los horizontes 1, i", d e y.

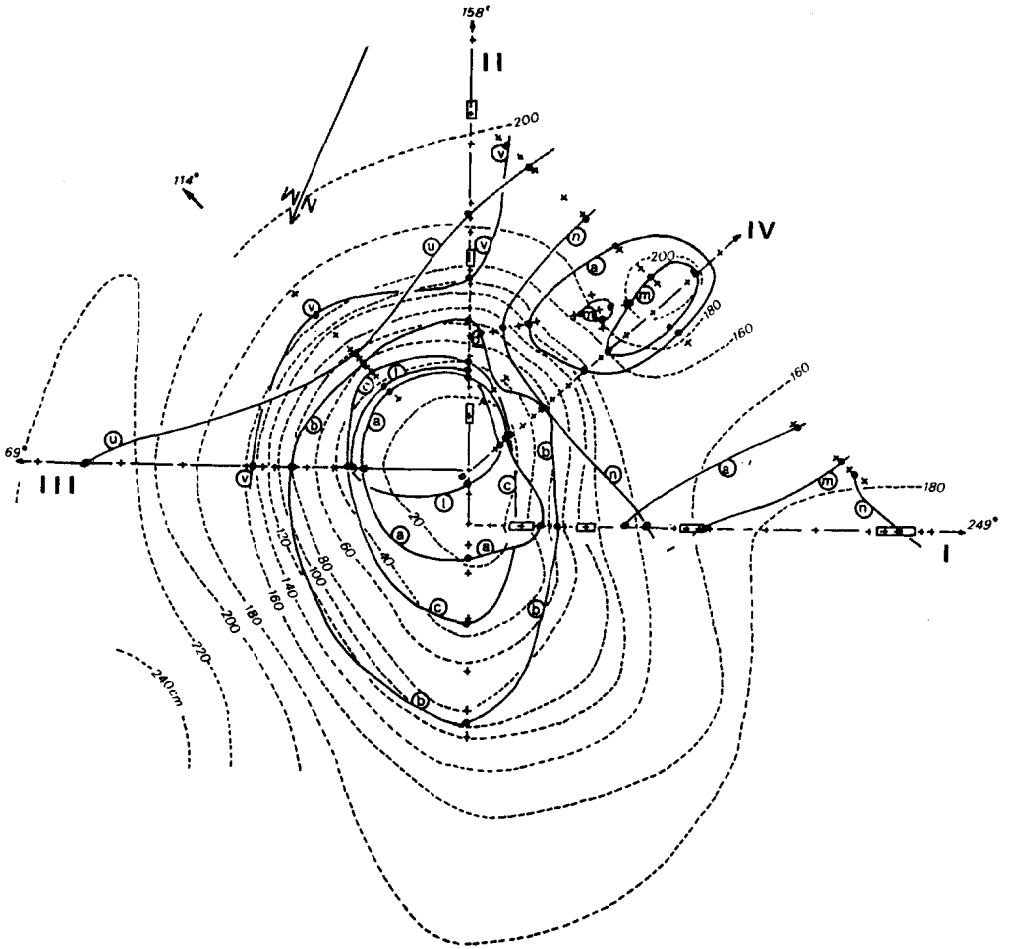


Fig. 5 : Representación en corte y en planta de la cobertura pedológica de la dolina y sus inmediaciones.

Fig. 5 : Représentation en coupes et plan de la couverture pédologique de la doline et de ses environs.

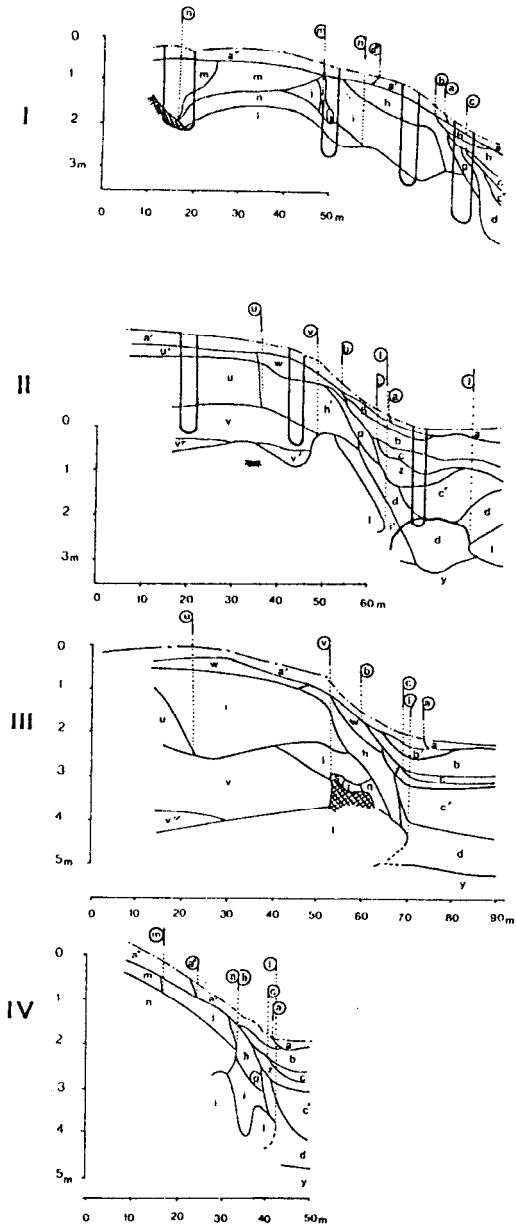


Fig. 5 : Representación en corte y en planta de la cobertura pedológica de la dolina y sus inmediaciones.(continuación)

Fig. 5 : Représentation en coupes et plan de la couverture pédologique de la doline et de ses environs.(suite)

RELACION DE LOS HORIZONTES - (Fig. 5) -

- N.B. La textura no ha sido mencionada porque siempre fue notada arcillosa.
- a : Pardo amarillento oscuro (10 YR 5/2,5), con numerosas manchas rojas amarillentas (5 YR 5/8), en los bordes de los poros. Estructura poliédrica de 1 cm. Porosidad tubular de mediana a pequeña.
- a' : Pardo amarillento (10 YR 4/3 a 4/6) con volúmenes mm rojizo (5 YR 4/6). Estructura poliédrica fina en la cima (1 cm) siendo más ancha en la base (3-7 cm). Porosidad tubular mediana.
- a'' : Pardo oscuro (7,5 YR 3,5/4) hacia arriba, 10 YR 4/3 hacia abajo), homogénea. Poliédrica 2 cm. Porosidad tubular mediana.
- b : El color del conjunto está dominado por el rojo, por las abundantes manchas rojas amarillentas (5 YR 4/6), sobre las caras estructurales y alrededor de los poros. Fondo gris (10 YR 6/1), algunos dominios negros.
Estructura poliédrica de 1 cm hacia arriba, pasando a prismática hacia abajo. Porosidad tubular débil.
- b' : Fondo pardo grisáceo (10 YR 5/2) hacia arriba, gris (10 YR 6/1) hacia abajo, con numerosas manchas rojo amarillentas alrededor de los poros.
Manchas sobre las caras estructurales menos abundantes que en b, algunos dominios negros. Estructura poliédrica de 2 cm hacia arriba, pasando a prismática hacia abajo. Porosidad tubular débil.
- c : Gris (10 YR 6/2 a 6/1) dominante, con manchas rojas amarillentas alrededor de los poros, al igual que hacia la base sobre ciertas caras estructurales. Manchas rojas netamente menos abundantes que en b y b'.
Porosidad tubular más desarrollada que en b y b'.
Estructura fina con estructura prismática hacia abajo.
- c' : Gris claro a pardo (10 YR 6/2 a 5/3), con manchas rojo amarillentas a lo largo de los poros, cubriendo aproximadamente la mitad de la superficie. Estructura poliédrica con tendencia a masiva con la profundidad.
Porosidad tubular medianamente desarrollada.

