Connaissance Vigne Vin 1976, **10,** N° 4, 359-367.

OBSERVATIONS SUR LA CHLOROSE FERRIQUE DANS LES SOLS VITICOLES CALCAIRES DU SAUMUROIS

R. MORLAT

Institut National de la Recherche Agronomique
Station d'Agronomie, Centre de Recherches d'Angers
Beaucouzé - 49000 Angers (France)

L'étude pédologique du vignoble de Saumur (MORLAT R., 1975) a clairement montré la diversité des sols, liée à une grande hétérogénéité des faciès géologiques du Secondaire et du Tertiaire (Turonien, Sénonien, Eocène) présents dans la région. Parmi ceux-ci existent des formations carbonatées constituées par des craies et des calcaires lacustres sur lesquelles, dans certains secteurs, la vigne extériorise des symptômes de chlorose ferrique Nous les présentons ci-dessous avant d'expliquer leur aptitude à provoquer l'apparition de cette maladie physiologique.

LES SOLS SUR FORMATIONS CARBONATEES (Fig. 1 et 2)

A) Sur craie limono-argileuse du Turonien inférieur

En fonction de la topographie nous pouvons distinguer :

- des rendzines grises typiques, sur pentes, minces, limono-argileuses très calcaires (60 p. 100 $CaCO_3$ total), caillouteuses, bien pourvues en matière organique (teneur supérieure à 2 p. 100) et possédant de bonnes propriétés physiques ;

- des sols bruns calcaires sur les replats et en bas de pentes, plus profonds, à horizons supérieurs allochtones (colluvionnement), argilo-limoneux moyennement calcaires (20 à 30 p. 100 Ca CO_3 total) mais plus riches en matière organique ;

- enfin, sur certains plateaux, se développent des sols bruns calciques

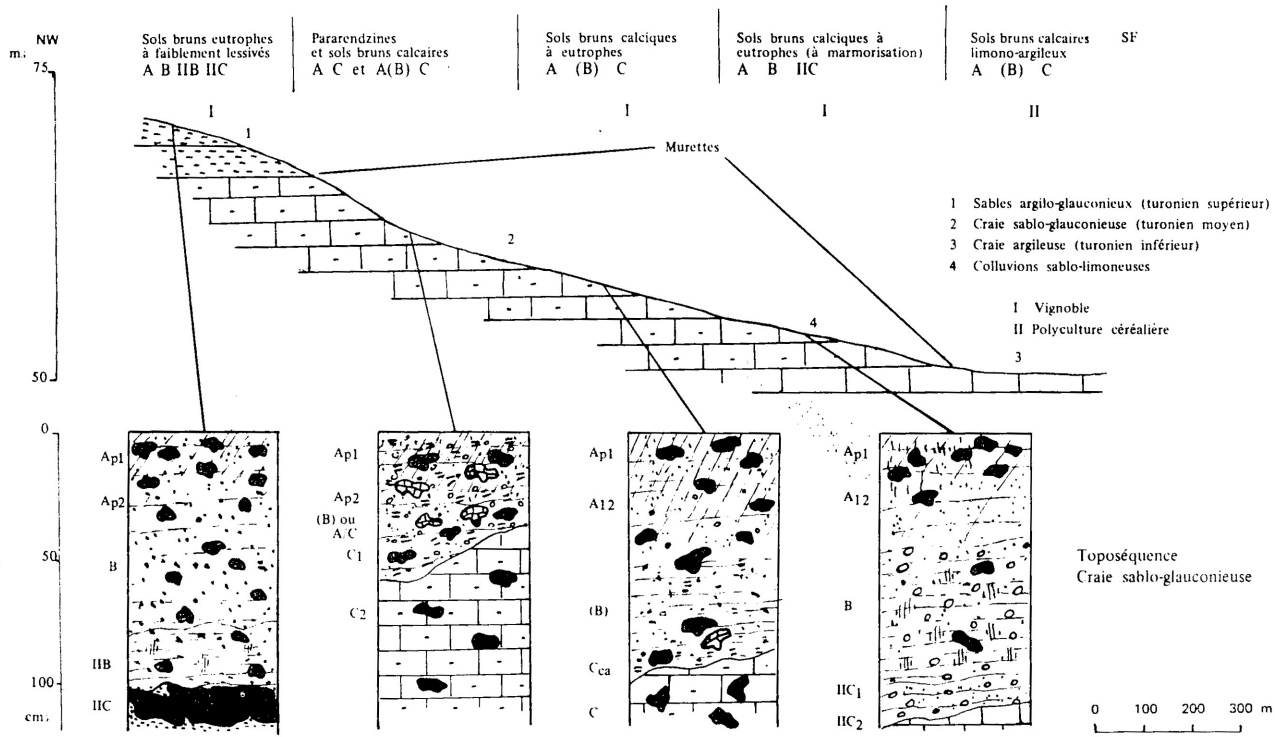


Fig. 1. — Coupe schématique NW-SE du flanc Sud de la butte de Saint-Cyr-en-Bourg.

