

Zeitschrift: Mémoires de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 16 (1976-1980)
Heft: 3

Artikel: Les sols du plateau vaudois
Autor: Gratier, Michel / Bardet, Luc / [s.n.]
Kapitel: III: Paramètres physico-chimiques des principaux types de sol en relation avec leur potentiel de production
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-259267>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

TROISIÈME PARTIE

PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES
DES PRINCIPAUX TYPES DE SOL EN RELATION AVEC
LEUR POTENTIEL DE PRODUCTION

I PARAMÈTRES CHIMIQUES DE LA FERTILITÉ

A La capacité d'échange

La capacité d'échange (T ou CEC) correspond à la quantité maximale de cations (H^+ compris) que le sol est capable de fixer. Cette valeur renseigne globalement sur les possibilités de fertilisation. Le taux de saturation S/T (S = somme de bases, Ca, Mg, K, Na) donne une idée sur l'état momentané de la garniture du complexe absorbant.

La capacité d'échange croît avec la teneur en humus et en argile et varie selon la nature des minéraux argileux.

Nous citons quelques valeurs repères tirées de G. GAUCHER, (1968).

matière organique humifiée	350 me/100 g
argiles gonflantes – smectites	} 80-150 me
– montmorillonite	
– vermiculite	
illite	20- 30 me
chlorite	10- 15 me
Kaolite	3- 15 me

Ces valeurs peuvent encore changer avec le degré de cristallinité et la granulométrie des minéraux argileux en question. Les interstratifiés ont une CEC intermédiaire par rapport à leurs minéraux constitutifs.

La capacité d'échange élevée de l'humus montre tout l'intérêt qu'il y a à maintenir un taux de matière organique suffisant pour conserver la fertilité, surtout en sol pauvre en argile et dans les sols avec des argiles à CEC basse (figure 44).

1. Répartition des minéraux argileux dans les principaux types de sols.

Le nombre restreint de profils analysés (8) donne une valeur limitée aux résultats ci-décrits. Dans les roches-mères, l'illite, la chlorite (Mg-Fe) et les smectites (Ca, Fe, Na) sont les minéraux argileux majeurs. L'illite est importante dans les calcaires et les moraines; la chlorite, dans les moraines; les smectites, dans les molasses; comme minéraux accessoires on rencontre des interstratifiés (illite-smectite) dans toutes les roches-mères et la kaolinite dans les calcaires crétacés.

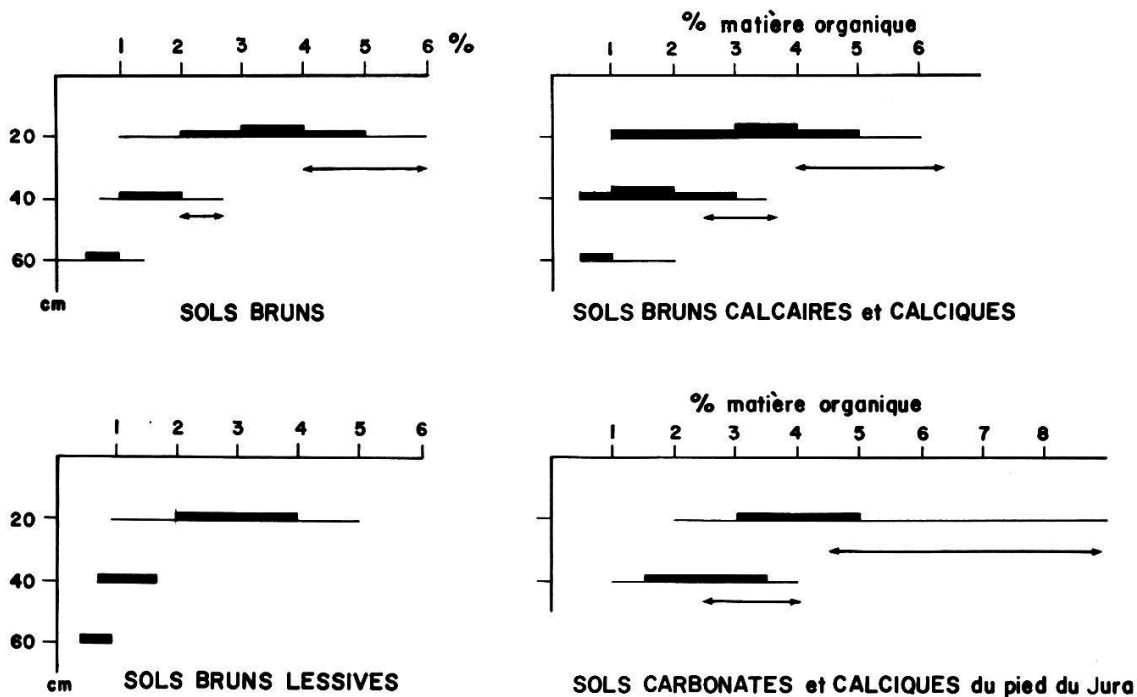


Fig. 44. - Distribution de la matière organique dans les principaux types de sols
 - l'épaisseur du trait indique la fréquence
 - le trait avec les flèches indique la fourchette dans laquelle se situent les prairies; on constate qu'elles correspondent aux sols à teneur en matière organique la plus élevée.

Les principales règles d'évolution seraient les suivantes (M. POCHON, 1979):

Dès qu'il existe un horizon A suffisamment acide, les végétaux extraient le potassium interfoliaire de l'illite qui se transforme soit en smectite* H, A, soit en interstratifiés* 10-14 m, la capacité d'échange augmente.