- d : Pardo amarillento (10 YR 5/6) a amarillo pardusco (10 YR 6,5/6), con volúmenes gris pardusco (10 YR 6/3). Hacia lo ancho domina el negro con periferia parda hacia arriba, y hacia abajo y a lo largo de los poros, manchas pardas vivas.
Estructura poliédrica fina. Porosidad tubular bien desarrollada (más que en el anterior).
- g : Fondo pardo amarillento (10 YR 5/8), con dominios negros muy abundantes e irregulares, con límites difusos, asimétricos. Con ningunas o pocas concreciones. Estructura masiva con tendencia a poliédrica.
Porosidad tubular bien desarrollada.
- h : Pardo amarillento, al máximo, hacia arriba sobre el conjunto del horizonte. En la parte superior aparecen volúmenes milimétricos rojos amarillentos en su base (5 YR 5/6). Dominios de moteaduras negras que aumentan en la parte inferior, con concreciones en la parte superior y en la cima, que casi desaparecen debajo.
Estructura prismática con subestructura poliédrica.
- h' : Fase roja más abundante que en h.
- i : Juxtaposición milimétrica de rojo amarillo (5 YR 5/6) y de amarillo pardusco (10 YR 6/8). Concreciones no muy abundantes con moteaduras negras. Estructura masiva con tendencia a prismática. Porosidad tubular débil.
- i' : Se diferencia de i por ser más abundantes las moteaduras y las concreciones negras.
- j : Fondo pardo rojo (3,75 YR 5/6) en la cima, rojo (2,5 YR 4/8) en su base. Reticulo pardo amarillento (10 YR 6/6), dominios; nódulos, concreciones negras numerosas, localizadas sobre todo en la fase roja.
Estructura masiva con tendencia a poliédrica, con raras bases brillantes.
Porosidad tubular muy débil.
- j' : Fondo rojo menos abundante que en j, estructura fragmentaria más neta, con caras brillantes más abundantes.
- l : Fondo rojo (2,5 YR 4/8), con retículo de venas centimétricas de gris a gris pardusco claro (2,5 Y 6/3 a 10 YR 7/1), rodeadas de amarillo pardusco (10 YR 6/6). Nódulos y concreciones negras poco abundantes. Estructura poliédrica angulosa y aplanada con

caras brillantes.

Porosidad tubular muy débil.

- m : Roja (2,5 YR 4/7), con volúmenes milimétricos pardo amarillentos (10 YR 6/5). Nódulos y concreciones negras abundantes. Estructura poliédrica angulosa y aplanada, con numerosas caras brillantes. Porosidad tubular muy débil.
- m' : Roja (2,5 YR 4/7) homogénea. Nódulos y concreciones medianamente abundantes. Estructura poliédrica centimétrica, con caras brillantes muy abundantes. Conteniendo los volúmenes milimétricos microagregados, alcanzando su abundancia máxima en la parte media del horizonte. Porosidad intermicroagregados y tubular mediana a débil.
- n : Fondo rojo con retículo pardo amarillo. Concreciones y nódulos negros muy abundantes. Estructura masiva con tendencia a poliédrica. Caras lisas poco abundantes. Porosidad tubular débil.
- q : (Transect III). Pardo verdoso muy claro (2,5 Y 6/3), con volúmenes negros más o menos abundantes en las venas o volúmenes pardo vivo. Puede contener nódulos calcáreos.
- r : (Transect III). Horizonte rico en nódulos calcáreos y concreciones negras en un embalaje pardo amarillento (10 YR 4,5/4).
- s : Pardo rojizo (5 YR 4,5/6), con concreciones negras poco abundantes.
- u : Volúmenes centimétricos rojo amarillentos (5 YR 5/8) o rojo (2,5 YR 4/8) separados por venas o dominios gris (10 YR 7/1). Dominios negros numerosos, sobre todo en la fase gris. Estructura prismática ancha (10 X 20 cm), subestructura en plaquetas oblicuas más o menos lisas. Porosidad tubular muy débil. Muy fuerte contracción al secado.
- u' : Fondo gris pardusco claro (10 YR 6,5/2), con volúmenes rojos (2,5 YR 4/6) difusos, semi-centimétricos, los más grandes con el corazón negro. Estructura prismática 5 X 12 cm, con caras lisas, con subestructura con tendencia cúbica aplanada. Porosidad tubular muy débil. Fuerte contracción al secado.
- v : Fondo pardo a pardo amarillento (7,5 YR a 10 YR 5/6), numerosas moteaduras y filamentos negros. Con numerosos puntos blancos pequeños de 0,1-0,4 mm. Raros volúmenes más grises asociados a los

poros más anchos. Estructura masiva con tendencia poliédrica ancha. Porosidad tubular débil. Transición superior e inferior por interpenetración contrastante.

- v' : Difiere de la v por un fondo más claro, con arrastre más rojo.
- v'' : Análoga a v pero con numerosas concreciones negras.
- w : Fondo pardo amarillento claro (2,5 Y 6/4), con volúmenes mm rojo amarillento (5 YR 5/8), pequeñas concreciones negras. Estructura poliédrica 4-8 cm, caras lisas medianamente abundantes. Porosidad tubular débil.
- y : Gris a pardo verdoso, con volúmenes pardos a rojos. Concreciones negras abundantes. Muy húmedo.
- z : Horizonte constituido por agregados con centro gris o negro y bordes rojo amarillentos. Estructura poliédrica a cúbica de 1 cm. Porosidad tubular poco desarrollada.

La desaparición lateral del horizonte l y su reemplazamiento por los horizontes adjuntos con un manto ligeramente cargado, corresponde probablemente con la transformación de este horizonte poco permeable y más reducido (desaparición de la fase roja). Para asegurarse de esta transformación, convendría observar en un corte la desaparición lateral de lo que será, sin dudas, difícil de evidenciar por el manto. Se puede, a pesar de todo, constatar desde ahora que la misma estructura pedológica favorece la concentración del agua hacia el centro de la dolina por la circulación en la cima del horizonte l y sin dudas también a su base, en el seno del manto, en el horizonte y.

La segunda transformación concierne los horizontes l, u o h' y v. Nosotros hemos visto en la descripción del corte D7 que las transiciones entre v y sus encuadrantes se efectúa por interpenetración con diferenciación de islotes de sus encuadrantes en el v. Esto supone que existe una transformación de estos encuadrantes al beneficio del v o a la inversa. Esta transformación es también sugerida por la aparición (o la desaparición) en la marca existente en v entre los horizontes l y h'.

Parte de los problemas señalados, o el más importante es aquél de la existencia del horizonte con morfología de pseudo-gley a la altura del transect II. Estos horizontes están reemplazados hacia la dolina por los horizontes (w y h'), así pues la morfología traducida de las condiciones netamente menos reductoras, ante la reaparición en la parte baja de los horizontes más hidromórficos (b, c, c' y z). La parte inferior de esta secuencia es pues, a pesar de las condiciones del drenaje externo, idénticas, muy diferente de la parte superior del transect I, ocupado por los suelos uniformemente rojos. Señalamos que el pasaje de los suelos con morfología de pseudogley a los suelos uniformemente amarillos ha sido referido sobre la bisectriz de los transects III y IV. Esta transición ha sido incompletamente explorada.

Para ir más lejos, de igual modo en el conocimiento de las transformaciones puestas en evidencia que en la resolución de los problemas planteados, parece muy útil determinar la distribución lateral de las organizaciones que han sido estudiadas anteriormente en el plano vertical. Dicho de otro modo, es necesario introducir una tercera dimensión, en el plano horizontal, se puede en particular, esperar así, descubrir cuales son las organizaciones relacionadas con la doli-

na, y aquéllas que transfieren de la diferenciación de la cobertura pedológica de la llanura.

C - Análisis de la organización en planta de la cobertura pedológica : el mapa en curvas de isodiferenciación

1° - Generalidades

Para estudiar la organización horizontal de la estructura pedológica, se parte de los transects, la relación de las organizaciones o de los caracteres identificables con la barrena. Los límites laterales de todas estas transformaciones están señaladas por otra parte en las líneas de llamado en los transects estudiados (figura 5) y situados bajo formas de puntos sobre el plano. Después los transects intermediarios se efectúan para investigar los otros puntos de aparición (o desaparición) de esas mismas organizaciones. La selección de esos transects secundarios se efectúa sobre la base de puntos ya conocidos y por el razonamiento lógico simple, de esta forma está dado un ejemplo en la figura 6. Los puntos que representan el límite de una organización o de un carácter se unen por una curva denominada de isodiferenciación.

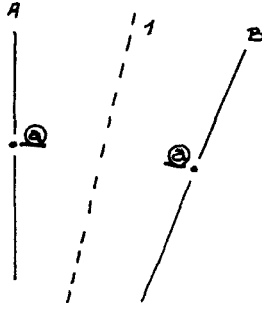
El estudio de estos transects secundarios es más rápido que el de los primarios porque no se exploran las organizaciones, se les investiga conociendo por adelantado sus localizaciones relativas. En fin, la densidad de los puntos de expansión de las curvas de isodiferenciación demuestran aún más un compromiso entre la precisión y el tiempo disponible. Es por el contrario esencial que estos puntos figuren sobre el plano, de manera que el lector conozca los grados de interpolación de las curvas de isodiferenciación. Esta figuración se realiza reemplazando la curva por un punto, donde la misma ha sido referida.