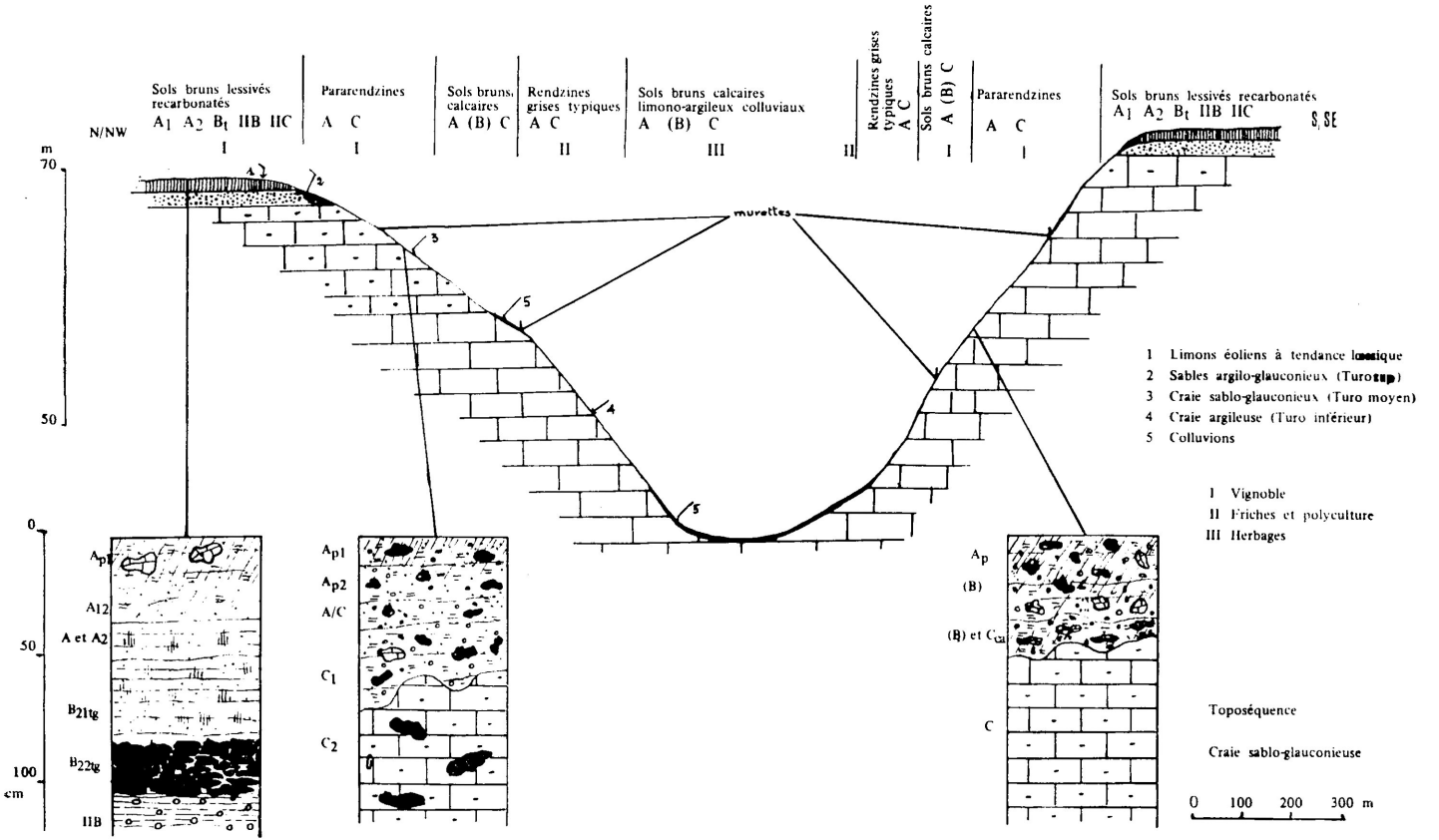


Fig. 2. — Coupe schématique NNW-S-SE d'une vallée sécante (Plateau de Montsoreau)

B) **Sur craie glaucono-micacée du Turonien moyen**

Une pédogénèse originale, que nous avons décrite par ailleurs (MORLAT R., en préparation) est observée dans les sols :

- sur les pentes soumises à l'érosion, prennent naissance des sols sableux à sablo-argileux moyennement calcaires. Ils ne présentent pas la structure typique des rendzines et peuvent être rapprochés des « Para-rendzines ».