Dans les horizons B des sols acides et des sols lessivés, la transformation continue et les smectites sont dégradées en chlorite alumineuse: la capacité d'échange a donc tendance à diminuer, partiellement compensée par le gain d'argile illuviale* dans les Bt.

Ces transformations seraient ralenties en milieu hydromorphe.

Dans un sol rendocalcique sur fluvioglaciaire, l'héritage l'emporte (H. SPALTENSTEIN, 1979).

Nous avons observé une transformation de l'illite en smectite dans un sol brun sur calcaire du pied du Jura; sa capacité d'échange est élevée (40 me/100 g).

Dans la plupart des autres sols (bruns lessivés surtout) on est dans des situations intermédiaires. Il est alors difficile de déceler la part d'héritage et de transformation au niveau de chaque famille de minéral. Cette difficulté vient probablement du fait que la réserve importante en minéraux altérables fournit un éventail de formes ayant atteint différents degrés de transformation.

Le point commun à tous les profils est la diminution de l'illite de C vers A, particulièrement marquée dans les sols bruns acides et lessivés, à laquelle correspond un accroissement de la proportion d'autres minéraux argileux (interstratifiés et chlorite surtout).

2. Valeurs de la capacité d'échange

En règle générale la capacité d'échange augmente dans les horizons organiques, elle diminue dans les horizons lessivés A2, tandis qu'elle remonte dans les horizons Bt enrichis en argile par illuvation et dans les horizons C s'ils sont assez argileux ou limoneux. Dans les sols pauvres en argile elle reste basse. Les valeurs rencontrées dans les sols forestiers bruns et lessivés sont comprises entre 10 et 20 me/100 g, au niveau A/B pour une texture moyenne.

A titre de comparaison, les sols agricoles riches sur limon dans le Nord de la France ont une CEC de 20 à 25 me/100 g.

Les valeurs mesurées par la station agronomique de Changins dans les sols cultivés du plateau vaudois sont en moyenne supérieures à celles des sols sous couverture forestière: 15 à 25 me/100 g.¹⁾

La répartition géographique est nette:

les valeurs supérieures à 25 s'appliquent à des sols ayant plus de 3,5% d'humus et/ou 24% ou plus d'argile. Ce sont les sols du domaine stampien, des plaines de l'Orbe et de la Broye et du pied du Jura (riches en humus) en majorité calciques et calcaires;

les valeurs faibles se rencontrent dans le domaine des molasses gréseuses avec 15% d'argile et 2% d'humus dans la plupart des cas.

La fumure potassique, magnésienne et calcique devrait s'appuyer sur ces valeurs de CEC, de façon à éviter les pertes par lessivage – avec ses conséquences sur la pollution des nappes – et le gaspillage d'argent en engrais. Ces analyses étant trop longues et coûteuses pour les plans de fumure de chaque exploitation, on voit tout l'intérêt d'une étude raisonnée des principaux types de sol, qui fournit des modèles de référence à la pratique agronomique.

B Valeurs et rapports des principaux cations

Au préalable, nous donnons en référence les quelques valeurs repères comparatives tirées des résultats d'analyses des cartes pédologiques de France au 1:100 000^e qui nous ont servi de base d'appréciation. Il s'agit de valeurs, ou de fourchettes de valeurs moyennes, s'appliquant à des sols bruns normalement pourvus en cations. En réalité, comme le montre l'enquête M. CRAHET (1968), il faudrait être nuancé dans une telle appréciation puisque les chiffres traduisant une carence peuvent être très différents suivant le type de sol, en particulier la texture et le degré d'hydromorphie.

1) Mais la méthode d'analyse était différente pour les sols agricoles; extraction au chlorure de baryum.

valeurs en me/100 g de	Ca	Mg	K	Na
sols bruns cultivés (horizons Ap)	10-5	1,5	0,5	0,1-0,05
sols bruns forestiers	>1	0,8-0,2	0,4-0,1	0,1-0,05

1. Valeurs et rapports des principaux cations échangeables dans quelques sols forestiers du Plateau

– Déficits:

En sol ou horizon acide, toutes les valeurs sont faibles et l'insuffisance de Ca provoque des déséquilibres dont le plus significatif est l'augmentation du rapport Mg/Ca sur molasse décarbonatée.

Dans les horizons carbonatés, l'abondance de Ca rend les autres valeurs trop faibles. En horizon sableux, Mg et K sont faibles en raison de la faible CEC.

Dans les argiles de décarbonatation sur calcaire et dans les horizons Bt sur fluvioglaciaire, Mg et K ont des valeurs relativement faibles par rapport à la somme des bases (1 à 4%) malgré des valeurs absolues suffisantes.

Le potassium a partout des valeurs absolues faibles (voisines de 0,1 me/100 g, sauf dans le sol brun sur calcaire, mais il faut remarquer qu'il s'agit d'un sol argileux, donc plus exigeant en K (M. CRAHET).

– Surplus:

Dans les horizons molassiques à pH > 5 et moraine de fond à forte proportion de molasse broyée, Mg a des valeurs fortes (1,7 à 3,7 me/100 g) en relation avec la teneur en dolomie des molasses, ceci donne des rapports Mg/K élevés (9 à 12, tandis qu'un rapport normal est voisin de 3).

2. Valeurs des principaux cations dans les sols agricoles

(d'après les analyses de 250 profils par la station Fédérale de Recherches Agronomiques de Changins).

