

Description, évolution et localisation des types de sols

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Mémoires de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **16 (1976-1980)**

Heft 3

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

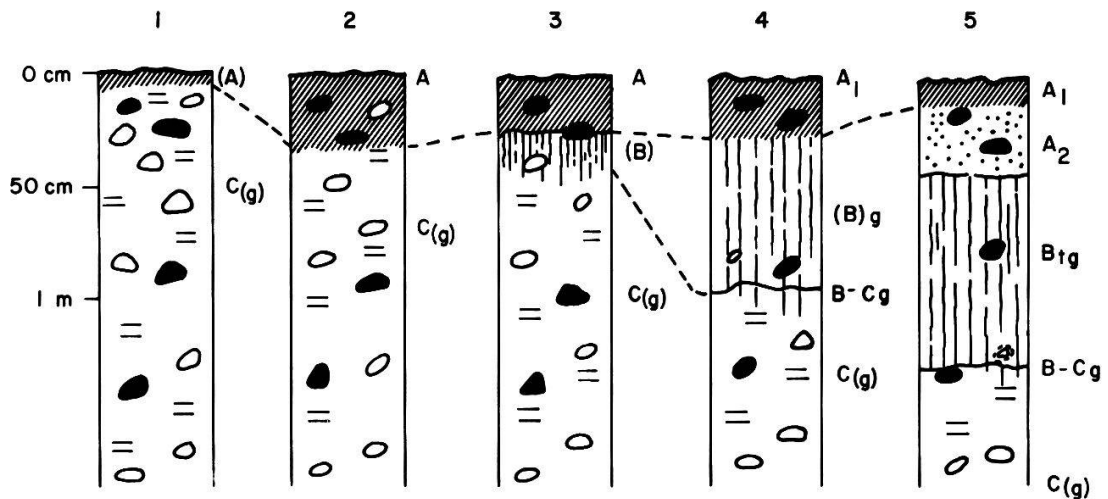


Fig. 8b. – Principaux stades d'évolution du sol sur moraine rhodanienne du Plateau suisse.

1. sol initial (rendzine régosolique)
2. pararendzine (rendzine humifère pauvre en calcaire ou sol rendocalcique)
3. pararendzine brunifiée
4. sol brun à pseudogley modéré
5. sol brun lessivé à pseudogley modéré

DEUXIÈME PARTIE :

DESCRIPTION, ÉVOLUTION ET LOCALISATION DES TYPES DE SOLS

I PROCESSUS D'ÉVOLUTION ET CLASSIFICATION DES SOLS

L'évolution des sols dépend de l'interaction de quelques paramètres fondamentaux, soit :

- rôle et degré de transformation de la matière organique
- importance de la teneur en carbonates de la roche-mère
- nature plus ou moins perméable et divisée de la roche-mère
- situation topographique
- bilan climatique stationnel
- durée d'évolution (cf âge des sols)

Les principaux processus d'évolution conditionnés par ces paramètres vont être décrits.

A Humification

Les débris végétaux, les cadavres d'animaux qui tombent à la surface du sol subissent assez rapidement des transformations. C'est grâce à l'action des nombreux micro-organismes vivants du sol (bactéries, algues, champignons, etc.) que cette matière organique se décompose. Cette bio-dégradation est assez rapide; la matière organique fraîche est ainsi transformée presque entièrement en éléments minéraux et résidus organiques divers. Parallèlement s'effectuent d'autres transformations chimiques au cours desquelles se synthétisent des produits organiques complexes et très stables: les humus. Ces composés organiques colloïdaux et les argiles s'organisent en édifices poreux qu'on appelle les agrégats; la résistance de ces édifices organo-minéraux est variable suivant la nature des éléments qui les composent. La nature des humus dépend des conditions générales dans lesquelles se déroulent les processus de décomposition de la matière organique; l'acidité du sol, son oxygénation, son humidité, sa température sont les facteurs les plus influents.

C'est ainsi qu'en milieu calcaire bien aéré, les complexes organiques humifiés sont très stables et constituent, avec les argiles, des agrégats très solides (mull calcique*). Au contraire, en milieu peu aéré ou très acide, les processus de minéralisation sont fortement ralentis; la matière organique fraîche s'accumule peu à peu à la surface du sol. Les composés organiques humifiés sont moins polymérisés, plus acides et, associés aux résidus non décomposés, ils donnent naissance à un horizon organique noir; ce sont les «mor»* ou les tourbes.

B Structuration:

Elle dépend de l'état de consolidation, de la granulométrie et de la teneur en résidu insoluble de la roche-mère.

Dans les sols développés sur les matériaux cimentés rocheux (calcaires, molasse gréseuse), la structuration n'apparaît qu'après la décarbonatation et l'altération. Si le produit d'altération est pauvre en résidu insoluble (cas des calcaires), une structure polyédrique apparaît.

A la partie supérieure des matériaux meubles de texture fine (molasse marneuse, moraine limoneuse remaniée, colluvions et alluvions limoneuses), une structure s'organise sous l'effet des contraintes mécaniques liées au climat (phases d'humectation – dessiccation). On a donc un approfondissement rapide du sol qui correspond à la construction d'un horizon (B) de structure, préalablement à toute autre altération de ces matériaux. Il s'agit d'une structure prismatique à sous-structure polyédrique fine. La moraine de fond limono-argileuse, trop tassée, n'est pas favorable à une bonne structuration, à moins d'avoir été remaniée.

Dans les dépôts meubles à phase grossière (fluvioglaciaire et moraine graveleuse) ou riches en sable, (colluvions et alluvions grossières), la

structuration n'apparaît qu'après l'altération et à condition que la teneur en résidu insoluble ne soit pas trop élevée.

C La décarbonatation

Toutes les roches-mères du Plateau sont carbonatées, nous l'avons vu dans une proportion moyenne de 25% mais avec de forts écarts (figure 9). Par conséquent, là où il n'y a ni trop d'érosion ni dépôt renouvelant la source des carbonates par la remise en surface de roche-mère, les acides organiques de la litière et le gaz carbonique provoquent une décarbonatation. La décarbonatation est l'entraînement en profondeur du calcium sous forme de bicarbonate soluble, le calcium étant combiné au gaz carbonique.

