

PÉDOGÉNÈSE ET GÉOMORPHOLOGIE DANS LE BAS-RHÔNE-LANGUEDOC LEURS CONSÉQUENCES AGROLOGIQUES

P. RUTTEN, G. BOUTEYRE, J. VIGNERON

Service Etude des Sols de la C. N. A. R. B. R. L., Nîmes (Gard) ()*

SOMMAIRE

L'étude pédologique du périmètre irrigué du Bas-Rhône-Languedoc a permis de distinguer cinq surfaces quaternaires auxquelles correspondent des sols parfois confondus sous le nom de « sols rouges méditerranéens » dont les caractères pédologiques et agrologiques sont conditionnés à la fois par l'âge de ces surfaces et la nature des processus qui ont présidé à la mise en place des matériaux de couverture.

Un essai de corrélation est proposé situant surfaces et sols dans une chronologie du Quaternaire.

**

*« Les terres rouges ne sont pas caractéristiques d'un
« âge géologique quelconque ; cet âge est, pour chaque
« cas, compris entre celui de la surface qui les porte
« et l'époque actuelle. » (P. MARCELIN, 1947).*

Le programme d'aménagement entrepris dans la région du Bas-Rhône-Languedoc s'appuie principalement, étant données les caractéristiques du climat méditerranéen, sur la mise en place d'un réseau d'irrigation : la sécheresse, en effet, est le facteur qui limite le plus fréquemment le rendement des cultures.

Cependant, il est apparu rapidement — dès la mise en eau des premiers secteurs — que, malgré la satisfaction des besoins en eau, malgré l'application de fumures minérales classiques, et même s'il s'agissait d'espèces végétales bien adaptées à la région, le développement de certaines cultures irriguées pouvait se montrer insuffisant.

(*) La conception du présent travail a été largement orientée par les conseils de MM. G. AUBERT, J. BOULAIN, G. GAUCHER, M. DEL LLANO, P. MARCELIN, J. RAYNAL, J. TRICART, qui, au cours de visites sur le terrain, ont bien voulu nous faire bénéficier de leur expérience.

Ont collaboré aux observations et interprétations : J.-R. DESAUNETTES, Chef du Service Etude des Sols, M. ALLEMANN, H. ARNAL, J. BARRIÈRE, B. de CAZENOVE et l'ensemble des chefs d'équipes de sondage.

Une enquête systématique, par des observations répétées, révéla une étroite corrélation entre le comportement du végétal et les caractères du sol.

Les premières études des sols du périmètre irrigable avaient d'abord eu pour objet la définition de leurs caractères physiques (structure, texture, perméabilité, capacité pour l'eau) et de quelques données chimiques : calcaire et matière organique ; puis la gamme des analyses possibles a été étendue : complexe absorbant, cations échangeables, oligo-éléments dans les sols et les végétaux..., etc. — tandis que s'accroissait la masse d'observations et de résultats cultureaux.

Une synthèse devint nécessaire qui puisse définir clairement et pratiquement chaque milieu et permettre d'interpréter, de classer les données rassemblées, puis de généraliser (DESAUNETTES et VIGNERON, 1958).

Finalement, l'expérience a montré que seul le concept de type génétique de sol, que l'on peut représenter sur carte, permet de regrouper — et de dépasser — à la fois les données mesurables et les données d'observation ; il est *a priori* qui permettra de classer les informations au fur et à mesure qu'elles se présenteront.

La distribution géographique de la nature et du degré de l'évolution des sols (GÈZE, 1959) a pu être organisée autour d'un schéma géomorphologique (BOULAINÉ, 1956 — GAUCHER, 1959 — TRICART, 1952) : les sols les plus évolués sont situés sur les surfaces les plus anciennes avec une telle régularité que les rares cas aberrants coïncident avec des accidents tectoniques récents (BONNET, 1953 — LIGUS, 1954).

Le présent exposé, pour plus de clarté, sera limité aux sols qui présentent un caractère de zonalité ; il n'abordera pas les rendzines vraies, les sols hydromorphes ou halomorphes, intrazonaux.

**

Adossées à l'arrière pays montagneux, emboîtées les unes dans les autres, recouvertes d'un manteau détritique, des surfaces de même âge, aplanies ou construites, inclinées vers l'aval, peuvent être détaillées en six niveaux :

- Niveau 5 : Surface fini-Villafranchienne
- Niveau 4 : Surface supposée Günz
- Niveau 3 : Surface supposée Mindel
- Niveau 2 : Surface supposée Riss
- Niveau 1 : Surface Würm
- Niveau 0 : Surface moderne

**

Niveau 5 : Surface fini-Villafranchienne

Représentant la surface la plus élevée, le cailloutis Villafranchien (DEMANGEON, 1959 — SERVAT, 1958 — VOGT et SCHWOBTHALER, 1955) est

constitué de galets roulés et arrondis au débouché des grandes vallées, simplement émoussés sur les glaciers (TAILLEFER, 1951) ; silice et silicates y dominant : les massifs calcaires ne lui ont fourni que peu de matériel.

Ainsi, le climat sous l'influence duquel le dépôt s'est effectué peut être caractérisé comme un climat aride à précipitations massives entraînant la fourniture d'une telle charge solide aux cours d'eau, qu'ils ont remblayé leur cours inférieur, l'écoulement en nappe y devenant bientôt dominant.

Il convient de noter que la surface fini-Villafranchienne, là où elle est bien conservée, est toujours revêtue de ce manteau caillouteux qui a joué le rôle de masque protecteur contre l'érosion ; on peut estimer que seules les zones les mieux protégées ont subsisté jusqu'à nous.

