

NOTES ET RÉFLEXIONS PÉDOLOGIQUES
après une tournée effectuée au Maroc et au Portugal
(22 juin - 13 juillet 1969)

par M. LAMOUREUX

SOMMAIRE

Introduction	6
I — LES RÉGIONS PARCOURUES ET LES PRINCIPAUX SOLS OBSERVÉS	
1. — MAROC	7
2. — PORTUGAL	7
3. — PARAMÈTRES CLIMATIQUES	7
II — CONSIDÉRATIONS SUR QUELQUES GRANDS PROCESSUS DE PÉDOGÈNESE	
1. — REMANIEMENTS ET TRANSPORTS	7
1.1. — Transports anciens à grande distance	7
1.2. — Transports de bas de pente	8
1.3. — Remaniements localisés	8
1.4. — Brassages internes dans les poches du karst	9
2. — L'HORIZON A ₂ D'ÉLUVIATION	9
3. — LA DYNAMIQUE DU CALCAIRE, EN RÉGION A CLIMAT SUBHUMIDE.	
3.1. — Au Maroc	9
3.2. — Au Portugal	10
III — PROBLÈMES DIVERS	
1. — LA COULEUR FONCÉE DES SOLS	10
1.1. — Vertisols noirs et vertisols rouges	10
1.2. — Horizon mollique	10
1.3. — Les sols bruns méditerranéens	11
2. — LA GRANDE VARIÉTÉ DE SOLS ROUGES OBSERVÉS	11
3. — L'HORIZON A PSEUDOGLEY.	11
4. — AUTRES QUESTIONS	11
IV — CONCLUSIONS	12

Après l'étude de nombreux sols du Liban, nous avons effectué une reconnaissance rapide des sols rouges méditerranéens, essentiellement au Maroc et au Portugal.

Nos objectifs étaient d'une part de comparer des sols de même type, mais situés dans des régions dont les caractéristiques climatiques diffèrent assez profondément, d'autre part d'apprécier l'importance de processus pédogénétiques auxquels il est souvent fait référence à propos des sols de ces régions.

Cette tournée, effectuée avec M^{me} DACHARY, était dirigée au Maroc par A. RUELLAN, au Portugal par Marado M. O. BRANCO.

I. — LES RÉGIONS PARCOURUES ET LES PRINCIPAUX SOLS OBSERVÉS

1. — Au Maroc.

Le circuit parcouru autour du Maroc a, pour une grande part été organisé par A. RUELLAN qui nous a présenté successivement :

- dans le Rif et les Bni Snassène des sols rouges méditerranéens lessivés sur schistes argileux et sur grès, des sols rouges sur roches carbonatées ;
- dans les plaines des Triffa et du Zebra des sols châtaîns et bruns isohumiques, à profil calcaire plus ou moins différenciés ;
- dans le Tazekka et le Moyen Atlas des sols rouges méditerranéens sur roches carbonatées et sur schistes. Des sols rouges lessivés semblent également se développer sur basalte.

Enfin dans le Rharb un vertisol a été examiné et près de Larache une formation villafranchienne marquée par d'anciens cuirassements ferrugineux et des phénomènes plus récents de lessivage.

2. — Au Portugal.

Après une présentation des sols du sud du Portugal par le professeur José V. J. de CARVALHO CARDOSO, nous avons parcouru plusieurs itinéraires sur le terrain, guidé par le pédologue Marado M. O. BRANCO.

Des podzols, des vertisols noirs et rouges, des sols rouges méditerranéens sur roches carbonatées, sur schistes talqueux, etc., ont été observés. Une station expérimentale d'étude de l'érosion à Serpa, nous a enfin apporté certaines précisions intéressantes.

3. — A propos des paramètres climatiques relatifs à ces régions.

Au Maroc, à part les régions montagneuses du Rif et du Moyen Atlas, les grandes plaines et plateaux sont soumis à un climat semi-aride ou subhumide, avec une saison pluvieuse plus étalée que dans les régions du Moyen-Orient (Liban en particulier). Au Portugal, au sud du Tage, le climat est surtout subhumide.