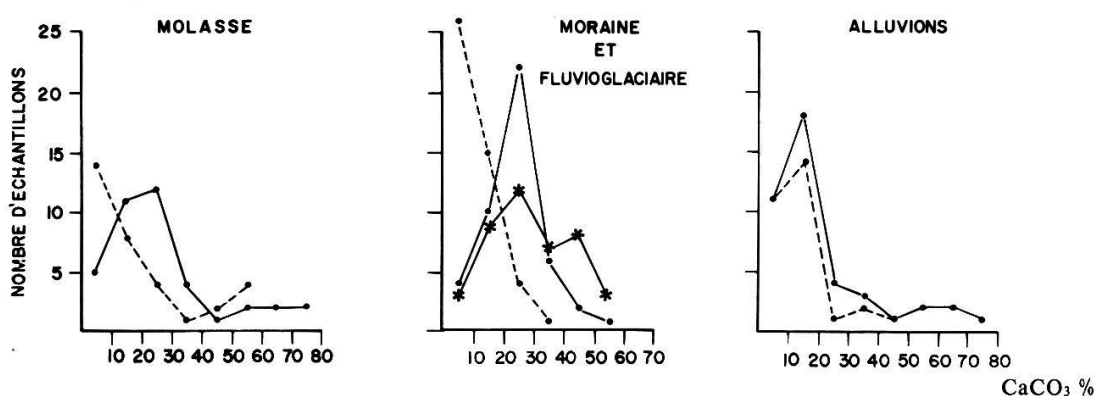


Fig. 9. — Calcaire total des sols développés sur l'étage stampien avec ou sans recouvrement morainique

----- horizons A
 ————— horizons C (roches-mères)

Par contre, dans les pentes érodées, dans les colluvions et les alluvions récentes, on rencontre fréquemment des sols carbonatés. Les sols carbonatés peuvent également se rencontrer dans certaines conditions de topographie :

- en situation de bas-fond baignant dans une nappe phréatique permanente riche en carbonate (gleys calciques du Jorat);
- sur pentes faibles et roche-mère peu perméable (moraine ou molasse silteuses) l'évapotranspiration et la faible perméabilité freinent la décarbonatation;
- sur pente forte et roche-mère perméable (fluvioglaciaire), l'infiltration des eaux est trop rapide pour permettre la mise en solution d'une quantité importante de carbonates.

La décarbonatation ou hydrolyse des carbonates progresse à une vitesse variable et d'une manière plus ou moins complète suivant l'importance et la nature du ciment carbonaté, la proportion de résidus insolubles, la perméabilité et la porosité des roches-mères.

Calcaires: La décarbonatation est pelliculaire à cause de la dureté de la roche et la couche de sol qui en résulte est mince en raison de la faible

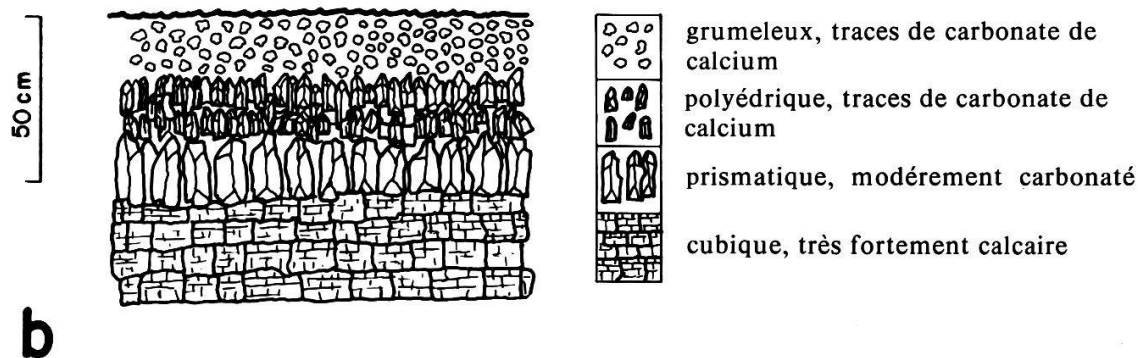
proportion de résidu insoluble (quelques %). Cette couche est d'autant plus mince et acide que le calcaire est massif, car, dans le cas d'un calcaire gélif, la fragmentation peut resaturer le sol en calcium.

Molasses: Dans tous les faciès, la proportion du ciment calcaire peut varier considérablement. En revanche, la granulométrie du résidu insoluble dépend des faciès, elle est d'autant plus riche en sable qu'une molasse est gréseuse.

La limite de décarbonatation est d'autant plus progressive et diffuse que la molasse est plus marneuse, c'est-à-dire moins perméable (figure 10 a et b). C'est dans les molasses gréseuses pauvres en ciment calcaire que la décarbonatation est la plus rapide.



Décarbonatation dans la molasse gréseuse: c'est une décarbonatation irrégulière, des noyaux à ciment plus abondant résistent plus longtemps, elle pénètre plus profondément dans les fissures.



Décarbonatation dans la molasse marneuse: c'est une décarbonatation progressive qui affecte l'ensemble du matériau régulièrement structuré.

Fig. 10. - Décarbonatation dans les molasses gréseuses (a) et marneuses (b)

Dépôts morainiques: La proportion de résidus insolubles est plus élevée dans les faciès à granulométrie fine (moraine de fond). D'autre part, ce qui caractérise la fraction carbonatée, à la différence des dépôts précédents où elle était surtout limoneuse, c'est sa dispersion granulométrique qui s'accuse dans les faciès grossiers (fluvioglaciaire). Ces sables, galets et blocs calcaires disparaissent donc à des vitesses variables, la

terre fine étant décarbonatée avant; le front de décarbonatation prend une forme irrégulière, en poches. Dans la moraine de fond limoneuse, la limite du front de décarbonatation est graduelle à cause de la faible perméabilité. Dans le fluvioglaciaire, l'enrichissement de la partie décarbonatée en matériaux fins diminue la perméabilité excessive au départ; de ce fait, le front de décarbonatation présente un aspect assez net.