La roche-mère, à cause de sa faible capacité pour l'eau et de sa composition minéralogique où domine la silice, se trouvait naturellement orientée vers une évolution podzolique, évolution qui ne peut être dite paléozonale qu'en tenant compte de la prédisposition pédogénétique particulière des matériaux grossiers siliceux.

Partout où elle est demeurée intacte, la surface Villafranchienne porte un sol très évolué qui présente, macroscopiquement, le profil d'un podzol (RUTTEN et VIGNERON, 1959).

Surface caillouteuse — nombreux galets cassés.

0 - 25 cm : Horizon gris ou gris beige.

Matrice fine sablo-limoneuse peu abondante dans un cailloutis à galets et graviers cassés et corrodés.

pH 6,0.

25 - 75 cm : Horizon beige.

Matrice fine sableuse très peu abondante, dans un cailloutis à galets et graviers cassés ; ensemble lacunaire à très forte porosité.

Sans cohésion.

pH 5,8.

75 - 85 cm : Horizon blanchâtre.

Matrice fine abondante, sablo-limoneuse comblant les vides entre galets.

pH 5,8.

85 - 250 cm et plus : Horizon bicolore rouge bariolé de gris clair (plus rouge au sommet et à la base) ; caillouteux. Matrice fine plus abondante, argileuse. Cohésion très forte : galets altérés et cassés.

pH 5,5.

Ce dernier horizon s'observe parfois jusqu'à 3 m à 3,50 m (ou plus dans les carrières de la région). Il repose sur la roche-mère en place.

Des intercalations de sable grossier dépourvu de galets témoignent de l'absence de remaniement du Cailloutis Villafranchien depuis sa mise en place.

Le calcaire et les roches silicatées présentes dans la roche-mère (cailloutis à matrice sableuse) ont entièrement disparu. L'horizon éluvial atteint 50 cm à 1 m d'épaisseur. L'horizon d'accumulation est constitué par une argile paraissant provenir concurremment et de la migration à partir de l'horizon éluvial et de la libération sur place des produits de l'hydrolyse des minéraux silicatés.

Dans le cas, fréquent, où l'épaisseur de la couverture détritique est faible, on observe un aménagement du profil qui dépend de la nature pétrographique du matériau. Par exemple, l'horizon éluvial se confine dans le matériau détritique, l'argile et le fer s'accumulent dans le matériau plus fin sous-jacent (des formations d'aliôs ont été observées en bordure du plateau de Vendres où le détritique grossier repose directement sur une marne peu perméable de l'Helvétien).

A travers ses différents « faciès », ce type de sol présente, comme sa roche-mère, une grande unité et il s'oppose aux autres sols de la région.

Sa stricte localisation sur la surface Villafranchienne, son évolution « achevée », et la nature, inactuelle en climat méditerranéen, de cette évolution suffiraient à lui accorder une ancienneté considérable.

Un argument plus direct peut être tiré des coupes observables sur de larges surfaces en Costière où le profil apparaît enfoui sous un matériau d'origine loessique, lui-même très évolué selon une pédogénèse elle aussi inactuelle. Rien ne distingue macroscopiquement ces profils enfouis de ceux qui ont subsisté à l'air libre ; il faut donc admettre que leur pédogénèse était déjà achevée au quaternaire moyen avant le dépôt du loess.

Ces podzols qui seront désignés sous le nom de paléopodzols post-Villafranchiens constituent, associés avec la surface fini-Villafranchienne, un excellent niveau repère dans l'ensemble du Bas-Languedoc.

**

A l'unité de la surface fini-Villafranchienne, et à son caractère régional, s'opposent la diversité et l'origine locale des constituants des surfaces plus récentes où la pédogénèse s'est exercée moins longtemps et n'a pu avoir la même influence unificatrice sur des matériaux d'ailleurs plus divers, dépendant de la nature pétrographique de chacun des bassins d'alimentation.

Toutefois, bien apparents et individualisés dans les vallées en relation avec l'arrière-pays, et de composition minéralogique relativement homogène les vestiges des terrasses fluviatiles qui s'échelonnent du haut des versants au fond de la vallée constituent un cadre dans lequel peuvent s'ordonner les faciès plus divers des glacis locaux.

Regroupements et distinctions ne peuvent se faire qu'en faisant appel à un grand nombre de critères : puissance des formations, morphologie du relief, nature pétrographique et caractères macroscopiques des matériaux, profil pédologique.

Les irremplaçables repères qu'ont pu fournir ailleurs les industries lithiques faisant jusqu'à présent défaut, le schéma qui n'a d'autre

ambition que de rendre compte des données actuellement recueillies, présente inévitablement un sérieux degré d'incertitude. Il est toutefois possible de distinguer quatre niveaux.

**

Niveau 4 : supposé Günz.

Une terrasse haute, immédiatement inférieure au pédiment fini-Villafranchien porte les mêmes sols dits « rouges méditerranéens lessivés » (BORDAS et al., 1949 — MONTARLOT, 1952 — CABOUAT et MARCELIN, 1954 — DUCHAUFOR, 1960) que les glacis qui prennent naissance à partir de cette même surface.

Le profil, où dominent les éléments grossiers siliceux, est profondément décarbonaté, les silicates y sont hydrolysés et la matrice fine fortement rubéfiée (couleur dite sang de bœuf) (MARCELIN, 1947).

0 - 20 cm : Horizon gris caillouteux.

Matrice fine, abondante, limono-sableuse à sable fin, représentant 50 % de la masse. Cohésion moyenne.
pH 6,5.

20 - 45 cm : Horizon rougeâtre, caillouteux.

Matrice fine, abondante, limono-sableuse à sable fin.
pH 6,5.

45 - 150 cm et plus : Horizon rouge intense (rouge sang de bœuf), caillouteux.

