

Deux pédologues précurseurs : C. Mantelet et E. Radet

Denis Baize

INRAE, UR1508, Info&Sols, Orléans, France

denis.baize@laposte.net

RÉSUMÉ

En 1937, dans un des premiers numéros du Bulletin de l'AFES, Camille Mantelet et Étienne Radet ont publié un article relatif aux sols des plateaux jurassiques du sud-est et de l'est du Bassin parisien. À cette époque la pédologie française était encore dans les limbes. Et pourtant ces deux auteurs ont compris précocement plusieurs processus pédogénétiques essentiels de ces milieux : la décarbonatation des calcaires conduisant à l'accumulation de fractions résiduelles argileuses et le lessivage des particules argileuses vers la profondeur. À ce titre ils ont été des précurseurs, malheureusement peu reconnus aujourd'hui.

Mots-clés

Sols, plateaux jurassiques, décarbonatation des roches, lessivage des argiles

SUMMARY

TWO FORERUNNERS IN PEDOLOGY (France): C. Mantelet and E. Radet

In 1937, in one of the first issues of the AFES Bulletin, Camille Mantelet and Étienne Radet published an article related to the soils of the Jurassic plateaus of the southeast and east of the Paris Basin. At that time, French pedology was still in its early stages. And yet these two authors have understood precociously several essential soil forming processes of these environments: the dissolution of limestones leading to the accumulation of residual clay fractions and the leaching of clay particles towards the depth. As such, they were precursors, unfortunately little recognized today.

Key-words

Soils, jurassic plateaus, limestone dissolution, clay illuviation

Comment citer cet article :

Baize D., 2026 - Deux pédologues
précurseurs : C. Mantelet et E. Radet
Étude et Gestion des Sols, 33, 23-29

RESUMEN**DOS PRECURSORES EN LA PEDOLOGÍA FRANCESA: C. Mantelet y E. Radet**

En 1937, en uno de los primeros números del Boletín de l'AFES, Camille Mantelet y Étienne Radet publicaron un artículo relativo a los suelos de las mesetas jurásicas del sudeste y del este de la cuenca parisina. En esa época, la pedología francesa todavía estaba en el limbo. Sin embargo, estos dos autores comprendieron desde muy temprano varios procesos pedogenéticos esenciales de estos medios: la descarbonatación de las calizas que conduce a la acumulación de fracciones residuales arcillosas y a la lixiviación de las partículas arcillosas hacia la profundidad. En este sentido, fueron precursores, desafortunadamente poco reconocidos hoy.

Palabras clave

Suelos, mesetas jurásicas, descarbonatación de calizas, lixiviación de arcillas

Lors de sa troisième année d'existence, en 1937, l'AFES, dans son Bulletin (volume 3), a publié un passionnant article intitulé « Étude pédologique des sols des plateaux jurassiques dans l'Est de la France », signé par Camille Mantelet (Ingénieur agricole) et Étienne Radet (chef du Laboratoire départemental, Station agronomique de Châlons-sur-Marne).

En 1971, lors de la rédaction de ma thèse de troisième cycle consacrée, en particulier aux terres d'Aubues des plateaux jurassiques de Bourgogne, je n'avais pas connaissance de cette publication dont j'ai pu confirmer de nombreuses observations et hypothèses. À cette époque, dans les années 1970, faire de la bibliographie n'était pas aussi simple qu'aujourd'hui.

Mantelet et Radet sont peu connus, beaucoup moins que des pédologues pionniers, tels Oudin, Demolon, Aubert ou Duchaufour, et, pourtant, à les lire, on constate qu'ils avaient déjà une excellente connaissance du terrain. En outre, ils avaient compris le mécanisme de l'argilluviation au sein de sols argileux et dans un contexte général dominé par le calcium.

Leur texte est accompagné par des schémas de description de sols et par des tableaux d'analyses qui viennent conforter leurs descriptions et leurs interprétations.