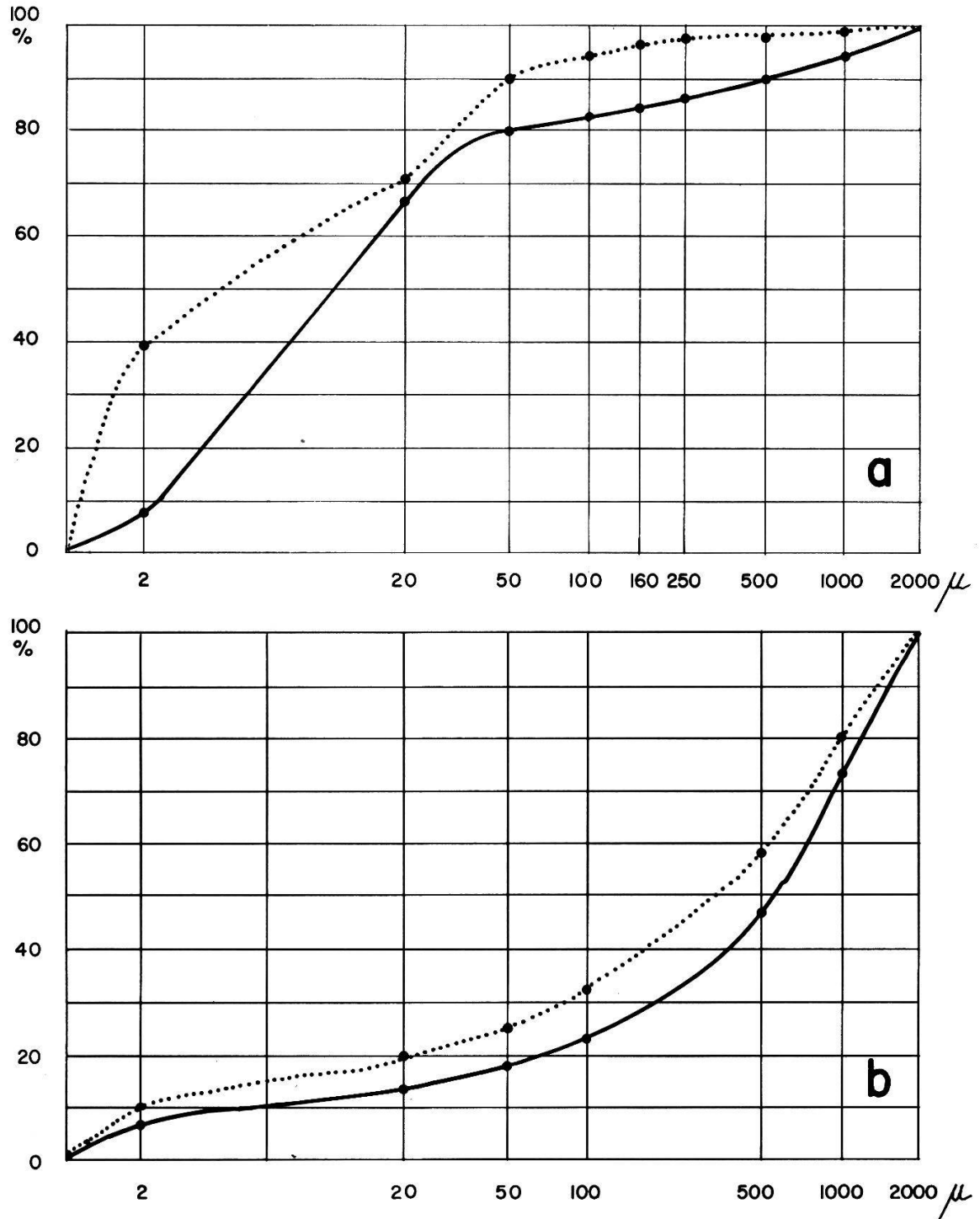


Fig. 11. - Doubles granulométries dans les échantillons limoneux (a) et sableux (b) du fluvioglaciaire (Genolier)

— non décarbonaté décarbonaté

Vitesse de la décarbonatation

D. AUBERT (1969) et M. POUCHON (1968) ont essayé de chiffrer la vitesse de dissolution des calcaires du Jura en pesant la perte de poids de plaquettes calcaires enfouies quelques années dans le sol. En se décalcifiant sur 30 cm d'épaisseur en 10 000 ans, le calcaire dur donnerait un sol de moins de 3 cm d'épaisseur (résidu insoluble du calcaire inférieur à 4%).

En 10 000 ans, le fluvio-glaciaire jurassien en se décarbonatant sur 1 m d'épaisseur donne d'après L.M. BRESSON (1974) un sol de 30 cm d'épaisseur (résidu insoluble du fluvio-glaciaire égal à 10%).

Dans les dépôts moraino-molassiques du Plateau, la teneur en résidu insoluble dépasse souvent 30%, ce qui permet d'estimer que la tranche d'épaisseur décarbonatée pendant la même durée a pu être de 1 m pour donner un sol d'épaisseur moyenne également voisine du mètre.

Dans ces estimations, on a pris une densité apparente des roches-mères de 2,5 et une densité du sol de 1,5 avec une correction pour tenir compte du volume en eau et de la matière organique.

D Brunification

En même temps que la décarbonatation progresse, s'individualise l'horizon (B) d'altération du sol, qui s'épaissit au fur et à mesure que le front de décarbonatation descend; cet horizon est caractérisé par une structure polyédrique et une couleur brune due à la constitution de complexes argile-fer libérés par l'altération, sur lesquels se fixent les produits de transformation de l'humus. Dans certains cas (sols bruns calcaires), l'horizon (B) n'est que partiellement décarbonaté. Nous avons considéré ici que tant qu'un sol n'était pas décarbonaté, l'horizon B méritait plus le qualificatif d'horizon de structure que celui d'horizon d'altération, surtout si sa couleur n'est pas brune et reste proche de celle de la roche-mère. A vrai dire il n'y a pas de limite tranchée entre l'apparition de l'horizon B de structure et l'horizon (B) d'altération; tout dépend de la facilité relative qu'ont les matériaux parentaux à se structurer et à se décarbonater. Les plus durs se décarbonatent avant de se structurer, donnant des sols bruns à couleur brune vive; les plus limoneux se structurent bien avant de se décarbonater, donnant des sols bruns calcaires dont la couleur jaunâtre reste identique à celle de l'horizon C.

E Acidification ou hydrolyse acide

A la fin de la décarbonatation, à pH neutre, le sol a encore un complexe absorbant saturé en calcium (stade brun calcique). Si les conditions écologiques sont favorables à une élimination plus poussée du calcium et des bases principales K^+ Mg^{++} Na^+ (ce qui est généralement le cas sous nos climats) celles-ci sont entraînées et remplacées progressivement par des ions H^+ . Dans le même temps, le taux de saturation* et le pH

s'abaissent, le sol brun passe du stade eutrophe au stade mésotrophe (taux de saturation moyen, pH légèrement acide), puis oligotrophe ou acide ($S/T < 40\%$ pour un $pH < 5,5$ en (B).

L'acidification est favorisée par tous les facteurs qui freinent la transformation de la matière organique: altitude et froid, litières des résineux à C/N élevé. En milieu acide, les ions Al^{+++} flocculent les particules argileuses, et lorsque celles-ci sont peu nombreuses (sols sableux sur molasse gréseuse) le sol reste au stade brun acide (voir Ph. DUCHAUFOR, 1977, p. 296).

F Bilan granulométrique et lessivage

Un paramètre important du bilan granulométrique est le rapport des taux d'argile dans les horizons B et A. L'hétérogénéité granulométrique des matériaux parentaux peut être l'explication d'une variation du taux d'argile entre les divers horizons.

Dans les dépôts glaciaires les pourcentages de calcaire, granito-gneiss, schistes et quartz varient dans une large mesure; l'altération de ces mélanges donne naissance à des quantités variables d'argile (figure 12). Le phénomène de lessivage contribue à enrichir l'horizon B en argile. Ce phénomène intervient lorsque le complexe absorbant* est relativement désaturé, ce qui rend instable le complexe argilo-humique.

Dans ce cas, l'argile et le fer sont libérés et tendent à migrer vers la profondeur. L'observation de revêtements de particules argileuses déposées sur les agrégats de l'horizon B est le seul critère sûr permettant d'identifier les sols lessivés.