2° - Organización en el plano de la cobertura pedológica de la dolina y de sus accesos

El mapa de la figura 5 muestra tres tipos de curvas :

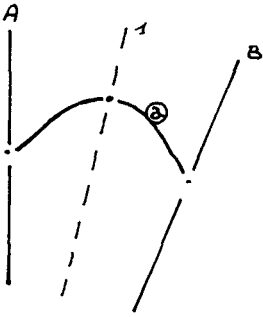
1 - Las curvas cerradas, centradas sobre la dolina. Estas son las curvas 1, a, b, c. Ellas delimitan los horizontes, pues la diferenciación o la desaparición están relacionadas con la dolina.

Así, se constata que el horizonte 1 está interrumpido como en un rompe cabezas en el corazón de la dolina, disposición que va en el seno de una transformación de este horizonte a beneficio



La organización (a) ha sido referida sobre los transectos principales A y B. Se efectúa el transecto secundario 1.

L'organisation (a) a été repérée sur les transects principaux A et B. On effectue le transect secondaire 1.



1era posibilidad : (a) está referido sobre el señalamiento 1 → Trazado posible de una curva de isodiferenciación.

1ère possibilité : (a) est repéré sur le transect 1 → Tracé possible de la courbe d'isodifférenciation.

2da posibilidad : (a) no existe sobre el transecto 1. Se efectúa el transecto secundario 2 sobre el cual se encuentra necesariamente (a) → Trazado posible de la curva de isodiferenciación.

2ème possibilité : (a) n'existe pas sur le transect 1. On effectue le transect secondaire 2 sur lequel on rencontre nécessairement (a) → Tracé possible de la courbe d'isodifférenciation.

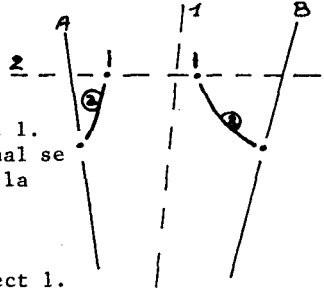


Fig. 6 : Ejemplo de operaciones sucesivas para la determinación de una curva de isodiferenciación

Fig. 6 : Exemples d'opérations successives pour la détermination d'une courbe d'isodifférenciation.

de los horizontes d y j que le suceden lateralmente.

Se constata que la mayor parte de las curvas centrales sobre la dolina se reencuentran, lo que muestra una dependencia relativa entre los horizontes correspondientes.

2 - Las curvas cerradas, sin relación con la topografía de la dolina, y sobre todo relacionadas con las zonas muy ligeramente sobreelevadas. Tal es el caso de las curvas m y a' alrededor del punto A (cf. transect V). Las mismas curvas en las cercanías del transect II no han sido fijadas sobre una gran superficie por lo que no se puede afirmar si se forman o no. Estas curvas concernientes a los horizontes de los suelos rojos, que aparecen de este modo, pudiendo constituir las estructuras en islas. Sus independencias ya sea de la topografía como de la estructura de la dolina muestran que ellas jalonan la diferenciación lateral de la cobertura pedológica de la llanura.

3 - Las curvas abiertas en la escala de la porción de cobertura analizada. Comprenden esencialmente las curvas u y v. No se pueden clasificar en esta categoría la curva n porque ella pudiera cerrarse alrededor de los suelos rojos. Se puede admitir por el contrario que las curvas u y v han estado asociadas muy lejos de la dolina para que llegaran a independizarse en frente de la misma. Estas curvas jalonan pues, como aquéllas de las categorías precedentes, las diferenciaciones de la cobertura pedológica de la llanura, que convendrían estudiar liberándose lo más posible de la dolina. Haría falta para ello estudiar un transect dispuesto del suelo rojo hasta un suelo conteniendo los horizontes u y v, evitando al máximo, las estructuras propias de la dolina. Se podrá situar este transect gracias al mapa de las curvas de isodiferenciación y de las curvas de nivel. El problema de la diferenciación entre la subida del transect I (suelo uniformemente rojo) y la cima del transect II (horizonte con morfología a pseudogley) demuestra sin embargo, desde ahora, una respuesta de principio : la diferenciación del pseudogley en la subida es independiente de la dolina.

Una vez concluido el trazado de las curvas de isodiferenciación, se trazan los cortes de manera de estudiar directamente todas las organizaciones referidas, pero también observar los pasajes laterales puesto que éstos son suficientemente rápidos. Nosotros hemos utilizado las informaciones obtenidas de este modo de la

descripción de los transects. Estos cortes permiten clásicamente también el levantamiento para análisis de laboratorio y la realización de láminas delgadas. Se subrayará siempre que estas muestras y láminas delgadas son gracias al estudio tridimensional situadas estructuralmente y funcionalmente en la cobertura pedológica estudiada y no solamente en un perfil o un pedón.

III - APRECIACIONES SOBRE LA ORGANIZACION MICROSCOPICA - APORTE AL ANALISIS TRIDIMENSIONAL

En la parte superior de los horizontes medios y profundos, se observa un fondo matricial porfiroesquelético con coloración roja bien homogénea.

En los bordes de los vacíos se destaca un tipo original de diferenciación de microagregados desarrollados, a partir de las paredes de glóbulos de plasma pedunculados de 0,2 mm de diámetro. Este fenómeno que se observa en todas las secuencias, alcanza sólo un desarrollo importante desde la parte media hasta arriba del horizonte rojo. A la luz polarizada, en el plasma, los glóbulos colindantes con la formación de concreciones o nódulos son abundantes y pudieran por si mismos ser el objeto de un estudio particular.

El esqueleto es y seguirá siendo exclusivamente cuarzoso. La diferenciación de los dominios pardo amarillos macroscópicamente observados y absolutos en la formación de un retículo, corresponden a la vez a una decoloración y orientación mucho más neta del plasma. Mientras que, las separaciones plásmicas amarillas están en continuidad con aquéllas menos visibles del plasma rojo. Ellas están pues solamente reveladas por la decoloración que trata aún de una diferenciación simple. Este tipo de fondo matricial se mantiene hasta el corte D3, en la parte superior del frente de transformaciones observadas macroscópicamente. Las láminas estudiadas con el fin de conocer estas transformaciones muestran la aparición de un nuevo tipo de fondo matricial discordante sobre el precedente, más rico en esqueleto el final de la parte superior del perfil, siendo la orientación plasmática débil. Este nuevo fondo matricial está nuevamente caracterizado por la presencia de numerosos islotes redondeados de fondo matricial reticulado con plasma rojo, pues la organización (tipo de esqueleto, coloración y orientación del plasma) es análoga a aquélla del fondo matricial de la parte

superior. El pasaje de uno a otro de estos fondos matriciales muestra igualmente la filiación entre esos islotes relictos y el fondo matricial de la parte superior. La discordancia entre las estructuras de los islotes relictos (separaciones plásmicas en particular) y el plasma emballante. El fondo matricial con islotes relictos es abundante desde la base de la fase siguiente (D2) donde queda yuxtapuesta al fondo matricial de la parte superior.

Se observa sin embargo algunas formas de transformación de los islotes relictos rojos en plasma amarillo, transformación que se efectúa hacia arriba, donde el fondo matricial amarillo resultante aumenta, mientras que los islotes amarillos disminuyen.

Este fondo matricial resultante es sólo debilmente squelmasépico. En la cima del horizonte h, aparecen numerosos neosesquans negros en los bordes de los vacíos, así como concentraciones de igual color de formas muy irregulares, en el seno del plasma. Se corresponden con la hidromorfía de la superficie.

El horizonte g se caracteriza por la abundancia de una fase negra suave, resultado de una fuerte impregnación del plasma por óxidos negros, así como abundantes neosesquans bordeando los vacíos. Estos últimos provocan una fuerte corrosión en las paredes de los vacíos que se desmoronan en fragmentos redondeados. Notamos sin embargo que el fondo matricial queda, para los otros caracteres, análogo a aquél que estaba por debajo o inmediatamente por encima, con, en particular, sus facies con islotes relictos.

Los horizontes fuertemente hidromorfos del centro de la dolina muestran un plasma muy claro, con diferenciaciones coloreadas que afectan sobre todo los bordes de los vacíos, bajo formas de neosesquans pardo rojos a negros.