Matrice fine, moins abondante (25 % de la masse), limono-argileuse, formant un remplissage assez dense laissant toutefois quelques lacunes au contact des galets.

En dessous de la couche cultivée, les galets sont souvent disposés selon des figures de cryoturbation (redressement des galets à la verticale, volutes...) qui y manifestent une grande ampleur, et affectent souvent une épaisseur excédant 2 mètres.

Là où la zone d'alimentation est constitué par des massifs calcaires, les glacis locaux sont représentés par de puissantes coulées de blocailles solifluées alternant avec — ou passant latéralement à — des grèzes litées graveleuses témoignant d'une extrême intensité des phénomènes de gélifraction (MARCELIN, 1947).

Il faut dans ces glacis voir les témoins de la période froide qui aurait le plus sévèrement affecté le Bas-Languedoc, celle qui a présenté la plus longue durée compte tenu des épisodes climatiques que suggèrent la diversité des faciès et la présence de dépôts loessiques distincts (COURRIERE et MARCELIN, 1928), antérieurs et postérieurs aux grandes cryoturbations.

C'est souvent au détriment de ces glacis qu'ont été alimentés les dépôts ultérieurs auxquels ils ont fourni des matériaux déjà débités.

Certaines zones déprimées du glacis, au débouché des grands effluents Karstiques (CORBEL, 1957), ont été comblées par des tufs à

empreintes de végétaux (MARCELIN, 1954) (tufs altérés par une recristallisation qui atteste leur ancienneté) ; ainsi protégées, elles sont souvent isolées sous forme de buttes-témoins.

A l'aval de ces tufs, ou latéralement, s'observent des amas calcaires amorphes, eux-mêmes profondément cryoturés. Les glacis bien conservés sont parsemés d'amas semblables qui en sont un des traits caractéristiques et paraissent correspondre à des points bas.

Glacis ou terrasses se retrouvent à l'Ouest de la Vallée de l'Hérault, fossilisés par des dépôts volcaniques sous lesquels se reconnaissent les sols caractéristiques.

Cette disposition stratigraphique, l'abondance des amas calcaires et leur organisation, autorisent un parallèle entre ces formations et le Salétien du Maroc, dont on admet aujourd'hui la simultanéité avec la glaciation Günz (CHOUBERT et al., 1956 — GIGOUT, RAYNAL, 1959).

Notons enfin que ces formations sont souvent basculées ou dénivelées par les grands réseaux de failles (BONNET, 1953 — VOGT et SCHWOBTHALER, 1955), dont le jeu a souvent pu, ici et là, en faciliter la conservation en déplaçant le réseau hydrographique.

**

Niveau 3, supposé Mindel

L'Amirien, qui a été mis en corrélation avec le Mindel (CHOUBERT et al., 1956 — GIGOUT, RAYNAL, 1959), serait représenté en Bas-Languedoc par le glaciaire de Maugio.

A cette formation, originale par son ampleur correspondent des témoins très localisés, dispersés à travers tout le Languedoc.

Le glaciaire de Maugio s'étend de la Garrigue au voisinage des étangs sur une profondeur de cinq à six kilomètres et sur une longueur d'une trentaine de kilomètres du Rhône à la Mosson.

Un épais dépôt limoneux arraché aux dépôts tertiaires du Haut-Lunellois y recouvre des matériaux bruts pliocènes.

Profil de la Tour de la Pierre Blanche.

0 - 40 cm : Horizon châtain rouge, limoneux.

Quelques petites concrétions calcaires, réaction à l'acide chlorhydrique localisée.

40 - 80 cm : Horizon complexe châtain et jaunâtre ; la fraction châtain, limoneuse ou limono-argileuse non ou très peu calcaire, domine vers le sommet de l'horizon ; la fraction jaunâtre limoneuse calcaire est plus abondante vers la base où s'amorce un dessin vertical.

80 - 120 cm : Horizon jaunâtre, limoneux, très calcaire, cohérent, feuilletage horizontal peu apparent, parcouru de nombreuses galeries verticales, de 2 à 4 cm de diamètre remplies de terre châtain à structure polyédrique, peu ou pas calcaire.

- 120 - 140 cm : Encroûtement calcaire blanc jaunâtre, limoneux, cohérent à structure feuilletée ou étirée horizontalement — parcouru de galeries verticales, obliques et horizontales de 3 à 6 cm de diamètre, comblées de « terre » châtain foncé, à structure polyédrique ou grumeleuse. Les galeries horizontales dominant à la base de cet horizon.
- 140 - 150 cm : Croûte calcaire dure, traversée par de rares galeries châtaines.
- 150 cm : La croûte calcaire se poursuit pendant quelques décimètres dans le cailloutis sous-jacent non calcaire à matrice sableuse.

Ainsi, le sol comporte un horizon décarbonaté surmontant un niveau d'accumulation calcaire où se reconnaît un dense réseau de galeries fossiles comblées avec de la terre des horizons supérieurs et dont les dimensions correspondraient au travail des spermophiles (JOFFE, 1949).

Ce réseau recoupe, jusqu'à plus d'un mètre de profondeur, une fine structure lamellaire irrégulière où l'on peut voir l'action du gel.

Ce profil, caractéristique des sols steppiques à crotovinas (KUBIENA, 1953) n'a pu se développer que sous l'influence d'une faune depuis longtemps disparue.

Il s'observe d'ailleurs, soit fossilisé sous d'épais dépôts d'alluvions, ou d'éclats gelivés et soliflués, soit engorgé par l'eau de la nappe, situations aujourd'hui incompatibles avec la vie d'animaux fouisseurs.