– richesse en Mg (> 2 me/100 g) (voir le tableau précédent comme base d'appréciation) elle est liée à la proximité de faciès dolomitiques, molasse stampienne et calcaire préalpin; sols des plaines de l'Orbe et du Rhône. Il faut remarquer que les sols bruns calcaires, surtout s'ils sont riches en K, seront plus exigeants en Mg (M. CRAHET).

– pauvreté en Mg (< 0,7, me/100 g).

C'est le cas le plus répandu; il est parfois lié à une faible CEC.

Elle se rencontre dans les sols pauvres en argile et plus ou moins acides: bruns acides et bruns lessivés, elle est donc plus fréquente dans le domaine burdigalien.

Dans les sols à pH élevé, on peut craindre que les faibles valeurs soient dues à l'inadaptation de la méthode d'extraction au type de sol.

– richesse en K (> 0,5 me/100 g)

Elle s'observe dans les sols de la plaine de l'Orbe et du pied du Jura, mais parfois avec un déséquilibre K/Mg

- pauvreté en K ($< 0,2$ me/100 g)

Elle s'observe dans différents types de sols, surtout bruns calcaires; les sols bruns pauvres en K sont fréquemment aussi pauvres en Mg.

II PARAMÈTRES PHYSIQUES DE LA FERTILITÉ

A Profondeur du sol et réserve en eau

La notion de profondeur du sol peut être considérée sous deux aspects qui se complètent.

Dans le sens pédogénétique, c'est la profondeur jusqu'où vont les transformations des matériaux géologiques, soit principalement la décarbonatation et la structuration: c'est la limite B-C (ou A-C).

Dans le sens agronomique et sylvicole, c'est la profondeur physiologique, ou tranche de terre utilisable par les racines, soit celle qui garantit la réserve en eau et fournit les éléments nutritifs aux plantes.

Ces deux profondeurs ne coïncident pas toujours, nous examinerons donc les différents cas:

- la profondeur physiologique est en gros égale à la profondeur pédologique lorsqu'on trouve sous le sol une roche assez dure (calcaire ou molasse gréseuse), ou un matériel sans réserve en eau (graviers fluvioglaciaires), ou une couche trop riche en carbonate, (ce qui induit des blocages chimiques: craie lacustre), ou une roche meuble compactée comme la moraine de fond.
- la profondeur physiologique est inférieure à la profondeur pédologique lorsqu'une partie de l'épaisseur du sol est engorgée par l'eau; c'est le cas des gleys et, pour une partie de l'année, des pseudogleys. C'est le cas aussi lorsque le volume utilisable par les plantes est réduit par l'abondance des cailloux dans les horizons A et B.
- la profondeur physiologique est supérieure à la profondeur pédologique lorsque le sous-sol peut contribuer à l'alimentation en eau des plantes, les racines descendant dans l'horizon C; c'est le cas des mélanges moraino-molassiques et des moraines ni trop tassées, ni trop graveleuses. Ainsi, certains sols d'érosion peu épais, de type A-C, ont une réserve en eau supérieure à celle que fournirait le seul horizon A. Un autre phénomène intervient probablement, c'est la remontée capillaire par les micropores des sols sur la molasse marneuse et la moraine de fond, la seconde étant généralement plus humide mais restituant moins bien son eau.

Pour simplifier l'estimation de la réserve en eau, dans les sols sur moraines, on peut dire que: dans la moyenne des sols agricoles, à un degré croissant d'évolution correspond aussi une épaisseur croissante de sol utile (figure 8b). La capacité de rétention en litres/m² correspondant à la réserve en eau facilement utilisable* (RFU mesurée entre pF*2 et 4) est sensiblement égale à la profondeur physiologique mesurée en cm.

Aussi:

les sols superficiels carbonatés auront une capacité de rétention inférieure à 40 l/m²;

les sols bruns calcaires à calciques auront une capacité moyenne de 40 à 70 l/m²;

les sols bruns et bruns lessivés auront de 70 à 120 l/m² voire davantage.

Nous avons mesuré sur le sol brun à pseudogley de Bercher (figure 23) les paramètres hydriques suivants, soit:

30% d'eau à la capacité au champ et 18 à 22% d'eau au point de flétrissement temporaire. La différence représente la réserve en eau facilement utilisable; dans ce cas elle est donc d'environ 10% du volume soit 100 l au m³ ou 100 l pour 100 cm de sol.

Ceci n'est pas applicable aux sols colluviaux qui sont souvent plus profonds. Cette échelle d'estimation est valable pour les sols à texture moyenne. En sol sableux ou caillouteux, ces valeurs doivent être diminuées.

B Bilan hydrique et irrigation

Le bilan hydrique est égal à la somme des précipitations P moins l'évaporation par le sol et les plantes (évapotranspiration ETP)

L'évapotranspiration se mesure de différentes façons (voir F. CALAME, 1977; B. PRIMAULT, 1972). P et ETP s'expriment en mm d'eau; 1 mm correspond à 1 litre d'eau par m².