- la poursuite de l'évolution se traduit par des sols bruns calcaires plus argileux, très bien structurés, qui passent aux sols bruns eutrophes à forte différenciation texturale.

C) **Sur marnes et sables calcaires du Turonien supérieur**

Les marnes engendrent des sols argilo-sableux colorés par les hydroxydes ferriques. Le lessivage des carbonates est presque total dans ces sols bruns calciques qui reposent à faible profondeur sur une roche très calcaire (70 p. 100 de Ca CO_3 total). Des sables calcaires contenant des poches sablo-argileuses existent dans certains secteurs. Leur altération se traduit par la génèse de sols bruns calciques à eutrophes, très sableux, riches en fer libre et très colorés.

D) **Sur calcaire lacustre de l'Eocène**

Des sols bruns calcaires, minces, caillouteux, limono-argileux, riches en matière organique et en carbonates (50 p. 100 Ca CO_3) se développent sur les pentes légères. En région de plateau les sols deviennent nettement plus épais (90 à 130 cm) et présentent des horizons supérieurs pollués par des sables allochtones. Il s'agit de sols bruns calciques à eutrophes sablo-argileux à argilo-sableux, peu caillouteux, moins riches en matière organique que les précédents.

LA CHLOROSE FERRIQUE DANS LES DIFFERENTS TYPES DE SOL

Jusqu'à ces dernières années les agronomes liaient l'importance de la chlorose ferrique à une seule caractéristique chimique des sols, à savoir la présence en plus ou moins grande quantité du calcaire actif. Un progrès essentiel est représenté par la mise au point, au Centre INRA de Bordeaux (POUGET et JUSTE, 1972), de l' « Indice de Pouvoir Chlorosant » (IPC),

lequel fait intervenir à la fois le calcaire actif et le fer facilement extractible sous forme d'un rapport :

$$(IPC = \frac{Ca\ CO_3}{(Fe)^2} \times 10^4)\ ^*.$$

A) **Teneurs en calcaire actif**

Dans l'ensemble, le taux de calcaire actif des sols est toujours inférieur à 15 p. 100, mais peut s'élever jusqu'à 25 p. 100 dans les roches sous-jacentes. Ce sont les sols sur Turonien inférieur, supérieur et Eocène qui en contiennent le plus (jusqu'à 25 p. 100 dans certains substrats). Par contre, ceux développés sur Turonien moyen ne possèdent jamais plus de 15 p. 100 de calcaire actif (Tableau I). Bien que ces teneurs soient toujours inférieures à la valeur limite de l'indice DROUINEAU-GALET des porte-greffes les plus résistants (41B, 333 EM), les symptômes de chlorose sont particulièrement graves pour les vignes établies sur certains faciès géologiques.

B) **Teneurs en fer extractible et IPC**

Les sols dérivés du Turonien inférieur, de certains faciès du Turonien supérieur (sols bruns calcaires sur marnes) ainsi que de l'Eocène possèdent les taux les plus faibles en fer extractible (25 à 70 mg/kg). Ceux issus du Turonien moyen et des sables calcaires du Turonien supérieur en sont nettement mieux pourvus (100 à 155 mg/kg).

Ces différences très nettes ne s'expliquent nullement par le degré d'évolution pédologique des sols mais par une hétérogénéité des faciès géologiques. En effet, l'abondance du fer facilement extractible dans les sols du Turonien moyen est probablement à relier à la glauconie présente en quantité notable dans la craie.

L'application de l'Indice de Pouvoir Chlorosant corrobore plus souvent que la simple introduction de la notion de calcaire actif les observations effectuées sur le terrain. C'est ainsi que dans la plupart des cas les fortes valeurs de l'IPC correspondent à des chloroses graves (Tableau I). Cet indice est élevé dans les sols issus du Turonien inférieur et certains faciès du Turonien supérieur (sols bruns calcaires sur marnes) pour

* $Ca\ CO_3$ actif en p. 100 de terre fine
$(Fe)^2$ en mg/kg de terre fine élevée au carré.