Ceci permet de comprendre que des variations pluviométriques, même d'amplitudes modérées (200 mm environ), peuvent profondément influencer sur la dynamique des carbonates en particulier.

Sous des climats aussi peu agressifs, la morphologie quaternaire s'est bien conservée, d'où la tendance de ceux qui ont travaillé dans ces régions à donner une importance particulière aux processus anciens.

II. — CONSIDÉRATIONS SUR QUELQUES GRANDS PROCESSUS DE PÉDOGENÈSE

Seules des questions ayant un intérêt immédiat seront mentionnées dans cette note, d'autres, peut-être plus importantes, sont soit déjà connues, soit étudiées par ailleurs.

1. — Remaniements et transports.

Nous avons été frappés par l'importance des érosions dans le Rif, les Bni Snassène, par les quantités de sols apportées dans les vallées et les plaines, par une répartition ponctuelle des sols sur les pentes. Il paraît donc nécessaire de porter toute son attention à ces processus qui seront subdivisés en groupes.

1.1. — Les transports anciens, à grande distance.

Des apports considérables de matériaux sont venus combler, à la fin du Tertiaire et au Quaternaire, les basses vallées du Rif, de la Moulouya, du Tadla, etc. Sur ces matériaux arrachés aux bassins versants, se sont succédé différentes pédogenèses qui les ont souvent profondément transformés, sans toutefois faire totalement disparaître leur couleur rouge initiale. Ainsi des « sols dits bruns isohumiques » du Zebra, calcaires et encroûtés ont encore une couleur rouge (2,5 YR). Les phases biostasiques auraient permis le développement de sols profonds, de couleur rouge sur carbonates durs, sur schistes, etc., les matériaux de ces sols, érodés au cours des phases rhexistasiques, auraient été transportés brutalement dans les plaines où nous les trouvons aujourd'hui, plus ou moins transformés par les pédogenèses successives.

Les dernières périodes et en particulier la dernière n'ont pas eu la même ampleur, les sols formés sur les bassins étaient plus réduits, les matériaux à éroder correspondaient alors à des sols peu évolués (AC), à des régosols (C ou R) ou à l'horizon superficiel de sols plus évolués (A), donc des matériaux de couleur foncée et parfois plus ou moins calcaires, ce qui expliquerait que les derniers apports (Rharbiens) sont plus ou moins calcaires et de couleur foncée.

Une deuxième hypothèse ou une deuxième origine de la couleur de ces sols sur matériaux allochtones est à rechercher dans la position topographique qu'ils occupent dans le paysage. Les dépôts les plus anciens sont généralement les plus hauts, donc les mieux drainés ; les dépôts les plus récents forment les basses terrasses plus ou moins soumises à des phénomènes d'hydromorphie. Les premiers gardent ou reprennent leur couleur rouge, les seconds sont noircis du fait des matières organiques, de l'hydratation et ou de la réduction des hydroxydes.

1.2. — Les transports de bas de pente.

Les pentes du Rif, des Bni Snassène, dans une moindre mesure celles du Tazekka et du Moyen Atlas, sont marquées par une forte érosion dans leur partie supérieure, tandis que des sols assez bien développés peuvent être observés en bas de pente, ou plus exactement dans une zone de rupture de pente, légèrement convexe et favorable à l'établissement des routes.

A 7 ou 8 km de Targuist, sur une pente de 30 à 40%, un sol rouge lessivé sur grès a pu être observé : un horizon nettement lessivé de 20 cm environ : un Bt très argileux, de plus de 60 cm d'épaisseur, tâcheté (pseudogley de profondeur), repose assez brutalement sur des blocs de grès.

A côté des sols semblables sont observés. Plus haut les pentes sont fortement érodées.

Il semble donc que le sol observé est le résultat de processus complexes :

- les uns mécaniques de transport de matériaux par ruissellement sur la pente ;
- les autres physico-chimiques d'entraînement d'éléments fins le long de la pente ;
- les autres chimiques, d'altération du grès en place.