Le bilan hydrique a été étudié par CALAME pour la région de Genève, de 1901-1970, par périodes de 10 jours, d'où il ressort que:

– En année moyenne le bilan est légèrement déficitaire dès le mois de mai (environ 50 mm). Les précipitations de la 2^{ème} quinzaine de juin comblent généralement ce déficit. Suit un nouveau déficit ETP qui atteint son maximum fin août. Toutes les années ne se ressemblent pas, le déficit cumulé peut varier de 50 à 300 mm. Ces extrêmes représentent des années d'exceptionnelle sécheresse ou pluviosité, dont la fréquence est donnée par le tableau ci-après:

sur 10 années nombre d'années	déficit ETP cumulé mm
1	300
2	220
4	140
2	100
1	050

Ceci signifie que 7 année/10 le déficit est inférieur à 140 mm

que 2 année/10 le déficit peut atteindre 220 mm

que 1 année/10 le déficit peut atteindre ou dépasser 300 mm

– Ces valeurs sont applicables au pied du Jura et dans la plaine du Rhône. Dans les autres parties du canton, les valeurs d'ETP sont inférieures puisque la pluviosité est plus grande et la température plus basse.

Il faut souligner que le calcul ETP d'après l'auteur donne des valeurs qui s'appliquent à une prairie; il convient d'introduire un facteur supplémentaire de correction K qui dépend de tout type de culture autre que la prairie.

Le déficit n'a de réelle influence sur la croissance des végétaux que lorsqu'il est supérieur à la réserve en eau du sol. Nous pouvons estimer, sur le plateau vaudois, que les cultures sur sols superficiels (RFU 40 à 50 mm) souffrent de la sécheresse 5 à 8 ans sur 10, alors que sur les sols profonds, la sécheresse fera sentir ses effets moins de 3 ans sur 10. Dans ces conditions, la mise en place d'un système d'irrigation ne se justifie guère financièrement que sur les sols superficiels.

C Stabilité de structure

La destruction de la structure dans la couche superficielle du sol provoque un défaut d'aération, une difficulté d'écoulement de l'eau et un compactage qui gênent le développement normal des racines. Les pires conditions sont réunies lors d'un dégel par temps de pluie.

Les facteurs qui diminuent la stabilité sont:

- l'abondance de limon, surtout fin (deux fois plus dispersant que le limon grossier)
- de faibles teneurs en matière organique, en calcium échangeable et en argile

Le remède consiste à augmenter les restitutions organiques (engrais vert, prairies temporaires, pailles enfouies...), à limiter les façons superficielles, éventuellement à chauler.

L'instabilité structurale (Is) se mesure d'après le test de HENIN; plus la valeur Is est élevée et plus le sol est instable. Les terres battantes* ont un $Is \geq 2,5$ dans l'horizon Ap.

Les indices Is les plus élevés que nous ayons mesurés sont localisés dans les sols issus de la moraine de fond, avec ou sans pseudogley dans le domaine aquitain (ils vont de 3,5 à 23, horizons Bg et C).

A défaut de mesure par le test HENIN on peut appliquer une formule qui s'en inspire et calculer un indice de battance R.

$$R = \frac{1,5 \text{ limon fin } \% + 0,75 \text{ limon grossier } - C}{\text{Argile } \% + 10 \text{ mat. org. } \%}$$

(dans REMY et MARIN-LAFLECHE, 1974)

C = facteur de correction en sol alcalin
 pH > 7 C = 0,2 (pH-7)
 pH = 7 C = 0

R > 2 très battant
 R 1,8 à 2 battant
 R 1,6 à 1,8 assez battant

Le calcul de l'indice de battance R révèle que les sols battants ont à peine 2% de matière organique et au moins trois fois plus de limon que d'argile. Parmi ceux-ci on a trouvé des sols tachetés bruns lessivés du domaine aquitain et des sols limono-sableux avec très peu d'argile; leurs pH sont compris entre 5,5 et 6,5. Les sols battants sont en faible proportion, mais les sols qui voisinent la limite de 1,4 (un peu battant) sont fréquents, ce qui signifie que, si leur réserve en matière organique vient à baisser, cet inconvénient apparaîtra.

D Porosité et tassement

Le passage des tracteurs, lorsque la terre est à une humidité supérieure ou égale à la capacité au champ, provoque un tassement. Les sols silteux et limono-argileux sont les plus sensibles.

Quelques mesures effectuées par J. NEYROUD (1978) sur un sol limoneux montrent que le tassement augmente la densité apparente (de 1,4 à 1,65); parallèlement, la porosité au prélèvement passe de 20 à 7%, le coefficient de perméabilité diminue de 10 à 20 fois.

Le tassement se fait au détriment des pores de plus grandes dimensions, la réserve en eau facilement utilisable diminue d'au moins 10%.

E Perméabilité et drainage

1. Gleys et pseudogley

Dans les sols hydromorphes, la profondeur des drains est déterminée en fonction du niveau auquel on veut ramener le plan d'eau, de façon à permettre aux cultures l'enracinement dans une zone aérée (cette profondeur est en général de l'ordre du mètre).

L'écartement des drains est basé sur le coefficient de rabattement de la nappe (cas d'une nappe profonde) ou sur la vitesse d'infiltration qui est fonction de la perméabilité du sol. Plus la perméabilité est faible, plus les drains devraient être rapprochés (un calcul de rentabilité est nécessaire). On trouvera en annexe quelques valeurs tirées de A. MUSY (1973) et pratiquées à la Côte sur moraine de fond, dans les sols qui reçoivent l'appellation locale de «diot» (bruns calciques à bruns lessivés à pseudogley, de texture silteuse et limono-argileuse);

Drains enterrés		sous-solage*	
écart entre 2 files	15-20 m	écart entre 2 galeries	1,2 m
profondeur	0,9-1,3 m	profondeur moy.	0,6 m
diamètre drain	8-10 cm	galeries d'une dizaine de cm Ø	
pente	1,5-3%	exutoire nécessaire	
prix global moyen	> 4500 F/ha		1800 F/ha
durée d'efficacité	30 à 50 ans		8 à 15 ans

NB: La rentabilité des deux systèmes ne peut se comparer que sur la base des gains en accroissement de rendement, plus le sol est humide et moins le sous-solage est valable.