Se notará que a pesar de la concentración de sesquióxidos sobre las paredes, la diferenciación a partir de éstas de glóbulos de plasma, pedunculados o no, es aún activa.

Nosotros hemos podido persuadirnos a todo lo largo del transect de las microagregaciones en los diversos horizontes identificados macroscópicamente. Se ha podido constatar que en los fondos matriciales de la subida no se diferencian los unos de los otros más que por las variaciones de colores sin modificación perceptible de la estructura del plasma, lo que nosotros hemos calificado de diferenciación simple.

Por el contrario, la transformación identificada en la vertiente media corresponde a una discordancia de microestructuras que resulta de una reorganización importante pero autóctona del fondo matricial. Si se continúa de este nuevo fondo matricial hacia más abajo, observando su transformación progresiva por decoloración, después la sobreimposición de diferenciaciones sesquioxídicas.

En este transect, nosotros no hemos notado ningún hiato entre las microorganizaciones sucesivas. Este no ocurre siempre de igual modo, y el análisis microscópico puede evidentemente diferenciar las organizaciones confundidas sobre el terreno. De este modo, no hemos podido establecer las relaciones entre las organizaciones microscópicas del transect II y aquéllas del transect I (salvo en lo que concierne al corte D5 al centro de la dolina) y esto a pesar de un cierto número de analogías macroscópicas. En realidad, nosotros hemos subrayado precedentemente que el estudio sobre el terreno de los pasajes laterales en el seno de la cobertura pedológica de la llanura quedan en lo esencial por realizar. Esto muestra por el contrario que el análisis de las relaciones estructurales entre las organizaciones microscópicas no pueden ser consideradas hasta donde este microanálisis ha sido reflejado en la escala macroscópica. De igual modo, las salidas y entradas entre el análisis tridimensional de la cobertura de los suelos, el microscopio (y las escalas más finas) y el laboratorio, aparecen como una necesidad. Se remarcará que las aproximaciones sucesivas de las estructuras pedológicas, de la escala del interflujo con aquélla de la partícula mineral, son facilitadas para la representación tridimensional de esta cobertura sobre la cual se pueden modificar separadamente la localización de cada horizonte o carácter, o agregar las nuevas observaciones sin tener que reconsiderar la organización del dibujo o de su leyenda.

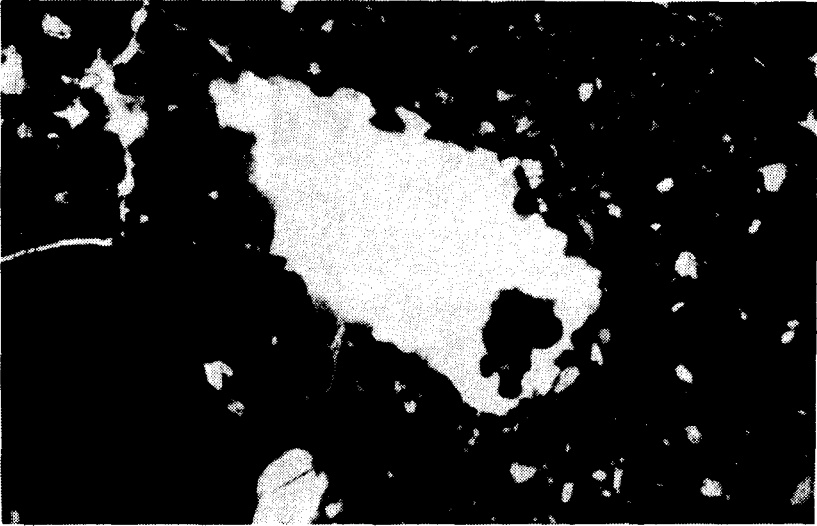


Foto 1 : Suelo rojo arriba, formación de microagregados por diferenciación de glóbulos pedunculados a partir de las paredes de los poros. L.N.

Photo 1 : Sol rouge amont, formation de microagrégats par différenciation de globules pédonculés à partir des parois des pores. L.N.

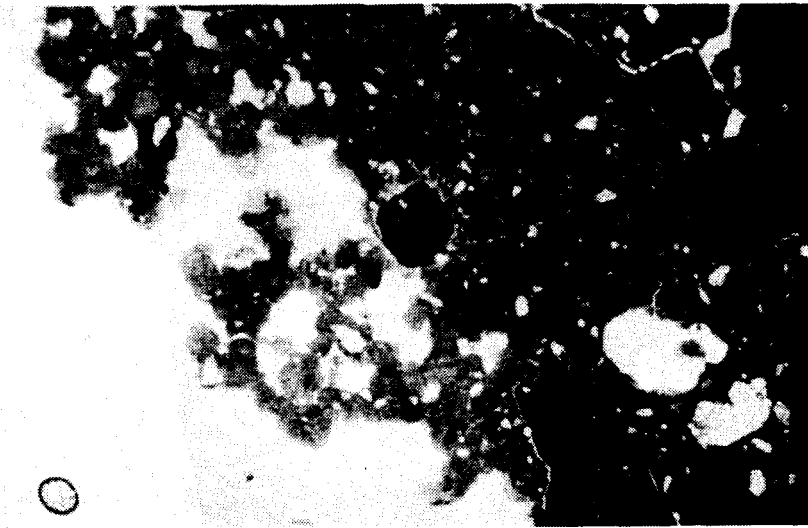


Foto 2 : Ese fenómeno alcanza un desarrollo importante sólo en la parte media del horizonte m', constituyendo pequeños volúmenes microagregados. L.N.

Photo 2 : Ce n'est que dans la partie médiane de l'horizon m' que ce phénomène prend de l'ampleur pour donner de petits volumes microagrégats. L.N.

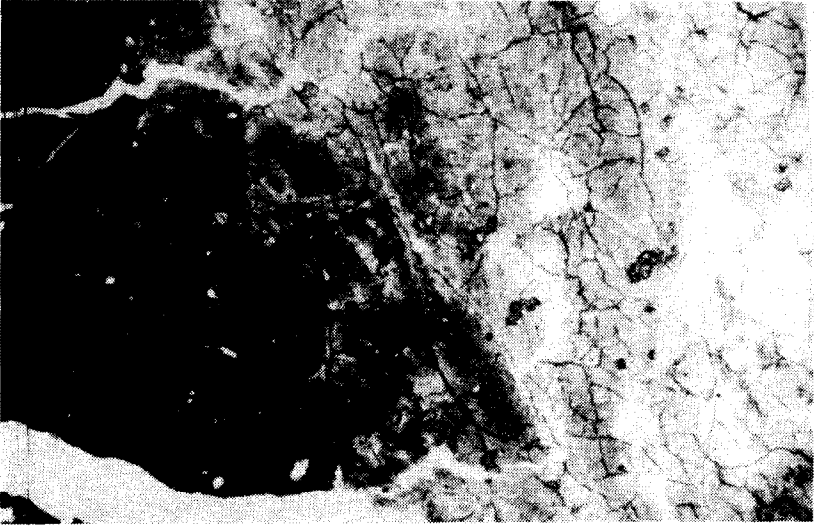


Foto 3 : Horizonte 1 arriba. Pasaje de los suelos rojos a los suelos amarillos. L.N.

Photo 3 : Horizon 1 à l'amont. Passage des domaines rouges aux domaines jaunes. L.N.

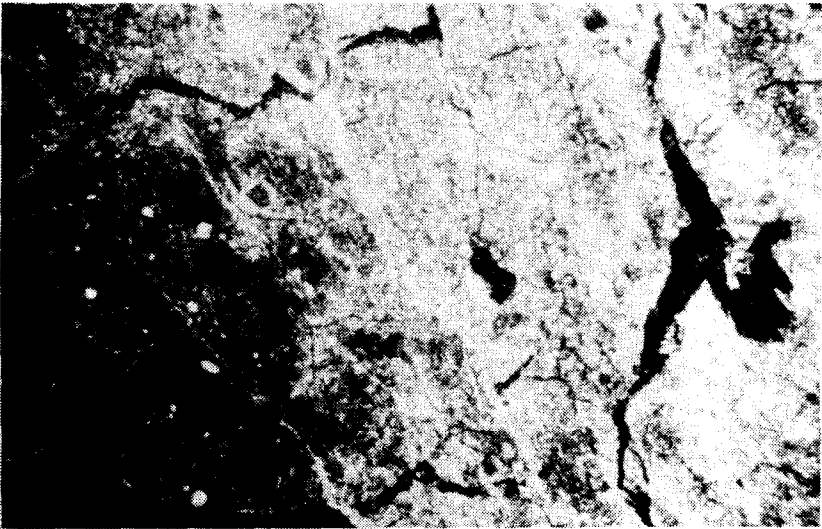


Foto 4 : Misma foto bajo luz polarizada.