En terrain cultivé, la reconnaissance du sol brun lessivé n'est pas facile, car la plupart des sols labourés ne présentent plus d'horizon éluvial facilement identifiable par sa couleur claire; en effet, l'horizon cultural est un mélange de A_1 , A_2 et B. D'autre part, bien des horizons B sont plus

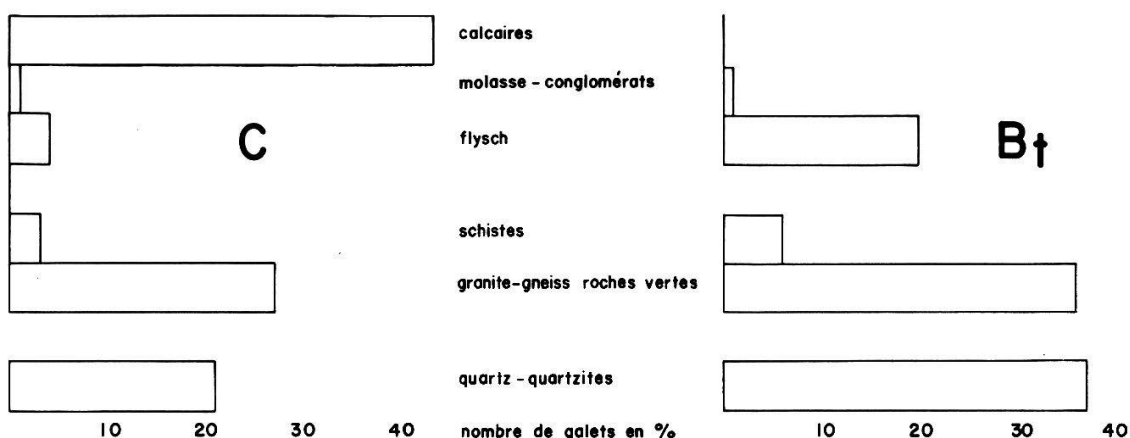


Fig. 12. - Histogrammes des galets de différentes roches dans les horizons C et B d'un sol lessivé sur fluvioglaciaire à Corcelles - Concise.

argileux que l'horizon de surface, simplement parce que le substrat est plus lourd dès l'origine (sur molasse marneuse et moraine de fond en particulier).

Dans la pratique, c'est finalement l'altération déjà poussée des différentes espèces pétrographiques qui, jointe aux autres caractères (accroissement d'argile avec la profondeur, couleur plus intense, présence de revêtements argileux sur les mottes des sillons profonds), permet l'identification la plus immédiate du sol brun lessivé. Dans ces sols, les schistes sont plus ou moins pourris, les granites s'effritent parfois, les flyschs sont auréolés d'oxyde ferrique, d'autres roches sont cariées.

G Hydromorphie.*

Sur les matériaux peu perméables (moraine de fond et colluvions limono-argileuses) le drainage ralenti provoque par déficience en oxygène une réduction des oxydes de fer, ainsi qu'un ralentissement de la décomposition de la matière organique. Lorsque l'engorgement est temporaire, une partie du fer se réoxyde en nodules et en taches de couleur rouille pendant les périodes sèches: c'est le stade du pseudogley; si la nappe d'eau reste en permanence proche de la surface du sol, le fer reste en majeure partie à l'état réduit de couleur grisâtre ou verdâtre: c'est un gley*. S'il reste encore quelques taches de couleur rouille dans ce dernier, on parle de gley oxydé.

L'épaisseur du placage de moraine de fond a une influence prépondérante sur la diminution du drainage. La nature des autres substrats a moins d'influence. La moraine de fond est un matériau très compact tandis que la molasse, même marneuse, est mieux structurée (structure cubique et nuciforme). La moraine de fond est, dans la plupart des cas, saturée d'eau, tandis que la molasse est plutôt avide d'eau et la restitue bien mieux que la moraine. La très faible macroporosité qui en résulte dans la moraine de fond est à l'origine d'une hydromorphie primaire.

L'hydromorphie est un phénomène qui peut s'ajouter à la brunification et au lessivage. Seuls les sols dans lesquels l'hydromorphie est le phénomène dominant seront appelés sols hydromorphes. Les sols intergrades brunifiés-hydromorphes sont très fréquents dans le canton.

H Effets combinés de la topographie et du bilan climatique sur l'évolution des sols.

L'évolution du sol procède surtout par hydrolyse, laquelle permet l'entraînement des bases. Son intensité dépend du drainage. Il faut distinguer le drainage topographique du drainage climatique.

1. Le drainage topographique

Il dépend de la pente et de la perméabilité du sol; ses deux composantes sont le drainage externe (ruissellement) et le drainage interne (infiltration). Le drainage externe augmente avec la pente et en raison inverse de la perméabilité du sol. Son augmentation freine l'évolution du sol par érosion. Sur roche-mère perméable (fluvioglacière) il faut une pente plus forte que sur roche-mère peu perméable (moraine de fond) pour empêcher l'évolution du sol. Ceci explique pourquoi, sur pente moyenne, on observe plus souvent des sols brunifiés sur fluvioglacière que sur moraine de fond et, sur pente faible, des sols bruns calciques sur moraine de fond, alors que pour une même valeur de pente, on rencontre un sol lessivé sur fluvioglacière (figure 13). Dans les creux topographiques, les flux d'eau du drainage externe d'amont viennent grossir le drainage interne à travers les matériaux perméables comme le fluvioglacière. C'est donc dans cette position qu'on rencontre les sols lessivés les plus épais sur le fluvioglacière. En revanche, sur la moraine de fond imperméable, l'infiltration est trop lente pour entraîner la décarbonatation, même si les sols d'amont sont acides; ainsi, les sols des cuvettes sont hydromorphes et restent calciques.

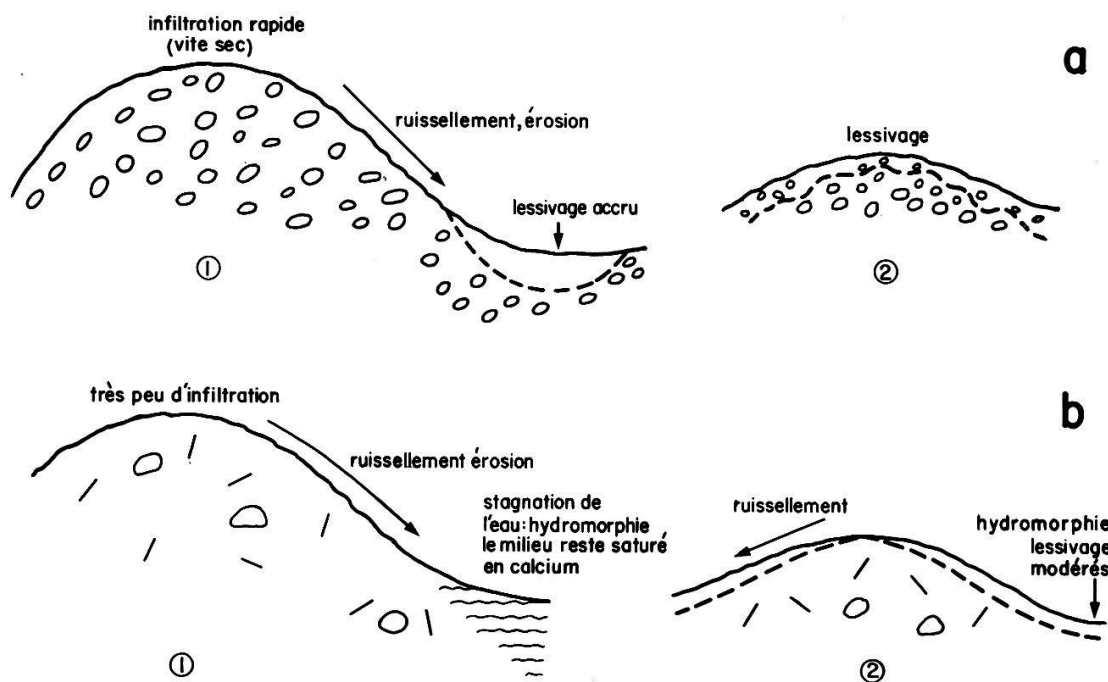


Fig. 13. - Influence du relief sur l'évolution du sol en milieu perméable, (a: fluvioglacière) et en milieu peu perméable (b: moraine de fond)