Le drainage des gleys est généralement sans efficacité; celui des pseudogleys ne se justifie que s'il permet une diversification des cultures, ce qui n'est guère possible qu'en dessous de 650 m d'altitude.

2. *Les tourbes*

Le drainage des marais a entraîné une diminution d'épaisseur des tourbes. Une fois le niveau de la nappe abaissé, l'humus brut de la tourbe émergée est transformé par les bactéries aérobies en humus doux, lequel occupe un volume moindre; à quoi s'ajoutent l'effet de tassement physique dû à l'assèchement et l'érosion éolienne de cette terre légère. Au bout d'un temps variable (en certains endroits la surface s'est abaissée de 1 m depuis 1940), les drains sont à nouveau proches de la surface, donc inefficaces et l'ouvrage doit être recommencé. A cela s'ajoute un phénomène de colmatage des drains par des gels de fer calciques (J.-F. JATON, 1977). Là où la couche de tourbe est moins épaisse et surmonte une craie lacustre, celle-ci apparaît alors en surface. Cette craie, ou tuf, composée de carbonate de chaux presque pur, est un milieu impropre à la culture.

3. *Les mouilles :*

Ronds d'humidité temporaire ou permanente, elles sont dues à un excès d'eau localisé; pouvant se répéter plusieurs fois dans une même parcelle elles gênent la grande culture. Elles font parfois leur apparition à la suite de suppression de haies ou de bosquets. Les mouilles correspondent à des venues d'eau par résurgence, suintement de nappe sur pente ou en pied de talus, présence d'un niveau ou d'une lentille imperméable à faible profondeur en terrain plat.

Les mouilles de pente sont souvent liées à des glissements de terrains. Les mouilles sur forte pente ne gênent généralement pas la culture; l'eau peut être captée pour abreuver le bétail. Sur faible pente labourée, leur drainage est possible. En terrain plat, le drainage est peu efficace par défaut d'exutoire. Lorsqu'il s'agit de légères cuvettes, la meilleure solution consiste à les combler par un apport de terre perméable.

III APPRÉCIATION DU POTENTIEL DE FERTILITÉ DES DIVERS TYPES DE SOLS

A *Principes généraux*

L'appréciation du potentiel de fertilité d'un sol repose sur la possibilité de diversification des cultures (R. HAEBERLI, 1968 et 1971). Un sol est jugé d'autant plus fertile qu'on peut y faire un plus grand nombre de cultures avec des rendements suffisants. Il faut aussi tenir compte du fait qu'un sol peut, dans certains cas, avoir une vocation plus marquée pour une

culture en particulier, sans pour autant être apte à une diversification (exemple des sols bruns acides sableux du Jorat favorables à la culture de la pomme de terre. Cela revient principalement, dans un sens négatif, à noter les facteurs limitants qui empêchent ou gênent certaines cultures – ou, spécifiquement, dans un sens positif, à donner une note d'appréciation au sol pour chaque type de culture envisagée.

1. *Facteurs limitants absolus:*

Très fortes pentes et relief très irrégulier: seuls les prairies permanentes sont possibles, les bois sont difficilement exploitables; exceptionnellement, lorsque les conditions climatiques le permettent, des cultures spéciales telles que la vigne sont possibles.

Affleurement de roche dure

Hydromorphie permanente là où les drainages sont inefficaces: seule la prairie permanente extensive est possible.

2. *Caractéristiques défavorables:*

Pentes moyennes ou irrégularité; lorsque la pente est comprise entre 10-20%, des difficultés d'utilisation des grosses machines sont déjà probables. Dès 20% de pente moyenne, on retrouve d'anciens systèmes de terrasses de cultures. Leur largeur était souvent égale à 20 m, un multiple de l'essaim du semeur (5 m), ($20 \times 200 \text{ m} = 1 \text{ pose}$). Elles ne sont pas adaptées aux machines actuelles, aussi a-t-on tendance à supprimer les talus qui les séparent en risquant de mettre en affleurement un banc rocheux. Il semble qu'à l'étage collinéen leur meilleure utilisation serait les vergers.

Profondeur insuffisante du sol (moins de 50-60 cm): elle diminue la réserve en eau et les possibilités d'enracinement des plantes.

Charge en cailloux importante: lorsqu'ils recouvrent 10% et plus de la surface du terrain, on rencontre des difficultés de cultiver les sarclées et l'usure des machines est plus importante. De plus, une charge importante en cailloux est très souvent liée à un sol peu épais.

Textures extrêmes: les textures trop légères, généralement liées aux sols bruns acides ou aux sols rendziniformes, et celles trop lourdes, liées aux sols hydromorphes, sont défavorables par défaut d'alimentation en eau ou par manque d'aération.

Drainage insuffisant: il limite la profondeur physiologique une partie de l'année.

Teneurs élevées en calcaire $> 25\%$: elles ont une influence sur le choix des espèces forestières et horticoles, des plants de vigne (résistants à la chlorose) et, dans les grandes cultures, sur le type de fumure à adopter afin d'éviter les carences. Ces teneurs élevées se rencontrent souvent dans des sols d'érosion qui présentent d'autres défauts.