Au Portugal la couverture de sols est plus abondante, mais il est possible d'assister actuellement à des transports de matériaux du haut vers le bas de la pente, sans que l'ordonnement du profil soit profondément modifié.

A plusieurs reprises nous avons observé un horizon sableux éluvial de 10 cm en sommet de pente, puis de plus en plus épais sur la pente et dans le bas-fond. En outre des couleurs rougeâtres apparaissent en haut, alors que les bas de pente et les bas-fonds sont de plus en plus gris. Ces phénomènes classiques observés et décrits au Liban et ailleurs sont souvent une conséquence des défrichements culturels. La station d'étude de l'érosion de Vale Formoso, au sud de Beja, venait précisément d'effectuer ses mesures, après un orage de 21,5 mm (intensité horaire 120 mm), en voici quelques résultats :

PARCELLES ROTATION	PENTE	MATIÈRES SOLIDES/HA
Blé-légumineuses	10%	90 kg
Blé-jachère	10%	150 kg
Blé-jachère	22%	720 kg

Les matériaux transportés sont surtout des argiles et des limons, les sables et les éléments plus gros restant sur place. Bien qu'accélééré par l'homme, ce processus mécanique, observé sous savane arborée en zones tropicales, est pour une grande part responsable des horizons appauvris en argile.

1.3. — Les remaniements localisés.

Sur la plupart des pentes, assez fortement érodées ou couvertes d'une végétation assez dense, des sols sont observés par poches formant des lentilles disséminées sur le versant. Ces lentilles sont souvent en relation avec une roche-mère hétérogène : flysch, dolomie sableuse par exemple.

A El Ksiba sur dolomie une tranchée de la route permet d'observer un sol bien développé (A-B — B_{ca} — C — R), tout autour les sols sont peu évolués (A-C) et cette observation peut être faite en plusieurs points le long de la coupe.

L'hétérogénéité de la roche est à l'origine d'une altération préférentielle par points et crée un microrelief annonçant le karst. Ces entonnoirs naturels favorisent des « soutirages » localisés, des bordures de l'entonnoir au profit de la partie centrale.

Dans les plaines mêmes, comme dans les Triffa, il est possible qu'un microrelief, parfois accentué, ait favorisé des remaniements localisés, provoquant la formation d'un sol brun calcaire aux dépens des sols châtaîns encroûtés voisins.

1.4. — Les brassages internes dans les poches du karst.

Des remaniements encore plus localisés et plus difficiles à observer se produisent dans les karsts, sans affecter énormément la régularité du profil.

Ce type de sols a été étudié par ailleurs.

En conclusion la presque totalité des sols observés en région méditerranéenne a été soumise ou est soumise à des remaniements affectant une partie ou la totalité de leurs matériaux constitutifs. Une série de problèmes se pose alors aux pédologues :

Les matériaux des sols arrachés aux bassins versants conservent-ils certaines de leurs caractéristiques au cours des transports?

Quelle est la part respective des transports, des colluvionnements, des lessivages?

Dans quelle mesure peut-on considérer que des profils ainsi remaniés caractérisent un milieu, une roche-mère?

2. — L'horizon A, d'éluviation des sols rouges méditerranéens.

Au cours de la tournée au Maroc, A. RUELLAN a mis en évidence une relation constante entre la présence d'un horizon d'éluviation et une roche-mère acide, pauvre en calcium et magnésium (schistes, grès, etc.) alors que sur roches riches en calcium et magnésium les sols observés avaient un horizon A pas ou peu appauvri en argile.

Corrélativement l'horizon A_e, de couleur gris beige, est associé à un B_t dont les agrégats ont souvent des faces brillantes, mais il est rarement possible de conclure à un véritable revêtement (cutane). D'ailleurs dans les sols sans A, les agrégats ont des faces généralement plus brillantes et souvent plus fréquentes dans la partie inférieure de l'horizon. Des lissages mécaniques ont montré, en lames minces, les mêmes biréfringences que celles observées sur sol en place. L'avis de spécialistes, tel que celui du regretté LARUELLE, est formel : les « traits » observés sur de nombreuses lames de ces sols sont dus à des cutanes de pression.