Extraits de l'article

Page 204 : En parcourant les plateaux de la Bourgogne, du Forterre et de la Terre-Plaine dans l'Yonne, les plateaux du Barrois dans l'Aube et la Meuse, ceux du Haut-Pays, de la Montagne et du Bassigny, dans la Haute-Marne, les Côtes de Meuse et enfin la région des Crêtes dans les Ardennes, on remarque généralement quatre sortes de terres très caractéristiques, à savoir :

- 1°) des **terres rouges**, argilo-silico-calcaire et pierreuses,
- 2°) des **limons rouges** argilo-siliceux, décalcifiés¹, légèrement pierreux,
- 3°) des **limons bruns jaunâtres**, argilo-siliceux ou silico-argileux, décalcifiés et sans pierres,
- 4°) dans certains cas, on rencontre des **limons blancs**² silico-argileux, battants, décalcifiés, acides et sans pierres.

Page 206 : Au bord des plateaux, les terres argilo-silico-calcaire et pierreuses deviennent de plus en plus rougeâtres, en se dirigeant vers la ligne de faîte, ces sols rouges se transforment progressivement en **limons rouges décalcifiés et pierreux**,

enfin, **aux points culminants on retrouve le plus souvent des limons bruns jaunâtres**, sans pierres, plus ou moins épais et décalcifiés.... (Figure 1).

Lorsque les plateaux sont de faible étendue et très en pente, les **limons rouges ou bruns jaunâtres disparaissent par érosion**, on ne trouve plus que des terres rouges, argilo-silico-calcaires et très pierreuses.

Page 207 : Les matières solubles ont été entraînées dans les couches profondes, alors que les **éléments insolubles de la roche formés d'argile dite de décalcification** et mélangés de pierrailles sont restés sur place pour constituer le sol. La couche arable, colorée par l'oxydation des sels de fer, présente toujours une couleur rougeâtre.

Page 208 : Sous l'influence de la lixiviation³ et de la décalcification, il y a migration de l'argile dans le **sous-sol**⁴. Ce dernier est alors compact, imperméable à l'eau et à l'air, il offre un sérieux obstacle au développement des racines...

Dès qu'une couche calcaire vient affleurer à la partie supérieure des plateaux jurassiques de nos régions, c'est-à-dire lorsqu'elle n'est plus dominée par une autre roche calcaire, ni remaniée par les eaux de ruissellement et les éboulis de pente, elle donne toujours naissance à des terres rouges, pierreuses, argilo-silico-calcaires ou à des limons rouges de décalcification. Cependant, l'évolution des sols ne s'arrête pas à ce stade, par suite de la disparition progressive du calcaire, l'argile n'est plus coagulée, elle se met alors en suspension, sous l'action des eaux d'infiltration elle est **entraînée vers les profondeurs du sol**. Ce phénomène contribue à la formation des **limons bruns jaunâtres**, quelle que soit l'origine géologique de la roche sous-jacente. ...

Lorsque les limons possèdent une épaisseur suffisante et recouvrent les plateaux sur une forte étendue, on les trouve généralement mentionnés sur les cartes géologiques au 1/80000^e par la lettre P (limons des plateaux)... Néanmoins, dans la plupart des communes jurassiques, il existe une multitude de limons de mêmes origines, d'épaisseur variable et de surface limitée. Ces lambeaux n'offrent aucun intérêt pour le géologue, ils ne sont pas signalés pour [211] éviter de compliquer la lecture de la carte, cependant leur importance est capitale au point de vue agricole.

Très souvent on rencontre **dans un même champ toute la gamme des sols des plateaux jurassiques**, depuis les **terres rouges pierreuses** jusqu'aux **limons bruns jaunâtres**, une faible dénivellation est parfois suffisante pour entraîner ces modifications.