Photo 4 : Mêmes photo en lumière polarisée.

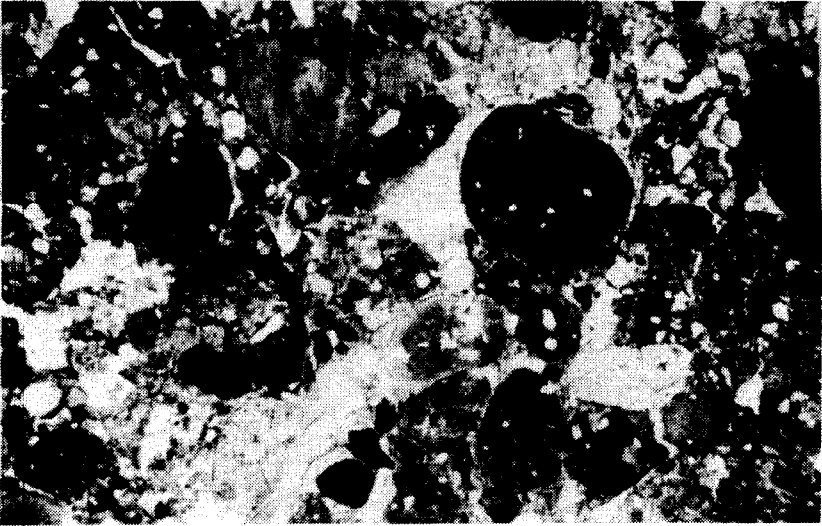


Foto 5 : Horizonte i caracterizado por la abundia de los islotes relictos del fondo matricial con plasma rojo. L.N.

Photo 5 : Horizon i caractérisé par l'abondance des flots reliques de fond matriciel à plasma rouge. L.N.

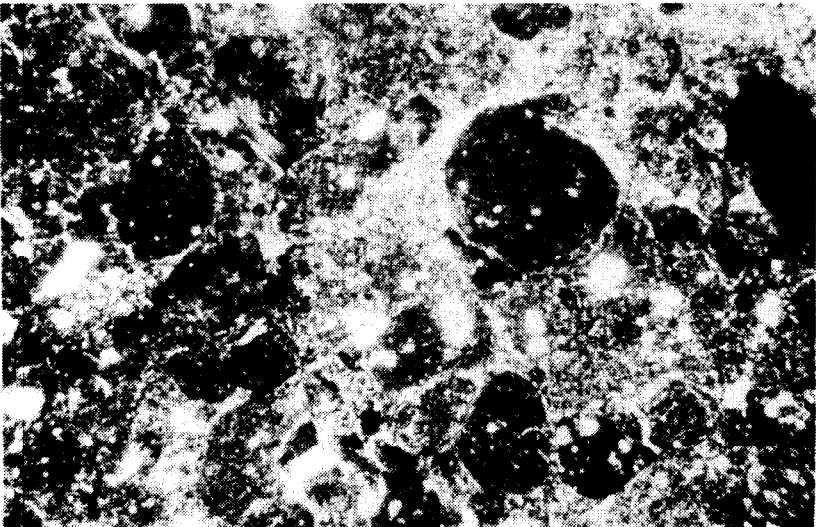


Foto 6 : Misma foto bajo luz polarizada. Se observan los stress cutanes abrededor de los islotes relictos.

Photo 6 : Mêmes photo en lumière polarisée. Noter les stress cutan autour des flots reliques.

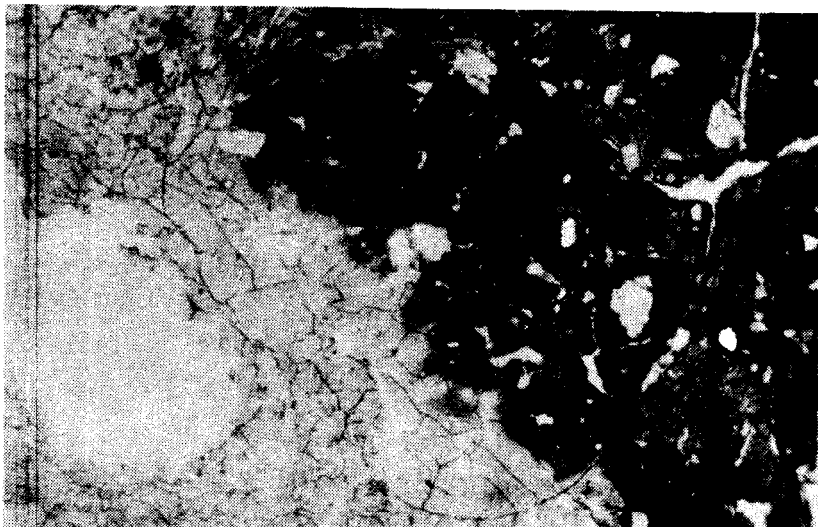


Foto 7 : Un islote relicto rojo en vía de decoloración. L.N.

Photo 7 : Un flote relique rouge en cours de décoloration. L.N.

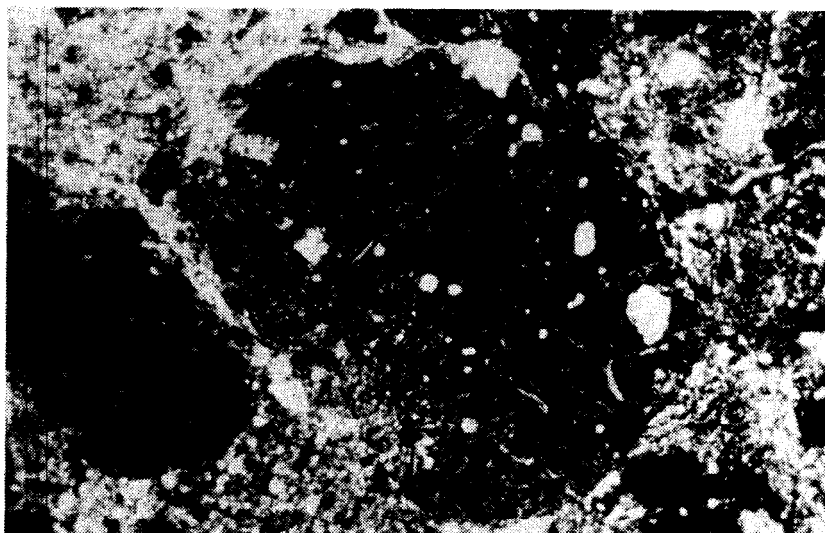


Foto 8 : Misma foto bajo luz polarizada. El stress cutan periférico delimita el islote relicto.

Photo 8 : Môme photo en lumière polarisée. Le stress cutan périphérique délimite l'flote relique.

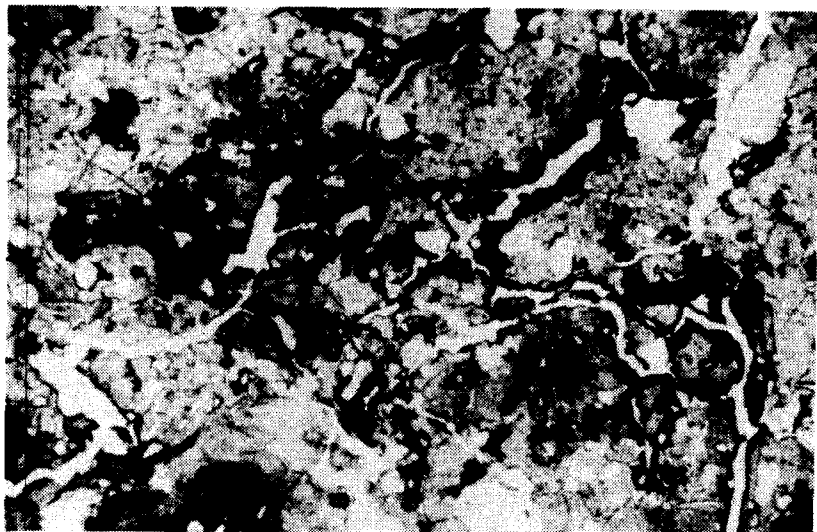


Foto 9 : Cima del horizonte h. Aparición de quasisesquans negros.
L.N.