Comme il n'a été observé dans aucun des dépôts postérieurs il paraît justifié d'en faire un critère de datation.

Il est vraisemblable qu'une étude plus détaillée de la région permettra de rapprocher cette surface de terrasses alluviales dont les vestiges auraient échappé.

**

Niveau 2, supposé Riss

Distribuée beaucoup plus largement, dominée par le Villafranchien et le niveau 4, disséquée par l'érosion, mais sans trace de dislocation sur les grands axes tectoniques, cette surface se distingue par des caractères très réguliers qui en font un excellent repère.

Des terrasses, très individualisées occupent fréquemment la plus grande partie du fond des vallées et dominant, souvent sans intermédiaire, le lit majeur des cours d'eau actuels.

Latéralement, s'étendent des glacis locaux couverts d'un manteau détritique où sont largement représentées les roches sous-jacentes.

Il s'agit de surfaces d'aplanissement où les phénomènes d'érosion ont été prépondérants, ainsi qu'en témoignent les buttes en forme d'inselberg dominant le glacis qui s'étend à l'Ouest de Capetang (RUTTEN, 1959).

Le matériel est en général riche en éléments grossiers, la matrice fine pouvant dominer parfois, çà et là.

GRANDES DIVISIONS DU QUATERNAIRE DANS LE BAS-LANGUEDOC

Niveaux	Morphogénèse	Pédogénèse
Fin tertiaire.		
5	Glacis régional s'appuyant à l'arrière-pays montagneux et alimenté par lui en roches silicatées et siliceuses. Alluvions grossières au débouché des grandes vallées. Transfert des matériaux sur de grandes distances. Climat semi-aride à précipitations brutales. Pas de gélifraction des calcaires.	
	Érosion linéaire s'accéléralant vers la fin au fur et à mesure de la constitution de l'accumulation argileuse imperméable sur les interfluves.	Podzolisation intense, niveaux éluviaux grossiers siliceux (gess caveran...) surmontant un horizon argileux d'accumulation et d'hydrolyse sur place.
4	Remblaiement des fonds de vallées et constitution de glacis adossés à la surface Villafranchienne ou aux reliefs locaux et constitués de matériaux d'origine proche. Terrasses. Gélifraction intense, grèze litée et coulées de blocailles au pied des massifs calcaires, épisodes loessiques répétés - cryoturbation profonde - dépôts calcaires massifs profondément cryoturvés et tufs d'origine hydrogéologique.	
	Érosion linéaire peu active. Paroxysme tectonique et volcanisme; laves et cendres fossilisant des zones déprimées du glacis Günz et, près de la mer, des alluvions brutes.	Décarbonatation. Hydrolyse et rubéfaction profondes. Sols lessivés à accumulation argileuse rouge.
3	Glacis limoneux locaux. Dépôts de loess. Peu de gélifraction.	
	Érosion linéaire. Déblaiement des vallées en liaison avec l'arrière-pays.	Décarbonatation. Accumulation du calcaire en encroûtement ou concrétions. Hydrolyse des silicates. Sols steppiques (châtains ?) à crotovinas.
2	Gélifraction. Solifluxion. Construction de glacis en pente faible. Grandes terrasses. Isolement d'inselbergs. Loess dans et au voisinage de la vallée du Rhône. Sédimentation fluviale peu striée.	
	Érosion linéaire. Dissection des glacis.	Migration du calcaire dans le profil, allant parfois jusqu'à la décarbonatation d'un horizon supérieur. Accumulation sous forme d'encroûtement - peu puissant surmonté d'une croûte zonaire. Sols à croûte zonaire.
1	Gélifraction. Solifluxion. Dépôt loessique (?). Terrasse. Cônes d'épandage. Colluvions.	
0	Érosion linéaire ou alluvionnement.	Sols marrons bruns, bruns calcaires. Parfois ébauche de croûte.

* Essais de corrélation avec le quaternaire du Maroc (sur les indications de J. RAYNAL).

** Nous n'avons fait que reprendre des estimations moyennes généralement admises.

Stations types	Maroc *	Correspondance avec les glaciations	Chronologie **
— 800.000			
Plateau de Vendres, garrigues de Béziers (La Caumette). Costière du Gard. Sommet de nombreuses buttes témoins (La Gauthine, Rouvignac, Gramont, Pérols). Témoins perchés sur les massifs calcaires (Le Fougeras près de Dions).	Moulouyen (Fini-Villafranchien). Pluvial ancien.	Donau.	— 600.000
	Interpluvial.	Interglaciaire.	
— 450.000			
Terrasse haute de l'Orb (Cazouls, 58 m). Grèze et tuf de Saint-Hilaire, Lédenon, Courbessac. Glacis au nord-ouest de Saint-Gilles. Gress de Beaucaire - Carrière de Frontignan. Grèzes et coulées de blocailles : — souvent très consolidées : sistre; — à matrice rouge argileuse à l'aval des Massifs Karstiques.	Saletien 1 ^{er} pluvial.	Günz.	— 350.000
	Interpluvial.	Interglaciaire.	
— 300.000			
Rive droite de la vallée de l'Hérault (Saint-Thibery - Valros). Coulées basaltiques au nord de Béziers fossilisant le glacis d'érosion qui arase les argilolites du Permien à l'ouest de Clermont-l'Hérault.	Amirien 2 ^e pluvial.	Mindel.	— 250.000
	Grand interpluvial.	Grand interglaciaire.	
— 180.000			
Glacis disséqué de Capestang. Deuxième terrasse de l'Hérault (entre la route de Pézenas à Clermont-l'Hérault et le lit majeur actuel).	Tensiftien 3 ^e pluvial	Riss.	— 80.000
	Interpluvial.	Interglaciaire.	
— 35.000			
Première terrasse de l'Orb (Stade de Maraussan).	Rharbien 4 ^e pluvial.	Würm.	— 10.000
Dépôt brun à éclats et graviers à Cyclostoma sp ravinant le Günz (Frontignan). Sols marrons de certaines pentes des environs de Marseillan.			