1 C'est-à-dire décarbonatés.

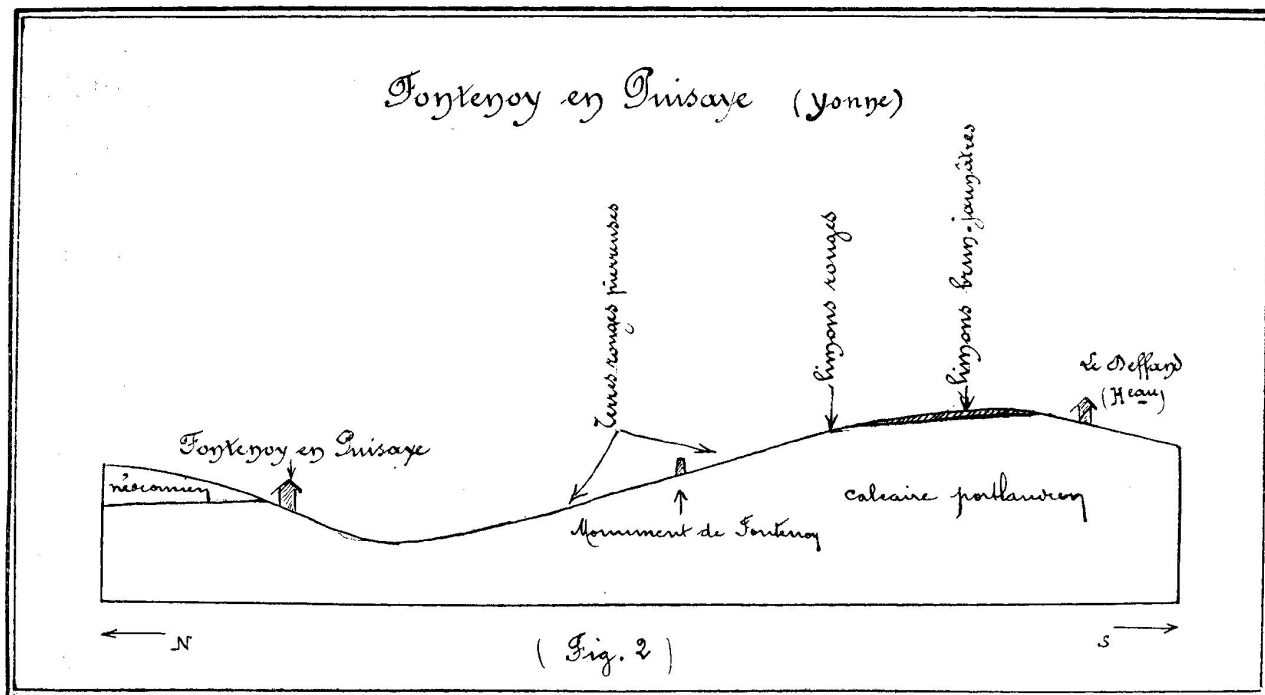
2 Ces limons blancs sont localisés aux points culminants de certains plateaux du Bassigny. Appelés localement « herbues ou aubues blanches, blanches terres, terres blanches, terres battantes », ils dérivent des « assises argilo-siliceuses situées à la partie supérieure du grès infra-liasique » (Rhétien). Ils ne font donc pas partie des sols issus de roches calcaires du Jurassique moyen et supérieur.

3 À cette époque, on ne distinguait pas clairement lixiviation et lessivage (des argiles).

4 i.e. Les horizons profonds

Figure 1 : Toposéquence étudiée à Fontenoy-en-Puisaye (Yonne) sur calcaires portlandiens (Mantelet et Radet, 1937). De bas en haut : « terres rouges pierreuses », « limons rouges » et « limons bruns jaunâtres ».

Figure 1: Toposequence studied at Fontenoy-en-Puisaye (Yonne) over Portlandian limestones (Mantelet and Radet, 1937). From bottom to top: « terres rouges pierreuses » (stony red soils); « limons rouges » (red loams) and « limons bruns jaunâtres » (yellowish brown loams).



Page 213 : Nous avons orienté nos recherches sur les sols des plateaux jurassiques en décomposant leur évolution en trois phases successives et très caractéristiques :

- 1°) Décalcification⁵. Migration du calcaire,
- 2°) Migration de l'argile et des bases,
- 3°) Migration des hydroxydes de fer⁶.