Photo 9 : Sommet de l'horizon h. Apparition de quasisesquanes noirs.
L.N.

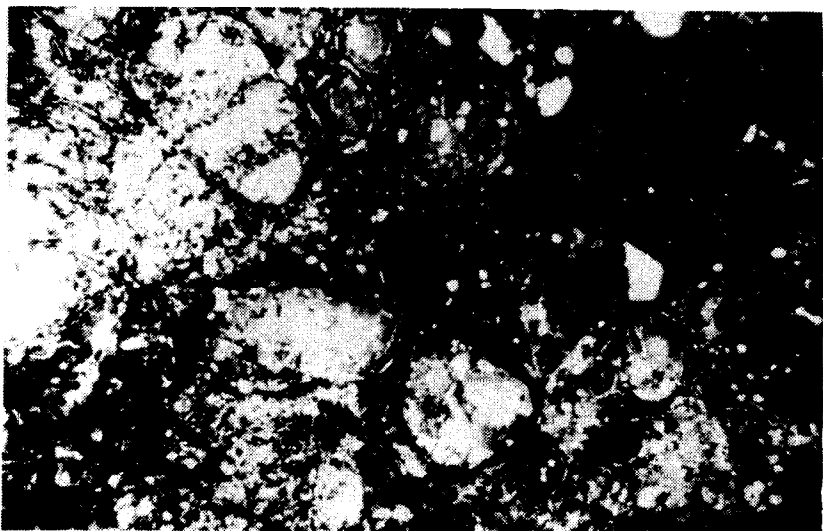


Foto 10 : Horizonte g, muy rico en impregnaciones negras. Conserva
islotos relictos del fondo matricial arriba. L.N.

Photo 10: Horizon g, très riche en imprégnations noires. Maintient
des îlots reliques de fond matriciel de l'amont. L.N.

IV - BALANCE PROVISIONAL DEL ESTUDIO DE LA DOLINA Y DE SUS APROXIMACIONES INMEDIATAS

El estudio de la organización tridimensional de la cobertura pedológica de la dolina y de sus inmediaciones nos ha permitido realizar un inventario, sin duda aún incompleto de las organizaciones de esta cobertura, ante todo por sondeo, después en los cortes y estudiar un cierto número de relaciones espaciales entre esas organizaciones.

Desde este momento, ya es posible distinguir dos secuencias evolutivas que caracterizan : una la diferenciación pedológica de la dolina, la otra la diferenciación pedológica de la llanura. Estas secuencias están esquematizadas fig. 7 y 8.

La secuencia mejor conocida es aquélla de la dolina puesto que se dispone de cuatro transectos radiales donde se repiten con variaciones próximas, la misma sucesión de horizontes. Desde el exterior hacia el interior de la dolina, se observa sin embargo una disminución de la fase roja al beneficio de una fase parda amarillenta. Después la aparición en cortes escalonados de los horizontes fuertemente marcados por la hidromorfía. El conjunto de estos horizontes se acentúa en el horizonte 1, pues se ha visto que él garantiza sin dudas fuertemente el drenaje vertical. Este horizonte 1 termina por desaparecer hacia el centro de la dolina donde es reemplazado por el almacén de un manto ligeramente cargado (al final de la estación seca). El motor de la evolución de la dolina es ciertamente la disolución de la caliza subyacente pero se constata que la evolución de la cobertura pedológica acompaña aquélla de la dolina, y allí participa por infiltración localizada y concentrada que su estructura misma favorece en el centro.

Falta mientras tanto, entre otros, a precisar el punto de partida exacto de la diferenciación relacionada con la dolina (horizontes h, h', i, i', o solamente g y d ? Ver fig. 7) así como el modo de diferenciación de h' e i' a partir de los horizontes u y u'. Toda vez que estas investigaciones serán facilitadas por un mayor conocimiento de la cobertura pedológica de la llanura.

La diferenciación lateral de la llanura es menos conocida. Se compone de dos secuencias, la primera correspondiente al pasaje del suelo rojo al suelo hidromorfo (trinchera D7) y la otra mostrando el pasaje de un suelo con el dominio de la fase roja a un suelo amarillo. Las transiciones han sido estudiadas sólo mediante sondeos con la barrena.

En lo que concierne al pasaje al suelo hidromorfo (fig. 8a) el

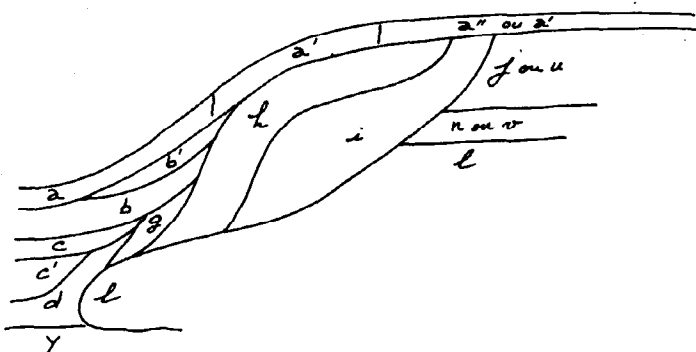


Fig. 7 : Esquema de la diferenciación de la cobertura pedológica de la dolina.

Fig. 7 : Schéma de la différenciation de la couverture pédologique de la doline.

- a : horizonte húmífero pardo amarillento con numerosas manchas rojas amarillentas a lo largo de los poros.
- i : horizonte con fondo amarillo pardusco, con volúmenes rojos.
- h : horizonte pardo amarillento en la parte superior con volúmenes rojos aumentando hacia la base de la subida, y disminuyendo hacia la parte baja.
- l : horizonte rojo con retículo gris bordeado de amarillo. Humedad diferenciada (rojo seco, gris plástico).
- g : horizonte pardo amarillento con abundantes dominios rojos.
- b' : horizonte pardo grisáceo con numerosas manchas rojas.
- b : horizonte con dominancia tanto de segregaciones rojizas aisladas en los volúmenes milimétricos grises.
- c : horizonte gris con finas manchas pardas vivas con centro rojo amarillo.
- c' : horizonte gris claro a pardo con manchas rojas a lo largo de los poros cubriendo aproximadamente la mitad de la superficie.
- d : horizonte pardo amarillo con volúmenes gris parduscos y extensos dominios negros hacia arriba, llegando a gris amarillento con volúmenes pardo amarillos y manchas amarillo rojas en la parte inferior.
- y : horizonte gris oscuro con heterogeneidad centimétrica difusa gris amarillenta a gris negruzco. Almacén del manto.

N.B. El montaje de las curvas de isodiferenciación (figura 1) muestran que el orden de aparición de los horizontes de la cobertura pedológica de la dolina varía. Nosotros hemos escogido aquí arbitrariamente un orden posible.

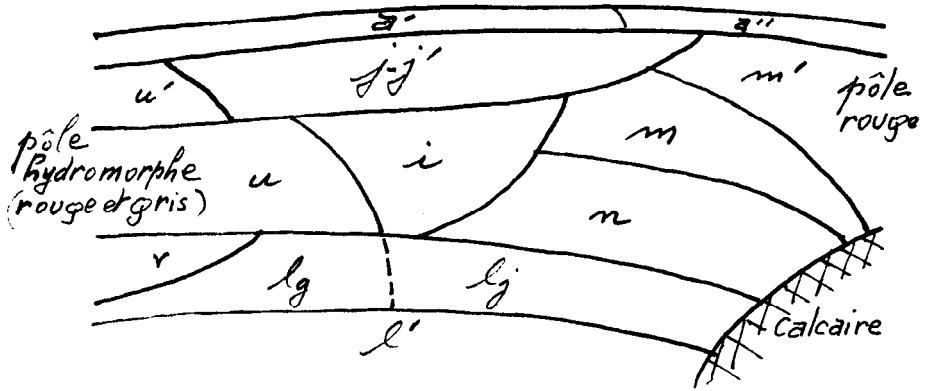


Fig. 8a : Pasaje del suelo rojo al suelo hidromorfo
 Fig. 8a : Passage d'un sol rouge à un sol hydromorphe