L'appréciation du potentiel de fertilité d'un sol tient compte également des caractéristiques climatiques qui conditionnent aussi la gamme des cultures possibles (K.F. SCHREIBER, 1968). Un sol médiocre est plus intéressant à l'étage collinéen inférieur (doux) qu'à l'étage supérieur (frais), mais les productions doivent rester diversifiées à chaque niveau thermique. (Nécessité des rotations culturales). Lorsque la contrainte climatique augmente (par exemple avec l'altitude), la diversification des cultures est plus difficile. Dans ce cas, la nature du sol joue un rôle secondaire dans l'appréciation du potentiel de fertilité.

B Aptitudes culturales et fertilisation des différents types de sols.

1. Sols peu évolués

Ce sont des sols superficiels (moins de 40 cm), leur réserve en eau est insuffisante, ils ont souvent un excès de cailloux. Les pararendzines présentent une teneur en calcaire actif comprise en moyenne entre 15 et 30% de celle en calcaire total (P. ROD, 1974). La teneur en calcaire actif joue un rôle important dans le pH et l'équilibre nutritionnel des végétaux. Lorsque le pH dépasse 7,5, on peut s'attendre à des déséquilibres d'alimentation en phosphore et en soufre. La carence en P a été observée sur maïs cultivé sur pararendzine molassique dans la région d'Orbe.

Le calcaire actif ralentit la minéralisation de l'humus; donc l'alimentation azotée des plantes dépend presque exclusivement de la décomposition de la matière organique fraîche. Celle-ci est si rapide que les pertes par entraînement peuvent être importantes; la fumure azotée de complément devrait être fractionnée.

En pente, les sols rendziniformes sont pâturés (pré maigre séchard: *Arrhenatheretum* à sauge et bromaie à esparcette); en terrain peu accidenté, les sols rendziniformes sont labourés et le rendement des cultures est fréquemment médiocre (pied du Jura). Ces sols se retrouvent également en inclusions dans le Gros de Vaud et à la Côte où ils entraînent une diminution du rendement moyen des parcelles.

Malgré leur roche-mère limoneuse et moins graveleuse, les pararendzines d'érosion sur moraine de fond présentent des propriétés physiques défavorables; leur horizon C, très tassé naturellement, présente une faible porosité et se durcit à l'état sec; les cultures restent à l'état nain, ne pouvant développer normalement leur système racinaire.

2. Sols à horizon B de structure

Les sols bruns calcaires ont une profondeur variable, généralement moyenne (60 cm), parfois dépassant 1 m dans les types colluviaux.

Les sols bruns calcaires ou calciques dérivant des molasses marneuses allient avantages et inconvénients du fait de leur proportion élevée d'éléments fins (0-20 cm). Leur capacité d'échange est élevée (argiles

gonflantes); ils sont donc fertiles et en plus bien structurés, mais difficiles à travailler. Gorgés d'eau en période humide, ils présentent des fentes de retrait en période sèche qui peuvent rompre les racines (caractère verticale). Le labour d'hiver serait préférable pour laisser les mottes s'effriter. En labourant au printemps on prend le risque de rendre cette fragmentation difficile en cas de sécheresse précoce.

Le taux de matière organique est généralement élevé dans ces sols, surtout lorsqu'ils sont colluviaux; mais là où la molasse marneuse affleure il y aurait intérêt à relever le taux d'humus afin d'améliorer l'émiettement du labour. Un minimum de 3% de matière organique doit être conservé.

Ces sols sont sensibles au tassement malgré leur bonne structure (il y a toujours assez d'argile, d'humus et de calcaire pour contrebalancer l'effet dispersant du limon fin). Le passage des engins lourds doit donc être limité au maximum en période humide.

Les pailles enfouies se décomposent lentement (1 an 1/2) ce qui peut entraîner un blocage d'azote, surtout en terre tassée où la semelle de labour prend parfois une couleur gris-verdâtre.

Les luzernes viennent particulièrement bien sur ces sols mais les passages répétés du tracteur, avec la pratique de l'ensilage, est souvent contre-indiquée.

Ces sols sont les mieux pourvus en magnésium à cause de la nature dolomitique d'une partie des carbonates; mais le pH élevé, en particulier dans les régions d'Orbe et de Goumoens-le-Jux, oblige à surveiller le taux d'acide phosphorique. Il convient de signaler le cas, rapporté par un agriculteur, de prise en masse (destruction momentanée de la structure) après un fort apport de potasse, phénomène de thixotropie lié à la nature des argiles (groupe de montmorillonite cf GAUCHER, 1968).

Les sols bruns calcaires ou calciques sur moraine de fond sur l'étage stampien se rapprochent, en moins bien structurés, des sols analogues dérivés des molasses; ce sont aussi des sols lourds à bonne vocation pour le blé, mais la présence de l'horizon Cg tassé, à profondeur moyenne, a souvent obligé à drainer. La faible porosité de la moraine freine l'écoulement de l'eau et il est probable qu'une partie des engrais soit entraînée par ruissellement en période humide. La nature surtout illitique des argiles peut laisser craindre une rétrogradation potassique s'il n'y a pas assez d'humus pour y faire écran. Ces sols s'améliorent là où la moraine a été remaniée et structurée sur une plus grande épaisseur.

3. Sols à horizon (B) peu épais

Les sols bruns calciques et bruns peu épais du Pied du Jura ont des avantages qui ne compensent pas leurs inconvénients.