Page 220 : Nous avons déjà signalé qu'en remontant vers les points culminants on constatait une transition progressive dans la nature du sol. Petit à petit, les pierrailles diminuent, la profondeur de la couche arable augmente, la décalcification devient plus intense et la coloration de la terre est d'un rouge plus foncé. On se trouve alors en présence de **limons rouges plus ou moins pierreux** ou **argile rouge de décalcification** dérivant également de la roche mère, ils sont caractérisés par un profil uniforme.

Le complexe résiduel est teinté en brun rouge foncé, son épaisseur varie de 40 à 50 centimètres. Il renferme encore

quelques **pierres polies et de couleur blanchâtre**⁷. On constate un entraînement de l'argile dans les couches profondes, cette modification ne peut être décelée que par l'analyse.

Page 222 : Migration plus importante de l'argile et des bases alcalines ou alcalino-terreuses.

La deuxième phase de l'évolution des sols sur tous les plateaux jurassiques est la migration plus importante de l'argile. Dès que le calcaire disparaît, soit qu'il ait été dissous dans les argiles de décalcification, soit qu'il n'ait jamais existé dans la roche-mère... [223], il arrive que l'argile n'est plus coagulée, elle entre progressivement en suspension sous forme colloïdale et est entraînée par les eaux d'infiltration dans les couches profondes.

Nous sommes en présence de **limons bruns jaunâtres**, évolués partiellement avec lessivage superficiel, nettement visible sur le profil. Nous les assimilons aux sols bruns type N₁.

⁵ Aujourd'hui on parlerait plutôt de décarbonatation.

⁶ Évoquée à propos des « limons blancs ».

⁷ Cailloux calcaires en cours de dissolution, prenant l'aspect de « savonnettes ».

Ces terres possèdent les mêmes caractéristiques sur toutes les formations jurassiques, elles sont déjà **plus décolorées que les limons rouges**.

Page 229 : En résumé, les **limons bruns jaunâtres** du type de sol brun N₁ ont subi un lessivage très net, visible sur le profil, avec **migration de l'argile** en profondeur.

Page 233 : Conclusions générales.

Cette étude pédologique très succincte permet de suivre l'évolution progressive des sols des plateaux jurassiques de l'est de la France, depuis les **rendzines squelettiques** jusqu'aux terres faiblement **podzoliques**⁸.

Elle met nettement en évidence le processus d'entraînement des produits d'altération, notamment la migration du calcaire, de l'argile et des hydroxydes de fer. Nous insistons sur ces trois phases successives qui se traduisent par toute une gamme de sols intermédiaires entre les différents types pédologiques que nous venons de passer en revue.

Les analyses physiques et chimiques confirment d'ailleurs les nombreuses observations que nous avons effectuées directement sur le terrain.

En ce qui concerne la migration du calcaire, l'examen de la végétation spontanée, la méthode de triage rapide des terres à l'aide de l'acide chlorhydrique, ainsi que l'étude des variations du pH au moyen d'un indicateur coloré, donnent des renseignements suffisants sur la décalcification plus ou moins intense et les réactions du sol.

L'entraînement de l'argile se manifeste par un **sous-sol** de plus en plus compact et imperméable. L'horizon illuvial B présente généralement des fentes de dessiccation avec **structure plus ou moins prismatique**.

Page 234 : Enfin, la teinte du sol renseigne sur son évolution et sa teneur en hydroxyde de fer, invariablement on constate une décoloration progressive de l'**horizon éluvial A**⁹ depuis les argiles rouges de décalcification jusqu'aux limons blancs, par contre l'**horizon illuvial B** est de plus en plus ferrugineux et rougeâtre.

Cependant, il ne faut pas oublier que la formation d'un sol est la résultante d'un grand nombre de facteurs, nous avons souvent remarqué que les influences climatiques pouvaient être contrariées par le relief du terrain.

Les sols des plateaux jurassiques ne présentent pas toujours une surface horizontale, la moindre dénivellation favorise le ruissellement des eaux de pluie avec érosion des parties supérieures et zones d'accumulation sur les pentes peu inclinées ou dans les dépressions. Ce phénomène, dû au micro-relief, provoque un rajeunissement continu de certaines couches superficielles, le profil est alors moins évolué que dans les sols éluviaux en place.