- a'' : horizonte cultivado homogéneo pardo oscuro (7,5 YR).
- a' : horizonte cultivado pardo amarillento oscuro (10 YR) heterogéneo (volúmenes más oscuros y más claros).
- m' : horizonte rojo con microagregados.
- m : horizonte rojo con volúmenes amarillos centimétricos poco abundantes.
- n : horizonte rojo con abundantes volúmenes amarillos.
- lj : horizonte rojo con venas amarillas bordeando caras estructurales lisas, compacto.
- lg : horizonte rojo con venas grises bordeando caras estructurales lisas, compacto.
- l' : horizonte rojo con algunas venas amarillas y grises, friable.
- i : horizonte con fondo amarillo pardusco, con volúmenes rojos.
- f-f' : horizonte con la yuxtaposición de fases rojas y pardo amarillas, la fase roja disminuyendo hasta el pola hidromorfo. Desaparece en las inmediaciones del horizonte u'.
- u : horizonte rojo con retículo gris.
- u' : horizonte pardo rojo con retículo pardo grisáceo
- v : horizonte pardo amarillo con fase negra modeada

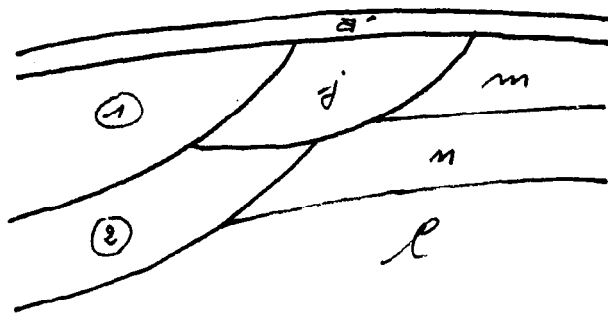


Fig. 8b : Pasaje del suelo con fase roja dominante al suelo amarillo

Fig. 8b : Passage d'un sol avec phase dominante rouge à un sol jaune

- f : horizonte pardo amarillo bastante oscuro con volúmenes rojos aumentando hacia la parte baja.
- 1 : horizonte pardo amarillo vivo con volúmenes y concreciones negros poco abundantes.
- 2 : horizonte de transición entre 1 y 1, fase roja poco abundante en la parte superior aumentando hacia la parte baja.

horizonte rojo con retículo que es leiselado al contacto del horizonte l coincide con una modificación del color del retículo de Nenas centimétricas en la estructura roja compacta. Las Nenas pasan de amarillo (lj) a gris claro (v) también es biselado. Las curvas de isodiferenciación (fig. 5) muestran que se observa antes o después del horizonte hidromorfo (u) del cual es por consiguiente independiente.

El pasaje al suelo amarillo (Fig. 8b) observado rápidamente en la bisectriz de los transects II y III a los 170 metros de la dolina muestra que el horizonte amarillo se desarrolla a partir de la superficie. Esas dos transiciones quedan por ser precisas, particularmente mediante trincheras.

V - CONCLUSIONES : INTERES DEL ANALISIS TRIDIMENSIONAL - SU UTILIZACION PARA LA EXPERIMENTACION AGRONOMICA Y LA CARTOGRAFIA

El balance provisional que acabamos de realizar muestra a la vez la importancia de esta primera etapa del estudio y su carácter incompleto. Si la misión que nosotros hemos efectuado en 1984 era necesaria para testimoniar la aproximación que nosotros proponemos en condiciones naturales cubanas, sería de manera evidente que este tipo de investigación no puede ser realizada de forma conveniente sino que con investigadores permanentes.

La próxima etapa deberá completar el estudio de terreno a partir de las sugerencias hechas en el curso de esta exposición, lo que dará lugar a la confección de nuevas láminas delgadas y a otros análisis. La que además de la organización de la escala de la unidad de modelado a aquella de la observación al microscopio óptico será suficientemente conocida, convendrá definir un programa de análisis estructurales de las escalas más finas, evidentemente surgirán de los microanálisis de igual modo que de los estudios de los constituyentes. Pero nosotros hemos de igual modo emitido la hipótesis sobre la dinámica de la cobertura pedológica, hipótesis que había que verificar en lo concerniente a un dispositivo de medida in situ situado sobre la anatomía de la cobertura pedológica. De tales estudios muy precisamente referidas en la organización de la cobertura pedológica se ha realizado en Guayana sobre los sistemas de suelos diferentes (J.M. GUEHL 1984, sobre el macizo esquitoso, P. ANDRIEUX quien nos presentará ulteriormente su estudio sobre los sedimentos marinos), teniendo a la vez la posibilidad de inter-

pretación conocida gracias a las referencias morfológicas e inversamente, la posibilidad de reubicar las organizaciones morfológicas en un funcionamiento.

Los documentos obtenidos que pueden ser enriquecidos mientras que lo permitan los medios y el tiempo disponibles, ofrecen a los investigadores que estudian los medios dependientes del suelo (agrónomos, botánicos, geógrafos...) una imagen objetiva de la cobertura pedológica sobre la cual ellos pueden referir sus observaciones, en colaboración con los pedólogos. Ellos tienen pues la posibilidad de analizar mejor la relación entre sus objetivos de estudios y la diferenciación de la cobertura pedológica, pero también su composición y su dinámica. Son los agrónomos quienes pueden valorizar mejor actualmente tales documentos. Los primeros resultados obtenidos después de 4 años en Guayana son muy entusiasmantes (BOULET et al. en preparación). En efecto, se ha podido constatar, en los casos estudiados (soja y maíz sobre un sistema de transformación de suelo ferralítico-podzol) que los límites de clases de las medidas efectuadas en los diversos estados de los aumentos de los cultivos establecidos o son sensiblemente paralelos a ciertas curvas de isodiferenciación (1). Pero se ha tomado conciencia de igual modo de la complejidad del comportamiento del vegetal cultivado en función de la diferenciación de la cobertura pedológica.

De este modo, para la soja, la repartición espacial de los resultados de la medida del coeficiente de crecimiento es muy diferente de aquél del número de vainas por pie, si bien que los rendimientos aparecen como un resultado muy complejo que es imposible de analizar globalmente. De otra parte, de un ciclo sobre el otro, las variaciones climáticas provocan las modificaciones coherentes de los resultados que es posible de interpretar. De este modo, las lluvias excesivas después de la siembra de la soja provocan una variación del coeficiente de crecimiento hacia la zona mejor drenada del sistema. De igual modo, los efectos de un tratamiento (tipo de trabajo de suelo por ejemplo) varían en función de la diferenciación de la cobertura pedológica. Se constata evidentemente de este análisis que nos aproximamos a

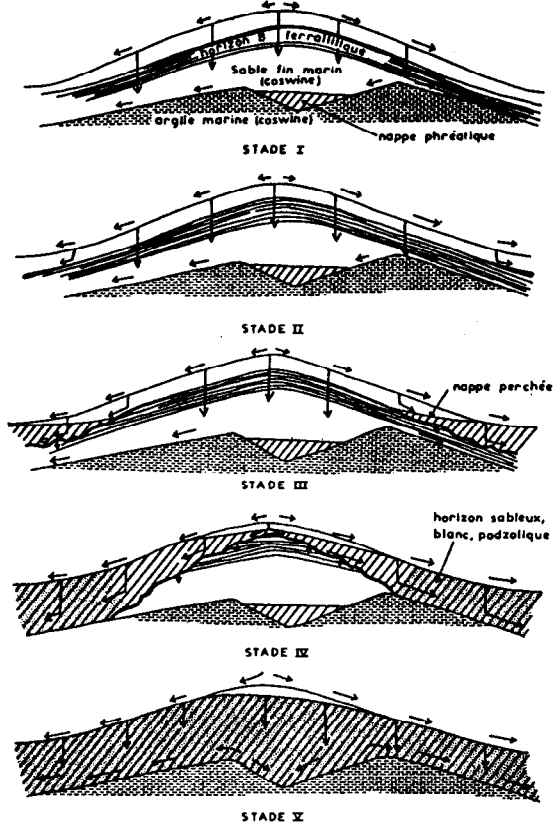
(1) Se notará que las curvas significativas no son previsibles al comienzo del estudio, lo que implica la necesidad de referenciar por las curvas de isodiferenciación todos los horizontes y caracteres que lo permitan.

los factores elementales que intervienen en la relación suelo-planta, que devienen cada vez más y más complejos. Pero uno se percata al mismo tiempo que no se puede negar esta complicación que, como lo subrayará BACHELARD, es necesario para el progreso científico.