1. butte à fort relief
2. butte à relief moins marqué
- limite de décarbonatation

2. Le drainage climatique

Il est égal à la somme des précipitations moins l'évapotranspiration de la végétation. Sur le plateau vaudois, il augmente en direction de l'Est. En position horizontale, le drainage topographique est égal au drainage climatique, mais l'infiltration étant plus rapide sur les matériaux très perméables, l'évapotrans-

piration épuise plus rapidement la réserve en eau. Ce facteur freine l'approfondissement du sol: le sol lessivé est moins épais dans les endroits les plus secs. A plat, sur roche-mère carbonatée peu perméable, le sol est d'autant moins profond et décarbonaté que l'évapotranspiration est plus élevée: sol brun calcique à pseudogley sur moraine de fond dans la partie occidentale du Plateau et sol brun à pseudogley plus à l'Est. L'augmentation des précipitations entraîne l'approfondissement des sols suffisamment perméables; elle accroît les signes d'hydromorphie dans les sols peu perméables.

II DESCRIPTION DES PRINCIPAUX TYPES DE SOLS

Pour permettre les comparaisons nous donnons ici la traduction des principaux types de sols selon la terminologie allemande (MÜCKENHAUSEN, 1965), cette dernière servant de modèle à la classification suisse en voie d'élaboration (E. FREI, 1974-1975).

Pararendzinaartiger Auenboden	Sols alluviaux calcimorphes
Rendzina	rendzine sur calcaire dur
Pararendzina	rendzine sur dépôts molassiques et glaciaires
Verbraunte (Para) rendzina	rendzine brunifiée
Kalkbraunerde	sol brun calcaire
Basenreiche Braunerde	sol brun eutrophe
Mittelbasische Braunerde	sol brun
Tiefhumose Braunerde	sol brun profondément humifère
Saure Braunerde	sol brun acide
Pseudogley – Braunerde	sol brun à pseudogley
Parabraunerde	sol brun lessivé
Rötliche Parabraunerde	sol lessivé rubéfié
Pseudogley – Parabraunerde	sol brun lessivé à pseudogley
Fahlerde	sol lessivé
Braunerde – gley	gley brunifié
Kalkanmoorgley	gley à anmoor calcique
Nassgley	gley non drainé
Torfboden	sol tourbeux

A Sols presque bruts à profil (A) R ou (A) C

- Ce sont des sols d'érosion qui occupent de faibles surfaces
- les lithosols se trouvent à plat ou en pente, dans les endroits extrêmement secs au pied du Jura, sur lapiez dénudés ou sur des pierriers lorsque le calcaire est gélif (figure 37, p. 155);
 - sur les pentes fortes des ravins humides, ce sont des régosols sur moraine ou molasse désagrégée; la couverture humifère est entraînée par ruissellement surtout lors de la fonte des neiges.

B Sols faiblement évolués, sans horizon B

On peut distinguer les sols où la matière organique est prépondérante de ceux où matière organique et matière minérale forment des complexes, également ceux qui sont calcaires de ceux qui sont acidifiés bien qu'étant sur une roche-mère calcaire. Il faut rester conscient qu'il existe tous les états intermédiaires et que ceux-ci sont très répandus dans les conditions climatiques et géologiques qui sont celles de notre terrain, de même qu'on rencontre fréquemment des intergrades avec les sols brunifiés par début de formation d'un horizon (B) ou par destruction d'un ancien (B) peu épais.

1. Sols faiblement évolués riches en humus, à profil O-R ou O-C

– sols lithocalciques humifères et humocalcaires à humocalciques sur calcaire: on les trouve sous forêt, au pied du Jura dans les lapiez; le premier est un coussin d'humus sur dalle calcaire peu fragmentée, les autres se composent d'humus noir entre des cailloux sur dalle très fragmentée ou sur éboulis calcaire. Le pH du lithocalcique est compris entre 6,6 et 7; dans les sols humocalciques à calcaires il augmente avec le degré de fragmentation du calcaire; la teneur en matière organique est supérieure à 20% d'après la définition de ces sols (CPCS 1967).

2. Sols rendocalcaires et rendocalciques, à profil A-C ou A-R*

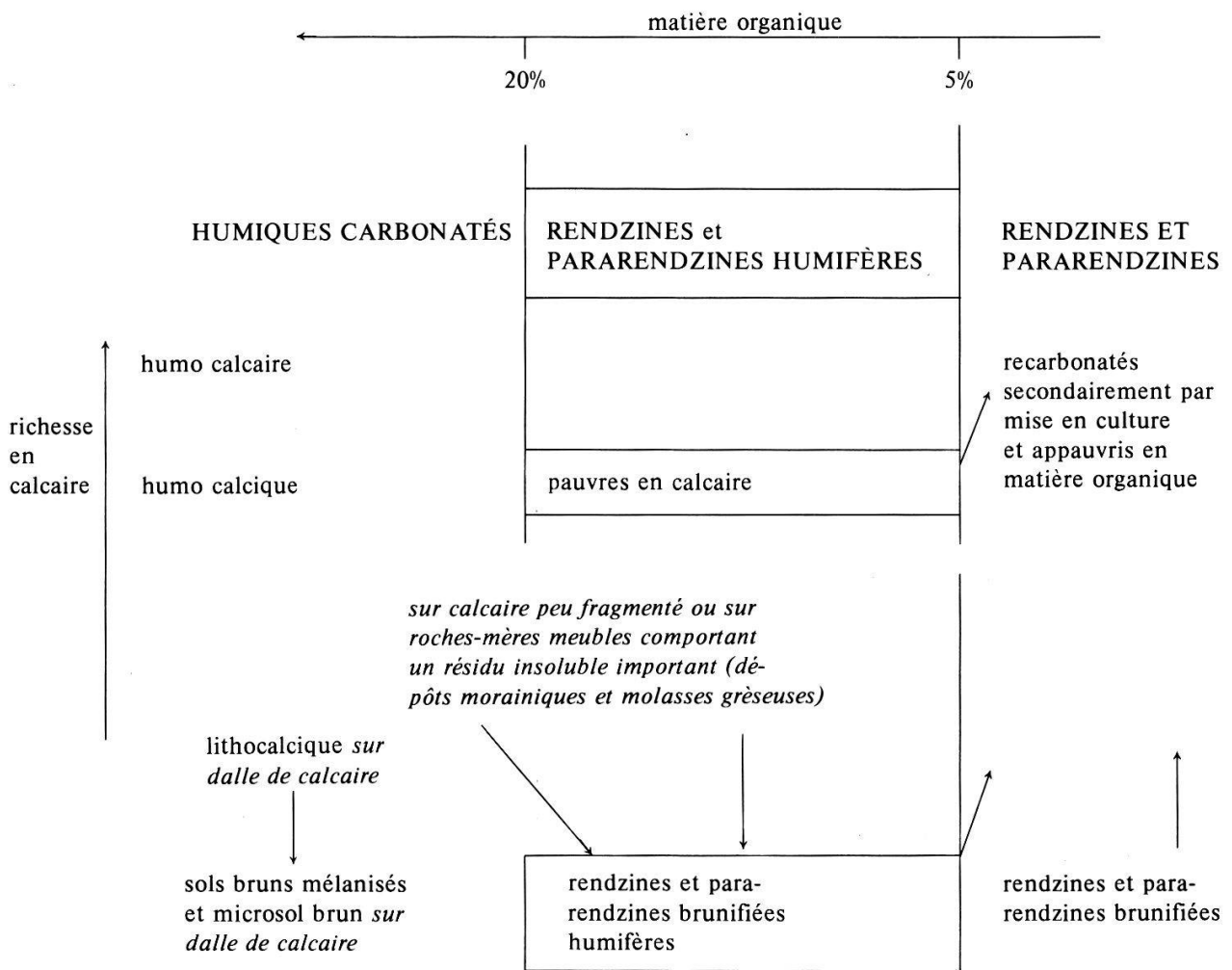
Les rendzines typiques sont rares. On rencontre surtout des sols intergrades entre les rendzines et les sols humocalcaires ou humocalciques, d'origine primaire ou secondaire, sur toutes sortes de roches-mères: grès molassiques, graviers fluvioglaciaires, moraine, calcaire crétacé.