Mantelet et Radet ont ajouté ceci :

Depuis des siècles, les agriculteurs exploitant successivement ces terres ont été frappés par leurs propriétés physiques, notamment leur couleur, ils ont établi pour les distinguer un certain nombre d'appellations qui se sont transmises de génération en génération.

- a) En premier lieu, les terres rouges pierreuses sont parfois dénommées **criots**, **terres grilleteuses** (Yonne), [205], **terres de crès**, **roussets**...
- b) Les limons rouges, légèrement pierreux, sont appelés **obues**, **aubues rouges** (Yonne), **herbues rouges**, **herbues pierreuses**, **herbues fortes**, **terres froides** (Aube, Haute-Marne). Plus au Nord, on les distingue sous les noms de **rouges terres**, **terres rouges**, **limons rouges**...
- c) Les limons bruns jaunâtres, sans pierres, sont parfois appelés **limons de plateaux**, **aubues douces**, **herbues douces**, **terres froides**, **terres battantes**...

On voit donc apparaître, dans une publication scientifique, le terme vernaculaire « Aubues » sous différentes graphies. Ces désignations ont été reprises par Concaret et Voilliot, trente ans plus tard, dans leurs premiers rapports de cartographie des sols du département de l'Yonne (Concaret et Voilliot, 1967) puis par Baize en 1971, 1991 et 2012.

On notera que le mot « Aubue » qui a une certaine signification sur les plateaux jurassiques du sud-est du Bassin parisien, se retrouve dans beaucoup d'autres régions de France en désignant des sols totalement différents (Baize, 2025).

Le **tableau 1** présente les équivalences entre les différents auteurs.

⁸ i.e. très fortement lessivées en argile et en fer (limons blancs). En 1937, les pédologues français débattaient encore du « lessivage des argiles » et de la « podzolisation », les deux processus n'étant pas nettement disjoints comme ils le sont aujourd'hui. Lire à ce propos l'article de Boulaine (1981) qui fait remarquablement le point sur cette question et les débats de l'époque.

⁹ Dans les années 1930, tous les horizons supérieurs des sols étaient censés être appauvris en différents constituants, d'où le terme « éluvial ».

Tableau 1 : Équivalences de désignations entre Mantelet et Radet d'une part, et des auteurs plus récents, d'autre part.

Table 1: *Equivalences of designations between Mantelet and Radet on the one hand, and more recent authors on the other.*

Mantelet et Radet, 1937	Concaret et Voilliot, 1967, Baize, 1971, 1991 et 2012
Limons rouges décalcifiés et pierreux	« Petites Aubues »
Argile rouge de décalcification	« Aubues rouges »
Limons bruns jaunâtres	« Aubues blanches »

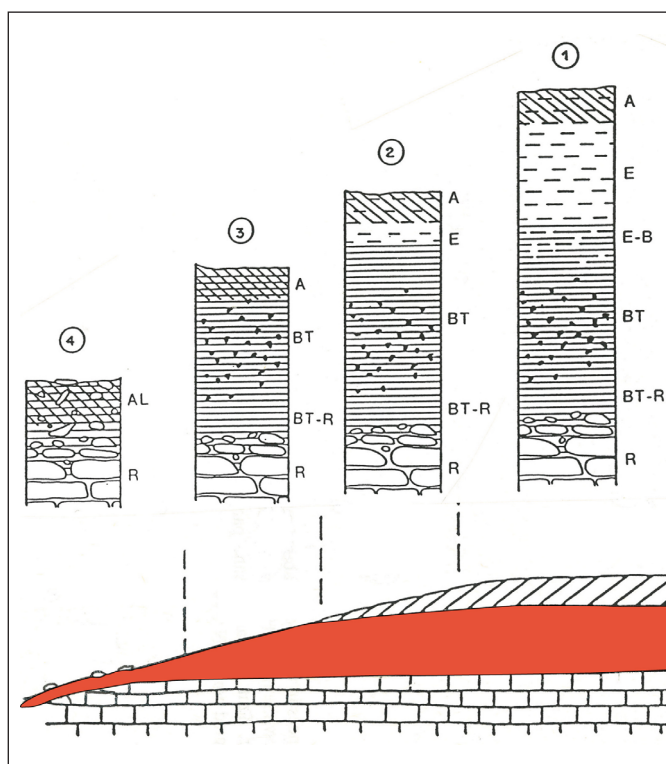
Figure 2 : La séquence des « terres d'Aubues » vue en coupe. (Baize, 2012).