La composition minéralogique reflète celle des bassins versants : les calcaires sont largement représentés, mais il faut interpréter prudemment leur présence qui peut fort bien provenir de remaniements de matériaux déjà débités au Günz.

Glacis d'Ouveillan — Capestang.

0 - 55 cm : Horizon beige rougeâtre, incomplètement décarbonaté.

Sable fin limoneux, 30 à 35 % d'éléments grossiers calcaires et siliceux (ces derniers empruntés au fini-Villafranchien).

55 - 120 cm : Encroûtement débutant par une croûte zonaire de 8 à 10 cm dure, compacte.

50 % d'éléments grossiers en majorité calcaires.

120 cm : Marne sableuse Helvétique à amas de calcaire farineux.

Cà et là, à la faveur d'un pourcentage localement plus élevé en éléments grossiers ou d'une moindre proportion de calcaire dans le dépôt, un horizon supérieur décarbonaté peut apparaître, présentant une matrice fine franchement rubéfiée.

Un élément de datation peut être trouvé au hameau de Montels, près de Capestang, où la surface du glacis domine l'étang ; au talus qui tranche le profil est adossé un rivage marin dont la faune a été étudiée par J. MIQUEL (GALTIER, 1958) et attribuée au Monastirien (DENIZOT, 1930 - 1951) ; la formation des sols à croûte (AUBERT, 1947 — DURAND, 1957 - 1959), et, à fortiori, la mise en place du matériau lui sont donc antérieures...

Ici encore le parallèle s'impose avec la chronologie quaternaire marocaine (CHUBERT et al., 1956 — GIGOUT et RAYNAL, 1959) la similitude étant cette fois évidente entre cette formation et le Tensiftien que l'on s'accorde généralement à reconnaître comme contemporain de la glaciation Riss.

Il faut en rapprocher certaines des formations solifluées décrites par P. MARCELIN (1947) qui, franchement dominées par les glacis Günz, s'adossent au pied des massifs calcaires et s'étalent au débouché des vallons. Les loess de plus en plus abondants au fur et à mesure que l'on s'approche de la Vallée du Rhône (COURRIERE et MARCELIN, 1928) y alternent avec les nappes d'éclats calcaires (parfois de grèzes) (CAILLEUX et TAYLOR, 1954).

**

Niveau 1, supposé Würm

Le niveau des formations attribuées au Riss domine de peu les formations actuelles : alluvions des lits moyens, colluvions de pentes liées ou non à l'érosion anthropique. Ce fait conduit à n'accorder, à la glaciation Würm qu'un rôle mineur dans la construction du paysage (RAYNAL, 1960) :

— matériaux gélivés soliflués, cryoturbés, effluents de reliefs locaux comblant partiellement les entailles dans les glacis antérieurs ;

— terrasses basses où divague le chenal d'étiage. Les éléments grossiers n'y sont pas altérés ; la matrice fine n'est pas hydrolysée, à peine y observe-t-on une légère migration du calcaire avec parfois ébauche de croûte à une profondeur de 40 à 50 cm ; pas de rubéfaction, la coloration actuelle étant due au matériau d'origine, parfois emprunté à des formations anciennes rubéfiées.

Ces terrasses sont souvent recouvertes par des alluvions modernes dans le cours inférieur des rivières.

La puissance destructrice du Würm n'a guère été plus importante que sa puissance constructive. Elle a surtout touché des matériaux meubles et fins, lorsque la pente motrice était suffisante.

Ainsi, les limons pliocènes, les marnes de l'Helvétien, en l'absence d'une couverture détritique grossière ont été remodelés à cette époque : ils présentent actuellement un relief de croupes séparés par des vallons arrondis qu'entaille le réseau hydrographique actuel.

Depuis le Würm, le climat a été favorable à l'installation et au maintien d'une couverture végétale suffisamment continue pour protéger efficacement les interfluves contre l'érosion. La stabilité du relief a permis le développement de sols bruns à partir des matériaux silicatés, de sols bruns calcaires à partir des matériaux calcaires. L'altération de la roche-mère n'est pas suffisante pour masquer ses caractères originaux.

Cette première étape dans la pédogénèse que représente la constitution d'un sol brun (ou brun calcaire) est plus ou moins réalisée selon l'inertie physique ou chimique des matériaux.

Notons que limons pliocènes et marnes sableuses de l'Helvétien, rajeunis et ameublés pendant le Würm, sans passé pédogénétique, portent des sols analogues à ceux qui ont été décrits dans les plaines du Chélif (BOULAINÉ, 1957-1959 — GUERASSIMOV, 1954-1956), sous le nom de sols marrons.

**

Niveau 0 : moderne

Une nouvelle et dernière crise de morphogénèse a été déclenchée par l'homme ; elle a atteint son paroxysme à la suite des grands défrichements consécutifs à l'expansion démographique qui a débuté dès l'aube des temps historiques en pays méditerranéens.

Le colluvionnement a entraîné les éléments fins qui se sont amassés sur les replats ou en bas des versants, laissant sur les pentes un masque d'éléments grossiers, éclats calcaires ou galets (BARRIERE, 1960). Par ce même processus, mais sur une plus vaste échelle, se sont mises en place les alluvions fines qui recouvrent ou constituent des basses plaines souvent gagnées sur les lagunes (TERMIER, 1962).