Le mot rendzine est d'origine polonaise, il évoque le bruit que fait la charrue sur les cailloux dans une terre peu profonde. Le contenu du terme peut être étendu à tous les sols superficiels sur roche-mère calcaire, y compris les marnes et les dépôts riches en sable (grès molassique, fluvioglaciaire, dépôts morainiques: il s'agit dans ce cas de pararendzines au sens de W. KUBIENA et E. MÜCKENHAUSEN).

Les rendzines typiques sont caractérisées par un horizon organominéral grumeleux et leur richesse en carbonates; mais les sols à profil A-C ou R du pied du Jura ont tendance à être plus pauvres en carbonates et en complexes argilo-humiques que les rendzines typiques et pas assez riches en humus pour être classés dans les sols humiques. Leur teneur en matière organique est souvent comprise entre 5 et 15%; certains sont légèrement acides (rendocalciques), d'autres sont encore carbonatés (rendocalcaires). Dans la classification française se sont des rendzines humifères pauvres en calcaire. Ces sols peuvent se rencontrer aussi bien sur calcaire crétacé que sur buttes morainiques et molassiques, sous bois

et sous pelouse xérophile. Le maintien à ce stade peu évolué a diverses causes: pente forte et drainage rapide sur fluvioglaciaire et molasse, manque de fragmentation de la roche et sécheresse sur calcaire.

CLASSIFICATION DES SOLS FAIBLEMENT ÉVOLUÉS DU PIED DU JURA ET DU PLATEAU MOLASSIQUE
(sols rendocalcaires et rendocalciques)



N.B.: les types de sols les plus répandus ont été entourés

a) Sur calcaire peu fragmenté en faible pente, sous châenaie, les horizons A₁ ont un C/N variable, ce sont des profils rendocalciques d'environ 15 cm.

Exemples:	Horizon	Matière organique %	C/N	pH
Ferreyres	A ₁	12	29	6,7
Mormont	A ₁	11	10	7,2

b) Sur calcaire bien fragmenté, en pente, on trouve des sols rendocalcaires occupés par la chênaie buissonnante; ils forment des mosaïques avec des rendzines brunifiées.

Exemple d'Eclépens, sol de 30 cm

Horizons	Matière organique %	C/N	calcaire %
A ₁₁	25	19	26
A ₁₂	6	12.2	68

c) Sur dalle calcaire subhorizontale, ou en pente occupée par la prairie (bromaie), le sol n'est même plus caillouteux; il n'a de commun avec les sols rendocalciques que sa faible épaisseur; il se développe dans une pellicule limoneuse ou argileuse à tendance acide (plages de callune). Ces sols passent très vite en s'épaississant à des sols bruns ou bruns calciques humifères peu épais, qui, sous prairie, sont à rapprocher des sols isohumiques* (figure 22, p. 129).

Exemples: Deux sols voisins de 20 cm d'épaisseur à Juriens

Horizons	Matière organique %	C/N	Calcaire %	pH
A ₁	11,6	10	22	7,7
A ₁	9	10	2	7,5

d) Sur fluvioglaciaire de retrait, les sols rendocalciques occupent le sommet des buttes graveleuses à matériel mixte d'origine jurassienne dominante (60% de galets de calcaires jurassiens). L'horizon A est particulière à grumeleux et ressemble à un mullmoder* sous chênaie; sous pinède, c'est un xéromoder.

Le broyage mécanique des échantillons ne permet pas d'enlever toutes les racines vivantes; ceci peut expliquer les valeurs de C/N trop élevées obtenues dans certains mull forestiers.

e) Sur l'ensemble des roches-mères, on peut dire qu'à la gamme des «rendzines» appauvries en calcaire des terrains boisés correspond, en terre cultivée, une gamme équivalente de «rendzines» d'érosion, moins humifère, et d'origine secondaire.

Le labour fragmente le calcaire ou remonte les matériaux meubles carbonatés qu'il brasse avec l'humus. Ceci a pour effet de recarbonater la terre, même d'un sol auparavant déjà bien plus évolué et brunifié mais peu épais; on parle alors de rendzines de culture. En règle générale, plus l'érosion agricole est prononcée et moins il a suffi d'un relief marqué pour rétrograder vers ce type de sol. Dans ce cas, les propriétés du sol cultivé se rapprochent de celles de la roche-mère, améliorée par un peu de matière organique. La teneur en calcaire est donc très variable (cf roches-mères), les propriétés physiques aussi. La compacité est très défavorable si le sol a moins de 40 cm d'épaisseur; c'est le cas des pararendzines sur moraine de fond qui sont alors plutôt des intergrades avec les sols bruns calcaires. Cet inconvénient s'atténue lorsque la tranche de moraine de fond remaniée augmente.
















Les rendzines de culture se rencontrent au sommet des reliefs convexes (souvent des drumlins); mais plus on progresse vers l'Est, soit à partir du domaine

Aquitaniens, et plus les sols carbonatés sont relégués dans des positions d'érosion plus forte. La teneur en carbonates est parfois très élevée dans la région d'Orbe avec des pH qui atteignent 7,9 en surface sur molasse. Le taux de calcaire actif (finement divisé) est positivement lié à l'abondance de la fraction limon fin (P. ROD, 1974). Ce sont donc les marnes stampiennes qui en contiennent le plus et dans les dépôts morainiques, c'est la moraine de fond sur le Stampien :

Horizons C	% calcaire total	% calcaire actif	% argile + limon	pH
molasses marneuses du Stampien (Arnex/Orbe, Penthéraz, Oulens)	22 à 80%	7 à 13%	≥ 60%	8 à 8,6
moraine de fond (Vuarrens, Bioley-Orjulaz)	21 et 23%	7 et 8%	70 et 59%	8 et 8,5
moraine graveleuse (Echallens, Oulens)	21 et 22%	3 et 4%	22 et 27,5%	8,2 et 8,3
fluvioglaciale (Bioley-Orjulaz)	21%	1%	1%	8,7

La teneur en matière organique des rendzines de culture varie de 2 à 7% en Ap*; dans les sols bruns calcaires, elle n'atteint pas des valeurs aussi élevées. Les rendzines occupant souvent les pentes fortes, elles sont plus fréquemment laissées en prairie, ce qui explique les teneurs ≥ 5% en matière organique (figure 44, p. 159).