Una cuestión fundamental siempre se plantea con respecto a las posibilidades de generalización de estos estudios tan profundos sobre lugares particulares. Para responder, lo que importa, es que se tiene una idea bien precisa de la organización de la cobertura pedológica de una unidad elemental a modelar, a repetir en la misma región los análisis tridimensionales a fin de conocer los grados de generalización del tipo de cobertura, de este modo revelado e inventariar las otras coberturas existentes. No es posible de dar aún las reglas en este aspecto, pero en la región donde esta aproximación ha sido suficientemente desarrollada (Guayana francesa y en un menor grado en la región de Manaus en Brasil), se ha constatado que, en una región dada, esta relación pone en evidencia sólo un número limitado de tipos de coberturas pedológicas, mucho menos elevadas que aquéllas de las unidades pedológicas definidas a partir de perfiles aislados o asociados (BOULET et al., 1982). De otra parte, es igualmente aparente que estas coberturas pedológicas se reagrupan naturalmente en secuencias genéticas. La figura 9 muestra un ejemplo de tales secuencias en Guayana francesa.

Una vez que la relación de las coberturas pedológicas está suficientemente avanzada para que se puedan definir cierto número de categorías genéticamente relacionadas o no, se hace posible de identificar desde luego esas categorías con la ayuda de criterios de conocimiento establecido a partir de análisis tridimensionales. Se dispone ya de un instrumento de cartografía sintética que permite extrapolar los conocimientos fundamentales y aplicarlos apoyados pues en el análisis tridimensional.

SEQUENCE I : Barre pré-littorale à sommet arrondi.
La dégradation progresse uniquement du bas vers le haut de la pente.



SEQUENCE II : Barre large et à sommet plat horizontal
la dégradation progresse à la fois du centre vers le rebord et du bas vers le haut de la pente.

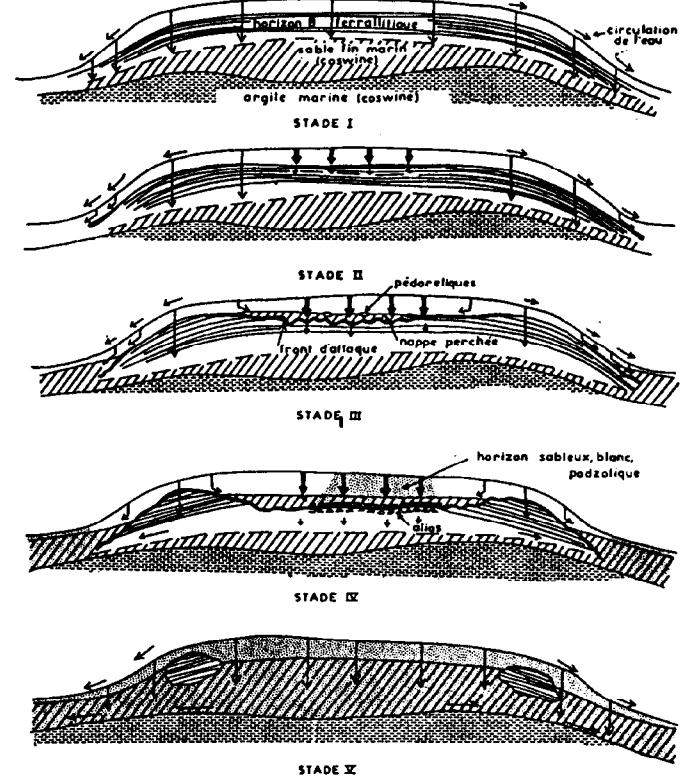


Fig. 9 : Un ejemplo de secuencia genética de cobertura pedológica : las coberturas pedológicas de las barras pre-litorales en Guayana francesa

Fig. 9 : Un exemple de séquence génétique de couvertures pédologiques : les couvertures pédologiques des barres pré-littorales en Guyane Française

BIBLIOGRAPHIE

- ANDRIEUX P., 1985 : Communication au Séminaire de La Havane.
- BOCQUIER G., 1971 : Genèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad. Interprétation biogéodynamique . Thèse sci. Strasbourg et Mém. ORSTOM, 62, 1973, 350p.
- BOULAIN J., 1979 : Pédologie appliquée. 220p. Masson Ed.
- BOULET R., 1974 : Toposéquences de sols tropicaux en Haute-Volta. Equilibre et déséquilibre pédobioclimatique. Thèse sci. Strasbourg et Mém. ORSTOM n° 85, 272p.
- BOULET R., CHAUVEL A., LUCAS Y., 1984 : Les systèmes de transformation en Pédologie. Livre jubilaire du cinquantenaire de l'A.F.E.S., p. 167-179.
- BOULET R., HUMBEL F.X., LUCAS Y., 1982 : Analyse structurale et cartographie en Pédologie III. Passage de la phase analytique à une cartographie générale synthétique. Cah. ORSTOM Sér. Pédol. Vol. XIX n°4 p. 341-351.
- BOULET R., GODON PH., LUCAS Y., WOROU S., à paraître : Analyse structurale de la couverture pédologique et expérimentation agronomique en Guyane française.
- BUOL S.W., HOLE F.D., McCRAKEN R.J., 1973 : Soils genesis and classification . The Iowa State University Press, Ames. 359p.
- BUSHNELL T.M., 1942 : Some aspects of the soil catena concept. Soil Sc. Soc. Amer. Proc. 7 pp. 466-476.
- CHAUVEL A., 1976 : Recherches sur la transformation des sols ferrallitiques dans la zone tropicale à saisons contrastées. Thèse Sc. Strasbourg et travaux et Documents de l'ORSTOM n° 62, 532p.
- DAN J., YAALON D.J., 1964 : The application of catena concept in studies of pedogenesis in mediterranean and desert fringe regions. 8 th Congr. of Soil Sc. Bucharest, V 83 p. 751-758.
- FRIDLAND V.M., 1974 : Structure of the soil mantel. Geoderma, 2, pp. 35-41.
- GREENE H., 1945 : Classification and use of tropical soil. Soil Sc. Amer. Proc. 10 pp. 392-396.
- GUEHL J.M., 1984 : Dynamique de l'eau dans le sol en forêt tropicale humide guyanaise. Influence de la couverture pédologique. Ann. Sci. For. 41 (2) PP. 195-236.

- LEPRUN J.C., 1979 : Les cuirasses ferrugineuses des pays cristallins d'Afrique Occidentale sèche. Genèse, transformation et dégradation. Thèse Sc. Strasbourg 222p.
- LUCAS Y., CHAUVEL., BOULET., RANZANI G., SCATOLINI F., 1983 : Transição "latosols-podzol" sobre a formação Barreiras na região de Manaus. Comm. XIX Congr. Bras. de Ciencia do solo. Curitiba, Brasil.
- MILNE G., 1934 : Some suggested units of classification and mapping particularly for East African soils. Soils Res. 4, 2, pp. 183-198.
- NAHON D., 1976 : Cuirasses ferrugineuses et encroûtements calcaires au Sénégal Occidental et en Mauritanie. Systèmes évolutifs, géochimie, structure, relais et coexistence. Thèse Sc. Marseille et Sc. Géol. Mém. n° 44, 232p.
- QUIEROZ NETO J.P., CASTRO S.S., FERNANDEZ BARRO O.N., MANFREDINI S., PELLERIN S., RUELLAN A., TOLEDO S.S., 1981 : Un estudo de dinamica do solo : formação de perfis com horizonte B textural. Comm. XVIII Congr. Bras. de Ciencia do solo. Salvador, Brasil.
- RUELLAN A., 1970 : Contribution à la connaissance des sols des régions méditerranéennes : Les sols à profil calcaire différencié des plaines de la Basse Moulouya (Maroc Occidental). Thèse Sc. Strasbourg et Mém. ORSTOM n° 54, 302p.
- SIMONSON R.W., 1971 : Soil association maps and proposed nomenclature. Soil Sc. Soc. Amer. Proc. 35, pp. 959-964.

LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1 : Forma de ubicación de los puntos de barrena en el estudio de un transect
- Fig. 2 : Etapas sucesivas del análisis del segmento de la parte baja del transect I
- Fig. 3 : Organización del transect I
- Fig. 4 : Organización del transect II
- Fig. 5 : Representación en corte y en planta de la cobertura pedológica de la dolina y sus inmediaciones
- Fig. 6 : Ejemplo de operaciones sucesivas para la determinación de una curva de isodiferenciación
- Fig. 7 : Esquema de la diferenciación de la cobertura pedológica de la dolina
- Fig. 8 : Esquema de la diferenciación lateral de la cobertura pedológica de la llanura
- Fig. 9 : Un ejemplo de secuencia genética de cobertura pedológicas : las coberturas pedológicas de las barras prelitorales en Guyana francesa