Les sols développés sur ces matériaux ne présentent pas de profil évolué : la ségrégation du calcaire se limite à un pseudomycélium. Les mouvements d'oxydes métalliques sont peu apparents, même en milieu silicaté.

Le tableau I propose un essai de chronologie et de corrélation des faits décrits ci-dessus dans le cadre des grandes divisions du Quaternaire (CHOUBERT et al., 1956 — GIGOUT et RAYNAL, 1959).

Il apparaît, paradoxalement, que les régions méditerranéennes où s'exerce aujourd'hui une érosion active, ont pu conserver de larges témoins des surfaces et des sols représentant l'ensemble du quaternaire (GAUCHER, 1947 - 1960 — GÈZE, 1947 - 1949).

Cette particularité les distingue des régions plus septentrionales, où le modelé actuel résulte surtout de la morphogénèse Würmienne et où peut s'appliquer une conception actualiste de la zonalité.

Le présent essai a permis d'associer à des surfaces étagées des sols se différenciant à la fois par la nature et le degré de leur évolution : aux surfaces les plus anciennes correspondent les altérations les plus fortes (MAIGNIEN, 1960), l'essentiel du profil ayant été déterminé dès l'origine par la pédogénèse appliquée au matériau pendant la période biostasique (ERHART, 1956) qui succéda à sa mise en place.

Concurremment, l'évolution des matériaux a été orientée par des caractères étroitement liés aux conditions climatiques qui ont présidé au dépôt.

Par exemple, les dépôts cryoclastiques riches en calcaire grossier ont, dès le départ, opposé une grande inertie à la décarbonatation ; puis, les matrices fines ayant été décarbonatées, le calcium lentement libéré par les éclats a assuré — et assure encore, même dans les glaciais Günz — un palier dans l'évolution en maintenant la saturation du complexe.

Exemple opposé : les cailloutis fini-Villafranchiens, constitués en majeure partie de galets et graviers siliceux, n'ont pu qu'évoluer rapidement et irréversiblement.

Si en effet le nécessaire et fertile concept de zonalité ne peut s'appliquer qu'en tenant compte de la nature, en quelque sorte de la vocation, de la roche-mère, son application aux paléosols doit comporter les mêmes réserves (GÈZE, 1949).

**

Dans les profils décrits ou mentionnés ci-dessus figurent des horizons de couleur rouge :

— accumulation argileuse de paléopodzol ;

— horizon ou matrice décarbonatée de couleur rouge, châtain, ou légèrement rubéfiée des surfaces Günz, Mindel et Riss.

Les sols évolués sous le climat actuel ne présentent pas cette couleur (MARCELIN, 1942 — GÈZE, 1959), sauf dans quelques cas particuliers où ce caractère appartient à la roche-mère : alluvions de la Quarante, alluvions de l'Hérault, argilites permienes ou calcaire marneux Danién-Rognacien en place, alluvions alimentées par des paléosols (MONTARLOT, 1952).

Ces roches-mères, profils et horizons sont les « sols rouges méditerranéens ». Cette dénomination qui traduit bien l'extension des matériaux rouges dans les pays circum méditerranéens, ne rend pas

TABLEAU II
 CARACTÈRES AGROLOGIQUES DES PALÉOSOLS DU BAS-LANGUEDOC

Niveaux	Sol associé	Caractères physiques	Réaction	Déficiency D; Accumulation relative A; Toxicity T*											
				Carbo-nates	Mg	K	P	S	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo	B	
5 Fini-Villa-franchien	Paléopodzols à accumulation argileuse rouge ou bariolée.	Très faible capacité d'échange. Très faible capacité pour l'eau. Présence d'un niveau profond compact et imperméable. Table d'eau perchée.	Acide. Faible pouvoir tampon. Danger de surchauffage.	D	D**g	D*g	D**g	?			D ? DIh	D ?	T**h D ?	D**g	D**g
4 (Günz ?)	Sols lessivés, parfois podzoliques à accumulation argileuse rouge.	Horizons profonds compacts. Amas calcaires localisés impénétrables aux racines.	Acide.	D Al	DI		D**g	?	AG	A TIh			T** Ih D ?	D**g	D**g
3 (Mindel ?)	Sols paléosteppiques châ-tains.	Profondément exploitées par les racines (galeries fossiles).	Neutre ou calcaire.	A	DIh	DI	DI		Al				TIh	DI	DIh
2 (Riss)	Sols à croûte zonaire légèrement rubéfiés.	Profondeur limitée par la croûte calcaire.	Neutre ou calcaire.	A	DIh	DI	DI		Al				TIh	DI	DIh
1 (Wurm)	Marrons. Bruns. Bruns calcaires.	Profonds. Bien exploités par les racines.	Neutres ou calcaires.	Dépendent de la nature de la roche-mère, par exemple : déficiency en Mg sur marnes du Chattien.											
Dépôts actuels	Bruns. Bruns calcaires peu évolués.														

- ? : observation non nettement établie.
 g : générale.
 l : locale.
 h : influence anthropique (précédent cultural).
 * : grave.
 ** : très grave.

compte de l'inactualité et de la diversité des processus qui ont abouti à la rubéfaction (GUENNELON, 1960 — PUJOS, 1955) ; elle s'inscrit dans une tentative de classification étroitement actualiste qui doit être élargie aux dimensions historiques pour faire place aux sols hérités de conditions climatiques aujourd'hui révolues.

**

Dans cet héritage se trouvent juxtaposés divers stades de dégradation dont chacun constitue un milieu particulier (GÈZE, 1947) : dans les conditions naturelles la population végétale se spécialise d'autant plus étroitement que le stock de matériel hydrolysable est davantage amenuisé, ou que se sont accumulées les accumulations ou concentrations relatives. L'exploitation extensive tire parti de ces conditions naturelles en limitant les cultures à des espèces adaptées.