Fig. 14. - Légende des profils de sols

	litière organique		gley: fer ferreux dominant
	matière organique peu décomposée		forte structuration prismatique
	matière organique humifiée		roche-mère en cours d'altération
	carbonate de calcium		roche-mère = calcaire dur non altéré
	argile avec oxyde de fer absorbé		nodules carbonatés
	horizon lessivé limoneux		galets cristallins alpins
	accumulation de fer ferrique hydraté		galets de calcaire
	taches localisées de fer ferrique/nodules		

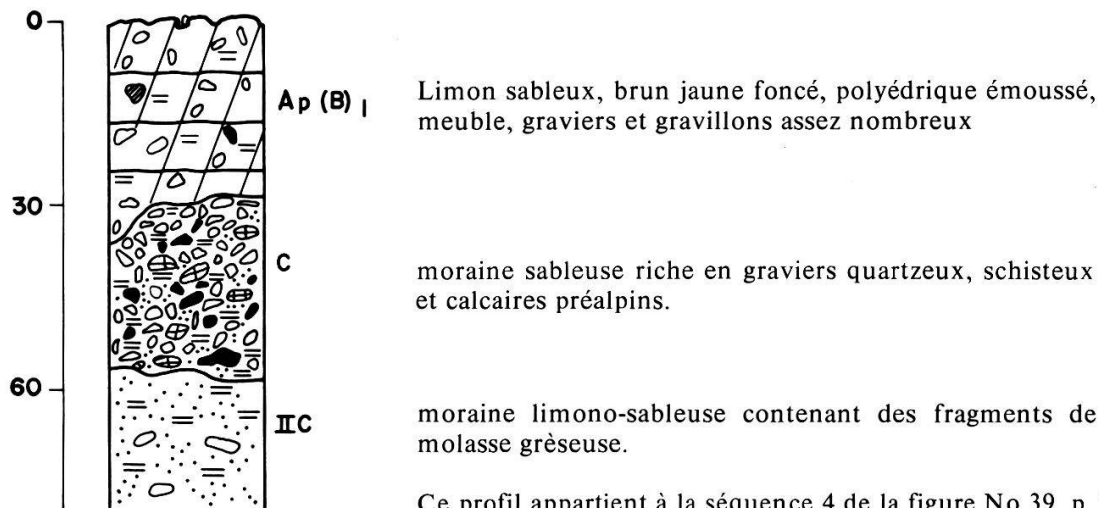
* voir en annexe la nomenclature des horizons p. 180.

Fig. 15. – SOL RENDOCALCAIRE BRUNIFIÉ D'ÉROSION SUR MORAINÉ GRAVELEUSE SUPERFICIELLE: Echallens, «Le Verger»

Altitude 610 m coord. 537,6 x 165,6

Culture de colza

Topographie: rebord de vallon



Profondeur	Horizon	Granulométrie				Matière organique				pH eau	CO ₃ CA %
		A	LF	IG	S	MO.%	C	N	C/N		
0.30	Ap	7,5	20	14	54,5	3,9	2,3	0,28	8,2	7,7	4,5
50	C	2,5	8	11,5	78	0,2				8,2	22
100	IIC	5	20,5	28	46,5	0,05				8,4	21

3. Sols faiblement évolués alluviaux et colluviaux

Ce sont des sols sableux d'apport récent à horizon A₁ noirâtre, grumeleux parfois épais, d'âge historique comme en témoignent quelques vestiges archéologiques roulés (débris de poteries romaines ou moyenâgeuses). La plupart sont calcimorphes et de ce fait pourraient être assimilés aux pararendzines; mais, dans le massif du Jorat, les alluvions ne sont pas toujours carbonatées, parce qu'elles dérivent de l'érosion de grès molassiques déjà décarbonatés dans les premiers décimètres. Il est remarquable que, malgré l'âge récent de ces alluvions, on les rencontre parfois déjà sous forme de terrasse soulignée d'un lit de galets à la base. Située parfois à 3 m au-dessus du niveau des cours d'eau actuels (vallée du Talent et de la Mentue), elle témoigne de la vigueur de l'érosion dans les temps modernes. A ces sols, on peut rattacher quelques colluvions sableuses au pied des falaises molassiques dont l'âge est variable (mésolithique à actuel).

*C Sols à début d'évolution par approfondissement: à horizon (B)
de structure*

Sols bruns calcaires à calciques

Il s'agit de sols dont l'horizon (B) reste carbonaté mais en proportion très variable, déjà initialement parce que les roches-mères contiennent des teneurs variables en carbonates, ou parce qu'un début d'entraînement des carbonates a eu lieu et on s'achemine alors vers le stade brun calcique, ou saturé à pH neutre; bien des profils sont calciques en surface et calcaires à profondeur moyenne. Ces sols sont surtout bien représentés dans l'ouest du Canton qui correspond au domaine stampien et aux basses altitudes; là, ils se trouvent sur différents matériaux à texture plutôt lourde (silto-argileuse). Dans cette région occidentale, on peut les rencontrer dans toutes les positions topographiques; dans ce groupe de sols, ce sont les sols bruns calciques sur moraine qui sont les plus fréquents.

1. Sols bruns calcaires sur calcaire marneux crétacé

Ils sont très sporadiques au pied du Jura du fait de la très faible extension des affleurements de ce faciès de calcaire qui détermine des combes, empâtées de moraine: quelques champs à Ferreyres, Juriens, Chamblon. Leur teneur en calcaire est parfois faible; ils sont bien pourvus en matière organique (4% environ en Ap), assez argileux (25 à 30%) et plus ou moins contaminés par la moraine.

2. Sols bruns calcaires et calciques vertiques sur marnes molassiques et dépôts qui en dérivent (mélange molasso-morainique et colluvions).

Les molasses marneuses du Stampien inférieur affleurent aux basses altitudes vers 500 m dans les régions à climat doux autour de la Plaine de l'Orbe et près de Montreux. Elles alternent avec des grès tendres sur les pentes qu'elles rendent instables (topographie bosselée), mais elles déterminent également des surfaces très légèrement ondulées où elles donnent de fortes terres de culture. Le caractère vertique se traduit par une forte surstructuration prismatique; les faces des prismes sont luisantes à cause des frictions par compression lorsque le sol se gorge d'eau; il n'est pas seulement lié aux affleurements de marnes mais à tous les dépôts qui en dérivent: moraine de fond remaniée et colluvions sur substrat variable.

L'abondance relative des argiles gonflantes de type smectite dans ces molasses favorise ces mouvements d'expansion-retrait à cause de l'admission de films d'eau entre leurs feuillets.

Le mésoclimat doit être favorable à la dessiccation temporaire pour provoquer l'apparition de fentes dans le sol. Ces conditions sont, en particulier, réunies dans la région de Montreux, où l'on a une exposition

entraînant une forte évapotranspiration et dans la région d'Orbe, qui se trouve dans la zone du minimum régional des précipitations.