④ : « petites Aubues », ③ : « Aubues rouges »

② : « Aubues blanches », ① : solums « complets »

Au cœur des plateaux, la couverture pédologique est plus épaisse, les horizons supérieurs sont beaucoup plus limoneux.

Figure 2: *The toposéquence of « terres d'Aubues » (seen as a cross section). At the heart of the plateaus, the soil mantle is thicker, the upper horizons have less clay content.*



Les travaux de Mantelet et Radet ont été complétés et affinés lors de la cartographie systématique des sols des plateaux jurassiques de Basse Bourgogne à 1/50 000 (1967-1996). Cette cartographie détaillée a permis de mettre en évidence une sorte de « toposéquence d'érosion » représentée sur la figure 2. Cette toposéquence peut être considérée d'une autre façon, selon un autre point de vue (Figure 3).

En outre, des observations sur fosses ont permis de constater dans les horizons argileux profonds la présence de ferri-argilanes rougeâtres sur la quasi-totalité des faces d'agrégats polyédriques et prismatiques. Leur surabondance a été confirmée par des examens de lames minces.

Par ailleurs, des analyses granulométriques ont démontré le caractère autochtone des « terres d'Aubues » : des anomalies dans les fractions insolubles des roches calcaires sous-jacentes se retrouvent dans les sols (Baize, 1991). Elles ont aussi permis de quantifier les contrastes texturaux entre les horizons supérieurs E et les horizons profonds BT (respectivement 18 à 30 % d'argile vs 45 à 70 %).

CONCLUSION

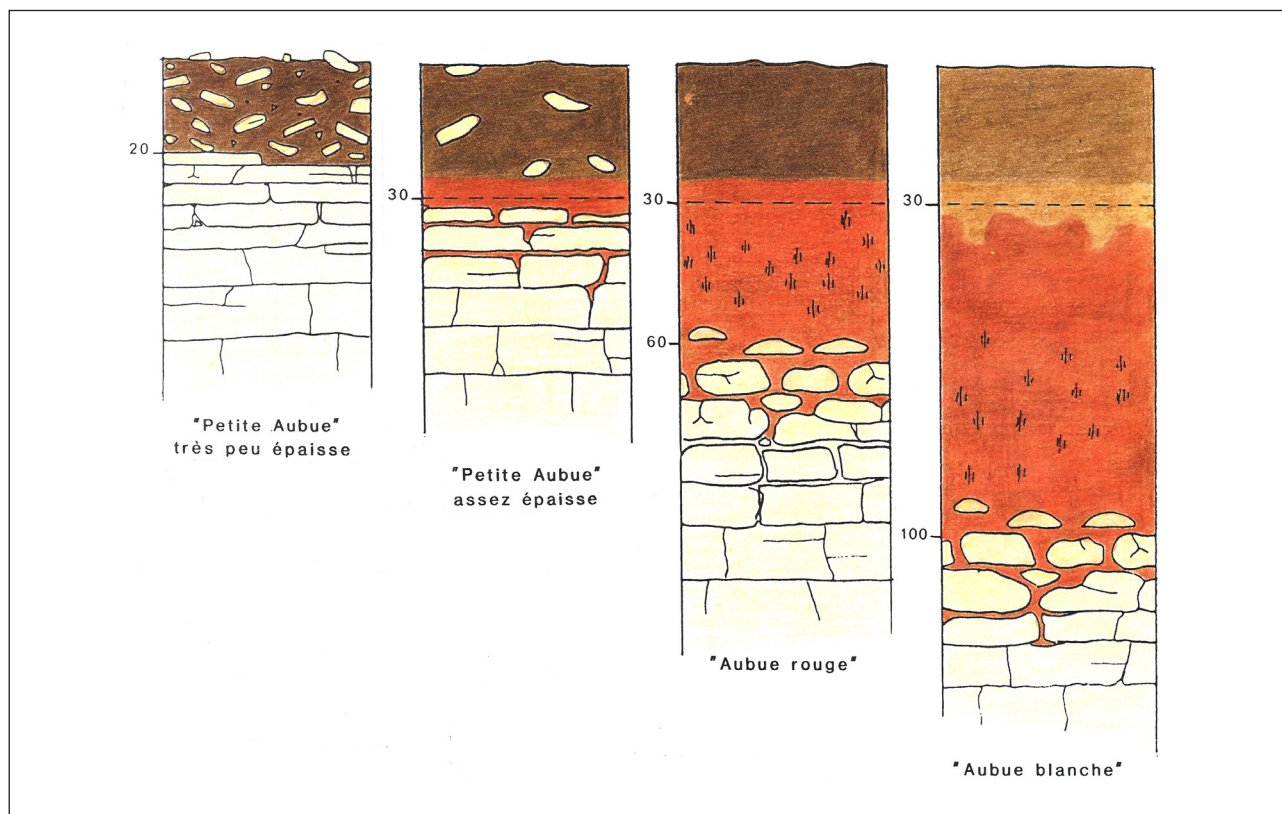
Pour leur époque, Mantelet et Radet ont été particulièrement clairvoyants.