Au contraire, dans un système intensif, l'effort de l'agriculteur vise à transformer le milieu pour adapter les cultures aux conditions du marché. Cette entreprise ne va pas sans aléas, car elle ne peut s'appuyer sur l'empirisme traditionnel. Elle se heurte à des facteurs limitants d'autant plus nombreux que les sols se situent sur des surfaces plus anciennes.

Le tableau II résume les observations d'ordre agronomique rassemblées à ce jour dans le périmètre du Bas-Rhône-Languedoc, en les plaçant dans leur cadre géomorphologique et pédogénétique... Il illustre la conclusion donnée par B. GEZE à une note communiquée dès 1947 à la conférence de Pédologie Méditerranéenne d'Alger-Montpellier :

« Des types de sols, considérés comme caractéristiques de climats
« actuels (latérites équatoriales, sols rouges méditerranéens), ne
« sont en réalité que des paléosols et ce sont d'autres types qui
« correspondent à la tendance évolutive actuelle. L'agriculteur
« doit tenir compte des uns et des autres, aussi bien dans ses façons
« culturales que dans l'emploi des engrais ou même sans doute
« dans le choix de son mode d'exploitation ».

BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT G. — Cours de pédologie générale professé à l'I.D.E.R.T., ORSTOM.
AUBERT G. (1947). — Les sols à croûte calcaire. Conf. Péd. Méditerranéenne, Alger-Montpellier, 330-331.
BARRIÈRE J. (1960). — Quelques exemples d'érosion anthropique dans la région de Capetang (Hérault). CNARBRIL, Etude des Sols, Nîmes.
BONNET A. (1953). — Tectonique Post-Villafranchienne du Languedoc Méditerranéen. Tirage à part des Actes du IV^e Congrès de l'Assoc. Int. pour l'Etude du Quaternaire, Rome, Pise.
BORDAS J., KUHNHOLTZ-LORDAT G., LONG J., MARCELIN P., MARRÉS P. et NEGRE P. (1949). — Contribution à la mise en valeur de la Costière du Gard (Etude du milieu). Coll. de la Région-Pilote du Bas-Rhône n° 2.
BOULAINÉ J. (1956). — Remarques sur l'utilisation réciproque des méthodes de la Géomorphologie, de la Géologie et de la Pédologie. VI^e Congrès Int. de la Science du Sol E, V, Paris, 129-134.
BOULAINÉ J. (1957). — Etude des sols de la plaine du Chelif. Thèse, Alger.

PEDOGENESE ET GEOMORPHOLOGIE

- BOULAINE J. (1959). — Sols marrons jeunes et sols tirsifiés jeunes. Bull. de l'A.F.E.S., 2, 52-57.
- CABOUAT, MARCELIN P. (1954). — Sur la formation et l'âge de quelques terres rouges de la région nîmoise. Bull. Soc. Languedocienne de Géog., XXV, 2, Montpellier.
- CAILLEUX A., TRICART J. (1958). — Introduction à la géomorphologie climatique. CDU, Paris.
- CAILLEUX A., TRICART (1961). — Cours de géomorphologie : le modelé Périglaciaire. CDU, Paris.
- CAILLEUX A., TAYLOR G. (1954). — Cryopédologie : Etude des sols gelés. Hermann, Paris.
- CHOUBERT G., JOLY F., GIGOUT M., MARION J., MORGAT J., RAYNAL R. (1956). — Essai de classification du Quaternaire continental du Maroc. C.R. Ac. Sc. 243, 504-506.
- CORBEL J. (1957). — Les Karsts du Nord-Ouest de l'Europe et de quelques régions de comparaison. Revue de Géog. de Lyon.
- COURRIÈRE J., MARCELIN P. (1928-1929). — Sur la présence de loess en Costière. Bull. Société d'Etude des Sciences Naturelles de Nîmes.
- DENANGEON P. (1959). — Contribution à l'étude de la sédimentation détritique dans le Bas-Languedoc pendant l'ère tertiaire : Naturalia Monspeliansa, Série Géologie, 5.
- DENZOT G. (1951). — Les anciens rivages de la Méditerranée Française. Bull. de l'Inst. Océanographique, 992, Monaco.
- DENZOT G. (1930). — Observations sur le Quaternaire Moyen de la Méditerranée Occidentale et sur la signification du terme Monastirien. Bull. Soc. Géol. France, 5, 5, 559-571.
- DERRUAU M. (1960). — Précis de géomorphologie. Masson.
- DESAUNETTES J.-R., VIGNERON J. (1958). — Etude pédologique au 1/50 000 de la Costière du Gard et de la Vistrenque. Ann. Agr., 6, 749-789.
- DURAND J.-H. (1957). — Les croûtes calcaires s.l. d'Afrique du Nord étudiées à la lumière de la Bio-Rhexistasie. Pub. de la D.H.E.R., Alger.
- DURAND J.-H. (1959). — Les sols rouges et les croûtes en Algérie. Pub. de la D.H.E.R., Alger.
- DUCHAUFOUR Ph. (1960). — Précis de Pédologie. Masson.
- ERHART H. (1956). — La genèse des sols en tant que phénomène géologique. Masson, Paris.
- GALTIER G. (1958). — La côte sableuse du Golfe du Lion. Bull. de la Société Languedocienne de Géographie, 2, XXIX, 2 et 3.
- GAUCHER G. (1947). — Sur l'âge des sols rouges Nord-Africains. Conf. de Pédologie Méditerranéenne, Alger, Montpellier, 373-376.
- GAUCHER G. (1959). — Les conditions géologiques de la Pédogénèse Nord-Africaine. Bull. de l'A.F.E.S., 12, 564-576.
- GAUCHER G. (1960). — Idem. (suite). 2, 48-66.
- GEZE B. (1947). — Paléosols et sols dus à l'évolution actuelle (leur importance relative en pédologie théorique et appliquée). Conf. de Péd. Méditerranéenne, Alger-Montpellier, 140-156.
- GEZE B. (1949). — Méthode d'étude de la zonalité pédologique par la paléopédologie. C.R. Acad. Sci., 228, 333.
- GEZE B. (1959). — La Notion d'Age du Sol, son application à quelques exemples régionaux. Ann. Agr., 3, 237-255.
- GIGOUT M., RAYNAL R. (1959). — Retouche à la corrélation des phénomènes marins et continentaux dans le quaternaire marocain. C.R. Acad. Sci., 248, 2223-2225.
- GUENNELON R. (1960). — Contribution à l'Etude des formations rouges méditerranéennes. Bull. A.F.E.S., 1.
- GUERASSIMOV I.-P. (1954). — Les sols marrons des régions méditerranéennes. Communication au V^e Congrès Sc. du Sol, Edition Ac. Sc. URSS, Moscou.
- GUERASSIMOV I.-P. (1956). — Sols des régions méditerranéennes de l'Afrique (du Tell). Rapports du VI^e Congrès de la Sc. du Sol, Paris, E, 189-193.
- JOFFE J.-S. (1949). — Pedology. Pedology publications, New-Brunswick, New-Jersey.