Ces observations, faites au Maroc, sont confirmées par de nombreuses autres faites sur les sols du Liban et du Portugal. Ajoutons que l'horizon A_e peut exister même dans des sols formés sur roche carbonatée, dans la mesure où ces sols sont épais, recouvrent le karst (karst couvert) et par conséquent quand l'horizon A se trouve « déconnecté » par rapport aux sources de calcium sous-jacentes.

L'entraînement de l'argile serait en relation avec un début de désaturation du complexe, processus que nous avons pu mettre en évidence expérimentalement, ce dont il sera fait état ultérieurement.

En conclusion, les sols rouges méditerranéens peuvent être lessivés ou non. Pour cette raison nous préférons, actuellement, conserver ces termes de rouge ou brun méditerranéen qui correspondent beaucoup mieux aux types de sols étudiés, alors que l'illuviation pouvant caractériser toutes sortes de sols ne saurait être utilisée pour dénommer des sols méditerranéens du moins au niveau de la classe ou de la sous-classe.

En ce qui concerne les mouvements d'éléments fins et leurs manifestations dans le profil, nous avons présenté plus haut des processus souvent plus mécaniques que chimiques d'appauvrissement en argile. Des processus physico-chimiques semblent cependant exister, mais sans études approfondies, il paraît vain d'essayer de voir ou non des cutanés, de faire bouger l'argile même sur place, de néoformer des minéraux argileux, etc.

3. — La dynamique du calcaire sous les climats subhumides.

3.1. — Les sols du Maroc sont particulièrement favorisés quant aux accumulations calcaires et A. RUELLAN a fort bien présenté cette question.

Un point entre autres mérite une certaine attention, c'est celui de l'accumulation du calcaire dans les sols rouges méditerranéens.

D'une façon générale j'ai tendance à considérer le milieu sol rouge ou plus précisément le processus de rubéfaction des résidus de décarbonatation comme incompatible avec l'accumulation simultanée du calcaire.

Or, nous avons observé que :

- sous forte pluviométrie (Liban) les sols rouges, non lithochromes, présentent rarement des accumulations calcaires,
- sous faible pluviométrie (régions arides et semi-arides) les sols rouges ne se forment pas ou s'ils subsistent, ils sont généralement calcaires,
- entre les deux, en régions subhumides, et c'est le cas de nombreuses régions traversées, les sols rouges présentent ou non des horizons calcaires (amas, nodules et même encroûtements).

Considérons des sols rouges, plus ou moins piégés dans un karst, sur un versant, soumis à des précipitations de 5 à 600 mm étalées d'octobre à juin, comme c'est actuellement le cas dans les Bni Snassène.

Dans le temps des alternances du cycle plus pluvieux (6 à 700 mm) et de cycles moins pluvieux (4 à 500 mm) ont parfaitement pu se produire. Notons que de telles alternances existent actuellement d'une année sur l'autre.

Au cours d'un cycle de 6 à 700 mm, les eaux de ruissellement sont assez abondantes pour évacuer, en bas de pente, les bicarbonates dissous. Les sols formés sont alors bien décarbonatés.

Au cours d'un cycle de 4 à 500 mm, les eaux continuent à dissoudre des carbonates, mais elles ne s'évacuent plus et sont évapotranspirées. Le calcaire s'accumule alors plus ou moins haut sur la pente, dans une poche plus ou moins bien drainée et même à la partie inférieure des blocs rocheux.

Ainsi, sans que le milieu ne devienne pour autant hydromorphe ou « hydraté », le calcaire peut parfaitement s'accumuler au cours de cycles relativement secs, et être entraîné plus loin au cours de cycles plus humides. Mais ces cycles doivent être suffisamment longs, pour permettre des accumulations importantes, lesquelles ne disparaîtront pas forcément au cours des cycles suivants.

Décarbonatation (suivie de rubéfaction) et accumulations calcaires se trouvent donc déphasées dans le temps et dans l'espace, c'est-à-dire qu'un milieu ne peut être en même temps un milieu agressif et un milieu d'accumulation, pour un même élément du moins.