A cause du manque de profondeur et de la forte charge en cailloux, leur réserve en eau est insuffisante, sauf localement lorsqu'ils sont

colluvionnés. En revanche, leur teneur en humus est plus élevée que dans les autres sols. L'analyse d'une terre de décalcification sur calcaire crétacé a montré la richesse de son complexe absorbant et sa capacité d'échange élevée, à cause de la teneur élevée en matière organique et de la nature smectitique de ses argiles. L'activité biologique y était d'ailleurs très grande et variée.

Dans ces sols riches en matière organique, appelés aussi mélanisés, le C/N est bas comme dans les sols carbonatés, mais il se pourrait que l'azote soit sous forme insolubilisée dans des noyaux aromatiques (isohumisme). Dans ce cas le taux annuel de minéralisation de l'azote serait faible et l'apport d'engrais azoté nécessaire, surtout lors de l'enfouissement des pailles (pauvres en azote $C/N > 50$).

4. *Sols à horizon (B) assez épais*

Les sols bruns eutrophes et mésotrophes sont équilibrés dès qu'ils atteignent une épaisseur suffisante (plus de 60 cm). A l'ouest du canton, ils sont parfois assez caillouteux; à l'est du canton, ils ont une tendance hydromorphe, comme les sols bruns lessivés auxquels on les trouve associés. Dans les domaines aquitanien et burdigalien, ils sont plus légers et leurs propriétés les rapprochent des sols bruns acides.

Les sols bruns acides sont d'autant plus pauvres qu'ils ont moins de limon. Leur capacité d'échange est faible par manque de colloïdes; le seul moyen de l'élever est d'accroître les restitutions de matière organique (objectif 3% au moins). Lorsque le taux de saturation en bases est faible, le chaulage permet de regarnir le complexe absorbant en calcium. A titre indicatif, on compte 2000 kg de chaux à l'ha pour remonter le pH d'une unité en sol limono-sableux; mais les apports doivent être faits par petites doses, afin de ne pas créer de nouveaux déséquilibres.

Dans les sols bruns limono-sableux plus ou moins faiblement lessivés du domaine aquitanien, à tendance acide, le manque d'agrégats construits (abondance de sable et pas assez d'humus) entraîne un tassement à faible profondeur. Leur faible CEC peut rapidement amener à une carence en K avec la culture du tabac. Le manque d'agrégats les rend également sensibles au ravinement par érosion même sur des pentes faibles. Dans ce cas on devrait éviter les cultures laissant à nu une bonne partie du sol (à fortiori leur répétition pendant plusieurs années de suite) et ne pas labourer dans le sens de la plus grande pente.

Ce sont ces mêmes types de sols, un peu plus limoneux, qui sont sensibles à la battance. Dans ce cas l'introduction de prairies temporaires dans l'assolement a un effet bénéfique, tandis que les cultures sarclées ont un effet dégradant; ces phénomènes sont justement présents dans les zones où ces cultures prennent une place importante dans l'assolement (maïs pour ensilage et tabac).

5. Sols lessivés

Les sols bruns lessivés sont parmi les plus profonds, leur réserve en eau est donc toujours suffisante.

Dans le domaine stampien occidental, ils sont encore assez riches en bases, mais parfois assez graveleux dès une profondeur de 30 ou 50 cm. Leur charge en cailloux a l'avantage relatif d'éviter l'apparition d'une légère hydromorphie en facilitant le drainage.

Dans les domaines aquitainien, burdigalien et stampien oriental, la teneur en bases diminue, la tendance à l'hydromorphie se généralise à profondeur moyenne (pseudogley modéré dès 50-60 cm), la présence de mouilles est fréquente (cf drainage) un peu partout.

L'horizon A2 des sols bruns lessivés et lessivés est mal structuré même lorsqu'ils ne sont pas battants. A ce défaut s'ajoutent une faible porosité totale (40%) et une perméabilité diminuée qui peuvent favoriser le ruissellement sur pente. La relative compacité de l'horizon Btg peut entraîner la stagnation de l'eau avec une anaérobiose de printemps qui nuit à la nutrition azotée.

Dans les sols lessivés, le contraste entre A2 et Bt s'affirme. L'horizon A2 est appauvri, son taux de saturation est faible surtout sous forêt où le pH est franchement acide. La culture tend à malaxer le A2 avec la partie supérieure du Bt, ce qui est un avantage dans la mesure où le taux d'argile du Ap est plus élevé que celui de l'ancien A2, mais à condition de ne pas trop abaisser le taux d'humus par un labour trop profond.

Finalement la capacité d'échange des sols bruns lessivés de culture est du même ordre que celle des sols bruns.

6. Sols hydromorphes des plaines et marais drainés

Les pseudogleys calciques brunifiés sont localisés sur les alluvions fines arrachées aux marnes molassiques. Ils possèdent une très bonne structure stable à cause de leur teneur assez élevée en matière organique et en calcium. Ces sols convenaient à la production herbagère et au pacage; leur drainage a permis d'en faire de bons sols betteraviers et céréaliers. La nappe profonde permet une alimentation constante en eau sans gêner la respiration des plantes.

Les sols hydromorphes plus ou moins organiques, tourbes calciques et gleys à anmoor, ont un potentiel de production variable. Non drainés, ils ont un potentiel faible. Après drainage, les tourbes épaisses peuvent être cultivées en maïs et maraîchages; mais, dans les tourbes peu épaisses sur craie lacustre, on voit apparaître des symptômes de carence (en magnésie sur le maïs).