- KUBIENA W.-L. (1953). — The soils of Europe. Thomas Murby and Co, London.
- MAIGNIEN R. (1960). — Influences anciennes sur la morphologie, l'évolution et la répartition des sols en Afrique tropicale de l'Ouest. 7^e Congrès International de la Science du Sol. Madison ; IV, V, 171-176.
- MARCELIN P. (1942). — Sur le problème des terres rouges. Soc. Lang. de Géographie. T. XIII, p. 1 à 9.
- MARCELIN P. (1947). — Observations sur des terres et des sols en région méditerranéenne. I, Terres et sols en Costière. Chastanier et Alméras, Nîmes.
- MARCELIN P. (1954). — Note sur quelques tufs du département du Gard. Ann. de l'Ec. Nat. d'Agr. de Montpellier. XXIX, III et IV.
- MIQUEL. — Cité par Gallier, p. 182.
- MONTARLOT G. (1952). — Description et cartographie des terres et sols du département de l'Hérault. Ann. Agr., 1, 1-104.
- PUJOS A. (1955). — Réflexions sur la rubéfaction des roches et des sols dans le Nord-Marocain et le Maroc Oriental. Soc. Sc. Phys. Nat. Maroc, Travaux Sect. Pédologie, 6-7, 95-105, Rabat.
- RAYNAL R. (1960). — Quelques aperçus sur l'existence et l'importance des phénomènes périglaciaires préwurmiens au Maroc. Buletyn Periglacialny, 9, Lodz.
- RUTTEN P. (1959). — Note sur un pédiment quaternaire en Languedoc. Bull. de la Soc. d'Etude des Sc. Nat., Nîmes.
- RUTTEN P., VIGNERON J. (1959). — Contribution à l'étude des paléopodzols du Bas-Languedoc. Bull. de la Soc. d'études des Sc. Nat., Nîmes.
- SCHWOTHALER J.-P., VOGT H. (1955). — Aspects de la morphogénèse plio-quaternaire dans le Bas-Rhône Occidental. Bull. de la Soc. Géog. Languedocienne, XXVI, 1 et 2.
- SERVAT E. (1958). — Les sols sur « formations pliocènes » de la basse vallée de l'Hérault. Bull. de l'A.F.E.S., 7.
- TAILLEFER F. (1951). — Le piémont des Pyrénées Françaises. Thèse, Toulouse.
- TERMIER H. et G. (1962). — Traité de Géologie. Evolution de la Lithosphère-glyptogénèse.
- TRICART J. (1952). Paléo-climats quaternaires et morphologie climatique dans le Midi méditerranéen. Eiszeitalter und Gegenwart, II, 193-213.
- LABORATOIRE DE GÉOGRAPHIE DE L'UNIVERSITÉ DE STRASBOURG (1954). — Deux régions de tectonique Plio-quaternaire dans le Midi méditerranéen français : Bas-Languedoc et littoral niçois. Bull. de la Section de Géog. du Comité des Travaux Hist. et Scientifiques.

PEDOGENESIS AND GEOMORPHOLOGY IN THE BAS-RHONE - LANGUEDOC THEIR AGRICULTURAL CONSEQUENCES

P. RUTTEN, G. BOUTEYRE and J. VIGNERON

SUMMARY

The pedological study of the irrigated perimeter of the Bas-Rhône — Languedoc shows five quaternian surfaces, to which correspond some soils sometimes confused and called « Mediterranean Red Soils », of which the pedological and agricultural characteristics are controlled at the time, by the age of the surfaces and the nature of the processes which presided at the setting down, of the covering materials.

A tentative method of correlation is proposed, putting surfaces and soils into a quaternary time scale.

Pédo

Extrait de « Science du Sol », N° 1, Mai 1963 pp. 87-102.

PÉDOGÉNÈSE ET GÉOMORPHOLOGIE
DANS LE BAS-RHONE - LANGUEDOC.
LEURS CONSÉQUENCES AGROLOGIQUES

[P. RUTTEN] G. BOUTEYRE, J. VIGNERON

Service Etude des Sols de la C.N.A.R.B.R.L., Nîmes (Gard)

O. R. S. I. O. M.
Collection de Référence

13 FEB 1968

n° 11050 ex 1