- Grâce à des observations fines de terrain, ils ont bien repéré la succession des différents types de sols et leur approfondissement progressif depuis les bords de plateaux vers les centres (toposéquence).
- À juste titre, ils ont correctement pressenti que la décarbonatation¹⁰ des roches calcaires sous-jacentes provoquait la libération des fractions argileuses qu'elles contiennent, ces fractions insolubles s'accumulant et formant la matrice des sols.
- Ils ont parfaitement compris le processus de lessivage de l'argile, dès 1937, dans des sols argileux, et ce, dans un paysage dominé par le calcium.
- Ils ont discerné le rôle de l'érosion et du micro-relief.

¹⁰ À l'époque, on parlait de décalcification.

Figure 3 : Une façon de présenter l'épaississement des « terres d'Aubues » (Baize, 1989, 2012) : le point de vue de l'agriculteur ou celui du pédologue cartographe.

Figure 3: A way to present the thickening of the "Terres d'Aubues" (Baize, 1989, 2012): the farmer's point of view or that of the mapmaker.



BIBLIOGRAPHIE

- Baize D. (1971). Contribution à l'étude des sols des plateaux jurassiques de Bourgogne. Essai sur les terres dites «Aubues». Thèse 3^e cycle. Paris VI. 136 p.
- Baize D. (1989). Typologie des sols de l'Yonne. Les Plateaux de Bourgogne. INRA, Orléans, 154 p.
- Baize D. (1991). Sols et formations superficielles sur calcaires durs dans le sud-est du Bassin parisien. Première synthèse. Science du Sol, 29, pp. 265-287.
- Baize D. (2012). Les «terres d'Aubues» de Basse Bourgogne : nouvelle synthèse et bilan de matières à très long terme. Étude et Gestion des Sols, 19, 3-4, pp. 139-161.
- Baize D. (2025). Les mots de l'agronomie. Aubues. <https://mots-agronomie.inrae.fr/index.php?title=Aubues>
- Boulaine J. (1981). La contribution de Georges Aubert et de la section de Pédologie de l'ORSTOM à l'orientation de la pédologie française. Cah. ORSTOM, sér. pédol., vol. XVIII, n° 3-4, pp. 163-171.
- Concaret J., Voilliot J.P. (1967). Étude des sols de l'Yonne. Les plateaux de Bourgogne et leur bordure crétacée. Secteur est d'Auxerre. Notice et cartes au 1/50 000. Station Agronomique de l'Yonne, Auxerre. Multicopie. 52 p.
- Mantelet C., Radet E. (1937). Étude pédologique des sols des plateaux jurassiques dans l'Est de la France. Bull. AFES, III (3) pp. 204-237.