Les gleys ou pseudogleys à anmoor ont une forte plasticité qui leur donne une consistance «gommeuse». Les débris végétaux enfouis mettent longtemps à se décomposer. L'engorgement par l'eau n'a pas pu être

supprimé malgré les efforts de drainage et les cultures souffrent en année humide. Le manque d'aération bloque l'assimilation de l'azote ce qui induit des carences en chaîne. A moins de contrôler la hauteur de la nappe comme dans les plaines de l'Orbe et de la Broye, il apparaît difficile de proposer un remède lorsqu'il s'agit de petites surfaces en creux englobées dans des parcelles à sols bruns lessivés. L'efficacité du drainage ne se fait sentir que dans la zone où le limon humifère est assez épais sur la couche à gley ou pseudogley; encore faut-il prévoir que l'épaisseur de la couche humifère tendra à diminuer par tassement et minéralisation!

C Potentiel global de fertilité et adaptation des cultures aux principaux types de sols.

Nos observations de terrain et les informations tirées de la littérature nous permettent de donner ci-contre un tableau présentant, pour chacun des principaux types de sols, l'appréciation de son potentiel de production ainsi que les possibilités d'adaptation des différentes cultures (figure 45).

A l'intérieur de la fourchette d'appréciation de potentiel, un type de sol se trouvera avantagé ou défavorisé selon des critères pédologiques et climatiques.

– Chaque type de sol recouvre plusieurs sous-types différenciés par des variations souvent mineures de texture, d'épaisseur et de teneur en cailloux... Les types de sols sont représentés sur la carte par des couleurs, les sous-types par des trames ou symboles superposés aux couleurs. Ces derniers ne sont cartographiés que lorsque leur extension ou leur importance le justifie.

Les sous-types de sols du groupe I les moins caillouteux et les plus épais ont un potentiel situé vers l'extrémité droite de la double flèche.

Les sous-types sableux du groupe I et ceux plus argileux du groupe III ont un potentiel situé vers l'extrémité gauche de la double flèche.

– Un même type ou sous-type de sol peut présenter des différences de potentiel selon les conditions du climat local (voir III A), et les caractéristiques particulières de l'année considérée (symbole C dans le tableau).

POTENTIEL GLOBAL DE FERTILITE					PRINCIPAUX TYPES DE SOLS		ADAPTATION DES CULTURES									
GROUPES	MAUVAIS	MEDIOCRE	MOYEN	BON	TRES BON		BOIS PRODUIT LIGNEUX	PRAIRIES PERMANENTES	PRAIRIES ARTIFICIELLES	ORGE	BLE COLZA	POMMES DE TERRE	BETTERAVES	MAIS	CULTURES FRUITIERES	CULTURES MARAICHIERES
I	SOUFRANT DE LA SECHERESSE	→	→	→	→	→	PEU EVOLUES D'EROSION OU D'APPORT RENDZINES ET INTERGRADES BRUNS ET BRUNS CALCIFIQUES SUPERFICIELS	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-
								+/-	+	+	+	+	+	+	+	+
II	EPAISSEUR ET RESERVE EN EAU SUFFISANTES	→	→	→	→	→	BRUNS CALCAIRES BRUNS CALCAIRES A CALCIFIQUES HUMIFERES A PSEUDOGLEY BRUNS A BRUNS CALCIFIQUES BRUNS LESSIVES ET BRUNS LESSIVES A PSEUDOGLEY BRUNS ACIDES LESSIVES	+/-	+	+	+	+	+	+	+	+
								+	+	+	+	+	+	+	+	+
								+	+	+	+	+	+	+	+	+
								+/-	+	+	+	+	+	+	+	+
								+	+	+	+	+	+	+	+	+
								+	+	+	+	+	+	+	+	+
III	SOUFRANT DE L'HUMIDITE	→	→	→	→	→	BRUNS A PSEUDOGLEY PSEUDOGLEYS NON OU MAL DRAINES GLEYS NON OU MAL DRAINES PSEUDOGLEYS ET GLEYS DRAINES TOURBES EPAISSES DRAINEES	+/-	+	+	+	+	+	+	+	+
								+/-	+	+	+	+	+	+	+	+
								-	-	-	-	-	-	-	-	-
								+/-	+	+	+	+	+	+	+	+
IV	ALIMENTATION EN EAU VARIABLE	→	→	→	→	→	ALLUVIAUX CALCIMORPHES	+/-	+	+	+	+	+	+	+	+
								+/-	+	+	+	+	+	+	+	+

+ Sols favorables à la culture considérée

(+) Rendement de la culture favorable mais présentant des risques quant à la conservation du sol

+/- Rendement favorable si l'espèce est adaptée aux caractéristiques particulières du sol
c Rendement suffisant si les conditions de température et de pluviosité de l'année sont favorables - année relativement humide pour les sols du groupe I et année à faible pluviosité pour les sols du groupe III

s Rendement suffisant si le sous-type de sol convient à la culture (variations de texture)

(-) Rendement faible correspondant souvent à l'utilisation la plus judicieuse du sol

- Sols défavorables à la culture considérée

CASE VIDE manque d'informations.

Fig. 45. - Potentiel global de fertilité des principaux types de sols et adaptation des cultures. La double flèche indique l'amplitude de variation du potentiel, le trait n'est épaissi que pour indiquer dans quelle catégorie de «potentiel» se trouve la majorité des sols de ce type.