TABLEAU I

Caractères chimiques liés à la chlorose dans les principaux sols viticoles calcaires du Saumurois

Roche mère	Type de sol	Niveaux	Ca CO_3 total %	Ca CO_3 actif %	pH eau	Fer extractible mg/kg	Fer libre DEB %	I P C	Chlorose	Enracinement
TURONIEN INFERIEUR (craie limono-argileuse)	Rendzine grise	Sol (0-25 cm)	42	15	8,1	39,4	0,19	97	Très grave (dépérissement de la vigne)	Superficiel (ne pénètre pas la craie)
	Sol brun calcaire	Sol (0-35 cm)	25,5	8,5	8,0	25	0,38	136	grave	moyennement profond (50 à 60 cm)
TURONIEN MOYEN (craie glaucono-micacée)	Pararendzine et brun calc.	Sol (0-40 cm) Roche (>40 cm)	25,4 47,5	8,3 12,4	8,2 8,6	154 144	0,27 0,13	3 5	nulle ou très localisée	Très profond (jusqu'à 5 à 6 m dans la craie)
	Sol brun calcique à eutrophe	Niveau d'altération Craie (>100 cm)	23,2	6,0	8,1	112,5	1,10	4	nulle	profond (jusqu'à 1 m colonise largement la craie)
TURONIEN SUPERIEUR Sables	Sol brun calcique sur sables calcaires	Sol (0-70 cm) Roche (>70 cm)	3 35,4	0 11,3	8,0 8,7	100 112	0,45 0,34	0 9	Très grave (dépérissement de la vigne)	colonise entièrement le sol, ne pénètre jamais le sable calcaire
calcaires	Sol brun calcaire sur marnes	Sol (0-50 cm)	32,8	12,8	8,1	30	—	142	très grave	Superficiel
et marnes	Sol brun calcique sur marnes	Sol (0-45 cm) Roche (>45 cm)	7,7 54	0 24,5	8,1 8,5	106 87,5	1,21 0,70	0 32	grave	Superficiel (0-40 cm)
EOCENE (calcaire lacustre)	Sol brun calcaire	Sol (0-35 cm) Roche (>35 cm)	53,1 76,9	16 12	8,0 8,8	75 50	0,25 0,03	28 48	Très grave (dépérissement de la vigne)	Superficiel (colonise la partie supérieure du calcaire)
	Sol brun eutrophe	Sol (0-110 cm) Roche (>110cm)	0 91,7	0 9	8,0 8,3	70 62,5	0,38 0,14		nulle ou très localisée	profond (ne pénètre pas le calcaire)

lesquels les chloroses ferriques sont graves, malgré des taux moyens en calcaire actif.

Par contre l'explication n'est pas satisfaisante pour les sols bruns calciques sur sables calcaires du Turonien supérieur qui présentent un IPC nul sur tout le profil racinaire et inférieur à 10 dans la roche mère, alors que la vigne y chlorose fortement.

CONCLUSION

La plupart des sols chlorosants du Saumurois présentent des valeurs de l'IPC nettement plus élevées que celles correspondant au seuil de résistance des porte-greffes les mieux adaptés. C'est ainsi qu'en attendant l'introduction de nouveaux porte-greffes plus résistants que le 41B l'extension du vignoble sur le Turonien inférieur ne sera à envisager qu'avec une grande prudence, ainsi que sur certains faciès du Turonien supérieur et Eocène lacustre. Les travaux pédologiques effectués montrent que, dans le Saumurois, la disponibilité en fer facilement extractible détermine la plus ou moins grande aptitude à l'apparition de la chlorose pour les différents faciès géologiques correspondants. Ainsi l'échelle traditionnelle de résistance à la chlorose des porte-greffes de DROUINEAU-GALET s'applique-t-elle difficilement dans la zone prospectée puisque la plupart des sols présentent des teneurs moyennes en calcaire actif.

La plus ou moins grande extension racinaire de la vigne intervient également pour atténuer ou accroître les phénomènes de chlorose ferrique.

Manuscrit reçu le 6 août 1976.