3.2. — Au Portugal surtout, mais également au Maroc, nous avons pu observer d'importantes accumulations de calcaire, sur des roches apparemment peu susceptibles de fournir de telles quantités de calcium (granites, schistes, etc.). Ces accumulations calcaires se développent sur plusieurs mètres, à l'intérieur et au-dessus de la roche altérée, essentiellement sur la partie haute (de forme tabulaire) et rarement sur les pentes et dans les bas-fonds voisins.

Les pédologues portugais supposent que ces formations étaient autrefois recouvertes de roches calcaires et que ces puissants encroûtements seraient le résultat des altérations de ces roches calcaires.

Des témoins de ces calcaires subsistent parfois dans le paysage. Il pourrait s'agir aussi (Portugal) de dépôts d'anciens lacs aujourd'hui disparus. Pour des pédologues du Maroc l'apport serait latéral à partir d'un amont calcaire.

Je pense cependant que l'hypothèse de l'autochtonie de ces accumulations calcaires reste valable dans de nombreux cas. Ces roches ont tout de même une certaine quantité de calcium et les pluviométries (4 à 600 mm) suffisantes pour altérer progressivement la roche, ne permettent pas toujours l'évacuation des bicarbonates. Ainsi sur les sommets plus ou moins tabulaires, le drainage des eaux se trouverait ralenti, eu égard aux fortes évapotranspirations qui favoriseraient les accumulations calcaires alors que sur les pentes et dans les bas-fonds, le drainage n'étant pas freiné, la concentration des solutions ne permettrait pas les accumulations.

III. — PROBLÈMES DIVERS

1. — La couleur foncée des sols.

1.1. — *Vertisols noirs et vertisols rouges.*

Au Portugal, comme au Moyen-Orient, de nombreux vertisols ou sols vertiques ont une couleur rouge, probablement héritée, du matériau originel. Cette couleur rouge ne peut subsister que si ces vertisols rouges sont préservés de deux phénomènes qui colorent habituellement les vertisols.

- « l'hydratation », telle que nous l'avons définie dans une note sur les sols bruns du Liban, donne aux sols une couleur ocre jaune,
- la « mélanisation ou tirsification », liée probablement à certaines formes de matières organiques, colore en noir ce type de sol.

Or, les sols rouges ou vertisols rouges semblent être situés dans des zones relativement sèches ou très bien drainées (Syrie, Liban, Portugal).

1.2. — *Horizon mollique.*

En se référant à la définition de la classification U.S.D.A., de nombreux sols rouges méditerranéens sont des mollisols.

Au Maroc, A. RUELLAN nous a présenté de tels mollisols rouges : en zones semi-arides, dans les Triffa, l'horizon mollique est bien représenté dans les sols châtaîns isohumiques ; en altitude (Rif, Bni Snassène, Moyen Atlas comme au Moyen-Orient), il semble que l'accumulation de matière organique soit directement la cause de cet horizon.

Ex. : de Fès à Ifrane sur calcaire coquiller, le sol rouge observé présente un horizon A, de 0 à 35 cm, de couleur 5YR 3/3 sec et 2/3 humide.

Pour les uns ce sont là des mollisols, pour les autres des sols bruns méditerranéens ; pour ma part je considère qu'il s'agit en altitude, de sols rouges méditerranéens à horizon organique ou « mollique » qui seront différenciés au niveau de la série, du sous-groupe peut-être, mais certainement pas à un niveau supérieur.

1.3. — Les sols bruns méditerranéens.

Certains auteurs décrivent des sols qu'ils appellent sols bruns méditerranéens, mais rarement le processus pédologique qui différencie ces sols des sols rouges n'est envisagé.

Sans aborder le sujet ici quelques grands types de sols décrits comme tels seront distingués :

- des sols bruns ou marrons incluant les sols appelés aujourd'hui isohumiques,
- des sols rouges méditerranéens, à horizon de surface mollique, ou tout simplement fortement humifère,
- des sols bruns tempérés, situés en marge des zones méditerranéennes (Maures, Corse),
- des sols brun-jaune « hydratés » (LAMOUROUX : Liban, France, Maroc, Portugal),
- des sols imparfaitement ou non rubéfiés, formés sur roches-mères non carbonatées, basaltes, grès, schistes, etc. (Liban, Portugal, Maroc).

2. — La grande variété de sols rouges observés au Maroc et au Portugal.

- des rendzines rouges,
- des sols rouges dits « châtaîns ou bruns isohumiques » dans les plaines des Triffa et du Zebra,
- des sols rouges avec accumulation calcaire, mais plus ou moins calcaires eux-mêmes,
- des sols rouges avec accumulation ferrugineuse (Rif, Sud ou Portugal),
- des sols rouges à l'horizon d'altération carbonaté (dolomies d'El Ksiba : Moyen Atlas, calcaires plus ou moins marneux de Faro et Beja : Portugal),
- des sols rouges lithochromes sur argiles du Trias, ou sur grès à bancs ferrugineux très rubéfiés,
- des sols rouges partiellement lithochromes sur flysch fortement, mais localement rubéfié par le métamorphisme,
- des sols rouges lessivés sur schistes, flysch, grès, sable dunaire, basalte, etc.,
- des sols rouges non lessivés sur roches carbonatées.

Cette liste, probablement incomplète, montre combien la notion de couleur ne peut suffire à grouper sous sa « bannière » une aussi grande variété de sols, mais encore faut-il connaître ce phénomène de rubéfaction et son importance dans la pédogenèse de ces sols, avant de mettre de l'ordre dans nos idées.

3. — L'horizon à pseudogley.

La base du Bt ou le BC et le C des sols rouges lessivés sur schistes ou sur grès sont souvent marbrés de rouge, ocre, gris-bleu. A priori il s'agit de pseudogley. Une distinction devrait cependant être établie entre un véritable pseudogley, résultat d'une hydromorphie temporaire et localisée et le pseudogley d'altération qui en fait n'est pas le résultat d'une hydromorphie, mais celui d'une altération en cours. Il ne s'agit donc pas, dans ce dernier cas, d'un pseudogley.

4. — D'autres questions ont été abordées au cours de cette tournée, mais il serait trop long d'en discuter dans cette note :

- Ferruginisation dans les formations villafranchiennes, probablement allochtones, en bordure atlantique au Maroc, Espagne et Portugal,
- sols podzoliques et podzols du Portugal,
- encroûtements et croûtes des plaines arides et semi-arides du Maroc,
- problèmes de structure (nature, degré), etc.
- relation entre les sols observés et les climats actuels.

IV. — CONCLUSIONS

Cet examen rapide de processus qui affectent si profondément la pédogenèse des sols méditerranéens met l'accent sur l'importance de l'observation et de l'analyse approfondies dans l'étude de la dynamique actuelle et passée de ces sols.

Comment classer des sols si l'on connaît mal les processus pédogénétiques qui les affectent? Sans doute est-il possible d'établir des catégories en fonction de critères définis, mais non hiérarchisés, c'est alors faire un classement, et la 7^e approximation et les suivantes l'ont parfaitement réalisé à partir d'observations et de données précises.

Mais ce classement aussi bien fait soit-il, ne peut satisfaire le chercheur qui aspire à une classification construite sur une hiérarchie aussi logique que possible des caractères et des processus.

Le classement des sols est un outil de travail, la classification est un but à rechercher.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE DE PÉDOLOGIE

rédigé par

LA SECTION DE PÉDOLOGIE
DE L'O.R.S.T.O.M.

Tome XVIII — Fascicules 3 et 4
3^e et 4^e trimestres 1969

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

Direction Générale :
24, rue Bayard, PARIS-8^e

Service Central de Documentation :
70 à 74, route d'Aulnay, 93 BONDY (Seine-S^t-Denis)

Rédaction du Bulletin : S. S. C., 70 à 74, route d'Aulnay, 93 BONDY (Seine-S^t-Denis)