RESUME

Le vignoble de Saumur est pour partie implanté dans des sols calcaires qui dérivent de l'altération de différents faciès géologiques du Secondaire et du Tertiaire. Malgré une teneur en calcaire actif des sols et des roches toujours inférieure au seuil de résistance des porte-greffes les mieux adaptés, ces derniers chlorosent fortement sur certains substrats. L'utilisation de l'Indice de Pouvoir Chlorosant (IPC) permet d'expliquer dans la plupart des cas ce phénomène par une insuffisance en fer facilement extractible des sols concernés.

L'étude met également en évidence l'importance des glauconies dans la fourniture en fer du sol à la vigne.

RÉSUMÉ

Le vignoble de Saumur est pour partie implanté dans des sols calcaires qui dérivent de l'altération de différents faciès géologiques du Secondaire et du Tertiaire. Malgré une teneur en calcaire actif des sols et des roches toujours inférieure au seuil de résistance des porte-greffes les mieux adaptés, ces derniers chlorosent fortement sur certains substrats. L'utilisation de l'Indice de Pouvoir Chlorosant (IPC) permet d'expliquer dans la plupart des cas ce phénomène par une insuffisance en fer facilement extractible des sols concernés.

L'étude met également en évidence l'importance des glauconies dans la fourniture en fer du sol à la vigne.

SUMMARY

The vineyards of Saumur are planted in calcareous soils derived from the weathering of different geological facies of the Mesozoic and Tertiary eras. In spite of the fact that the concentration of active calcareous matter of these soils and rocks is always less than the threshold of resistance of the best — adapted vine stocks, chlorosis has been observed on some soil types. The use of the chlorosing power index (IPC) permits the explanation, in most cases, of this phenomena by an insufficiency of easily available iron from these soils. This study has shown the importance of glauconites in the supply of iron from the soil to the vine.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Weinberge des Saumur-Gebietes sind zum Teil in einem Kalkboden angelegt, der aus der Verwitterung von verschiedenen Gesteinstrukturen des Sekundärs un Tertiärs herstammt. Trotz eines Gehalts des Bodens und Felsens an Aktivkalk, welcher immer unter der Resistenzschwelle der am besten angepassten Veredlungsträger liegt, chlorosieren letztere sehr stark auf gewissen Unterlagen. Die Verwendung des Chlorosierungsindex (IPC) gestattet die Erklärung der meisten Fälle dieser Erscheiunug durch einen Mangel an leicht aus den betreffenden Böden auszusonderndem Eisen.

Die Untersuchung zeigt ebenfalls die Bedeutung des Glaukonits bbei der Beförderung des Eisens vom Boden zur Weinrebe.

RESUMEN

El viñedo de Saumur está en parte plantado en suelos calcáreos que derivan de la alteración de diferentes estratos geológicos del Secundario y del Terciario. A pesar de un contenido calcáreo activo de los suelos y de las rocas, siempre inferior al umbral de resistencia de los porta-injertos mejor adaptados, éstos sufren una fuerte clorosis en ciertos substratos. La utilización del índice de poder clorosant (IPC) permite explicar este fenómeno, en la mayoría de los casos, por una insuficiencia en hierro facilmente extraible de los suelos en cuestión. El estudio pone también en evidencia la importancia de las glauconitas en el abastecimiento en hierro del suelo para la vid.

RIASSUNTO

Il vigneto di Saumur è in parte impiantato in terreni calcarei che derivano dall'alterazione di differenti faciès geologiche del Secondario e del Terziario. Malgrado un tenore in calcare attivo dei suoli e delle rocce sempre inferiore al limite di resistenza dei portainnesti più adatti, questi ultimi clorosano fortement su certi substrati. L'utilizzazione dell'indice di potere Clorosante (IPC), permette di spiegare nella maggior parte dei casi questo fenomeno per mezzo di una insufficenza in ferro facilmente estraibile dai suoli implicati.

Lo studio mette ugualmente in evidenza l'importanza delle glauconiti nella fornitura in ferro dal suolo ala vigna.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

MORLAT R., 1975. Les sols du Saumurois. Pédologie et utilisation agronomique appliquée au vignoble. **Thèse Doctorat 3e Cycle.** 111 p., Université de Poitiers.

MORLAT R. Les sols (de vignoble) sur craie glaucono-micacée du Saumurois (Turonien), caractères agronomiques liés à la viticulture. **Science du sol** (en préparation).

POUGET R. et JUSTE C., 1972. Appréciation du pouvoir chlorosant des sols par un nouvel indice faisant intervenir le calcaire actif et le fer facilement extractible. **C.R. Acad. Agric.,** t. 58, 352-357.