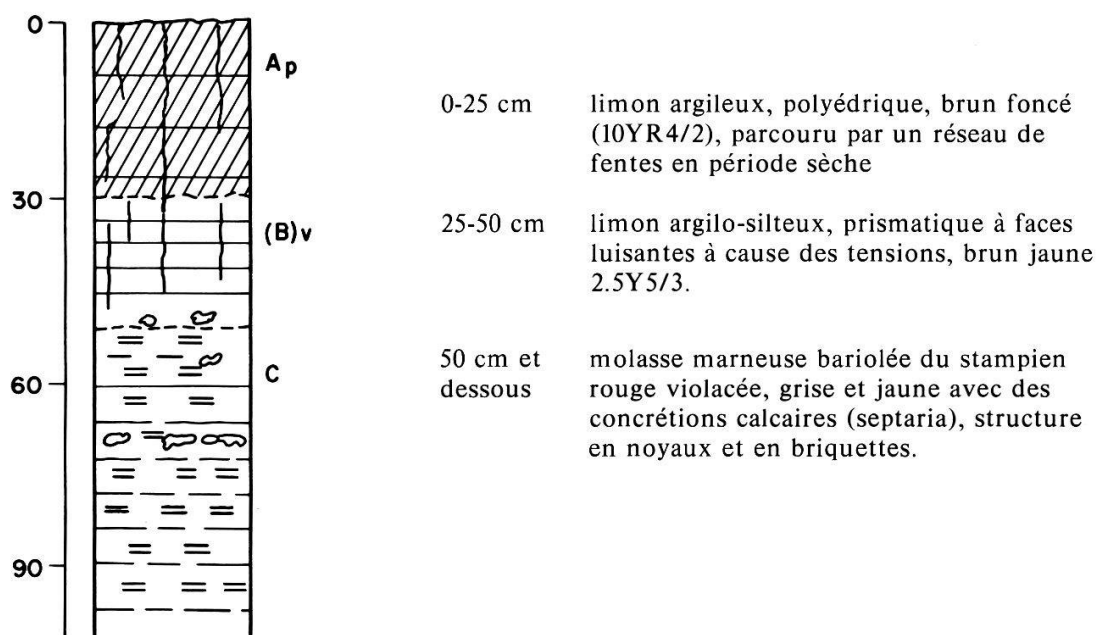
La granulométrie montre qu'il y a aussi un lien entre le caractère verticale* et l'abondance de limon surtout très fin, c'est-à-dire dans les dimensions proches des argiles. Les sols les plus typiquement vertiques sont ceux où l'on a un début de colluvionnement car, en plus des patines de tension, ils montrent une descente de matière organique depuis l'horizon ApB₁ dans les fentes, laquelle forme des revêtements autour des prismes (organo-siltanes*).

Fig. 16. - SOL BRUN CALCAIRE VERTIQUE SUR MOLASSE MARNEUSE: *Vuarrens «Pra Gru»*

altitude: 640 m coord.: 538,8 x 171,25

assolement à base de blé, orge d'hiver et betteraves

topographie: en bord de léger vallon d'érosion



Profondeur	Horizon	Granulométrie				Matière organique				pH eau	CO ₃ CA %
		A	LF	LG	S	MO.%	C	N	C/N		
0 - 25	Ap	28	46	0.5	21.9	3.98	2.31	0.29	7,9	7,4	traces
25 - 50	(B)	33	40,5	9,5	16,2	0,77	0,45	0,09	5	7,7	0,5
-60	C	0	60.5	20	19,3	0,15	0,09	0,03		8,2	16,5

La teneur en matière organique n'est pas plus élevée que dans les autres sols bruns calcaires ou calciques: 3 à 4% en Ap; en revanche, elle reste encore élevée en profondeur: 2% à 50 cm, 1% à 100 cm dans les variantes colluviales. Le drainage et l'épaisseur de ces sols sont variables, les cuvettes comblées de colluvions, et souvent aussi de moraine, voisinent avec les endroits secs où la molasse affleure à faible profondeur; c'est pourquoi on rencontre des intergrades avec les sols hydromorphes calciques humifères, et à l'autre extrême de la séquence, on passe à des sols bruns calcaires érodés où le seul caractère vertical est la présence de la structure à patines de glissement (figure 17).

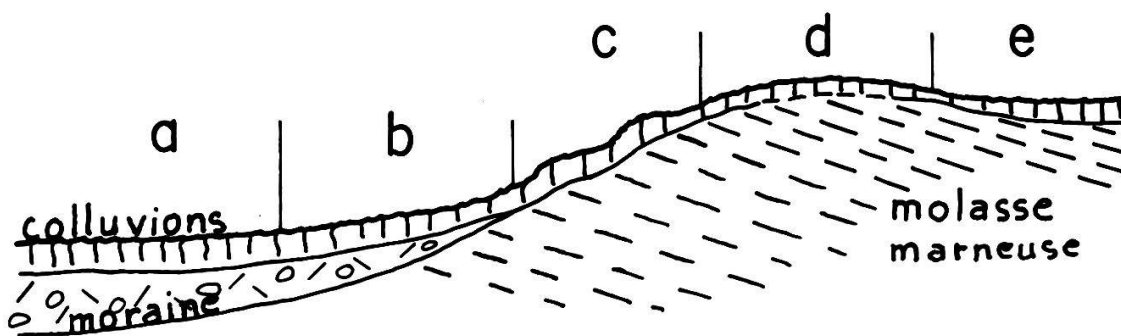


Fig. 17. - Chaîne de sols verticaux

- a) hydromorphe calcique humifère dans colluvions sur moraine
- b) brun calcique verticale hydromorphe dans colluvions
- c) brun calcaire ou calcique verticale sur pente instable
- d) brun calcaire verticale sur molasse
- e) brun calcique verticale sur molasse remaniée

3. Sols bruns calcaires et calciques sur dépôts morainiques et limons de remaniement qui en dérivent

Les sols bruns calcaires sur dépôts morainiques sont exceptionnels sous bois, aussi l'origine secondaire des bruns calcaires de culture est-elle très probable; c'est d'autant plus vraisemblable que certains possèdent la couleur des sols bruns plus évolués; ils ont été probablement recalifiés par brassage en raison de leur position à l'aval des pararendzines.

Sur moraine de fond silteuse, on trouve des sols bruns calcaires et bruns calciques à pseudogley modéré. Les premiers coïncident plutôt avec une moraine de fond érodée; les seconds avec la moraine de fond remaniée. Ces derniers passent aux sols hydromorphes, parfois aux verticaux humifères (figure 19). Ce sont des sols plutôt lourds et compacts, avec une structure à tendance prismatique d'autant mieux exprimée qu'ils sont plus épais. La matrice du sol montre une hétérogénéité héritée

de la moraine: taches oxydées, plages jaune clair, grisâtres désignant la place des amas de sédiments meubles de textures différentes incorporés dans la moraine (nodules de molasse). L'épaisseur de ces sols est moyenne: 50 à 80 cm.

Au pied du Jura, sur moraines indifférenciées d'origine alpine et jurassienne (régions d'Orbe et Burtigny) on trouve des sols bruns calcaires caillouteux, à structure polyédrique et texture limoneuse, à tendance argilo-sableuse; leur couleur est brun jaune.

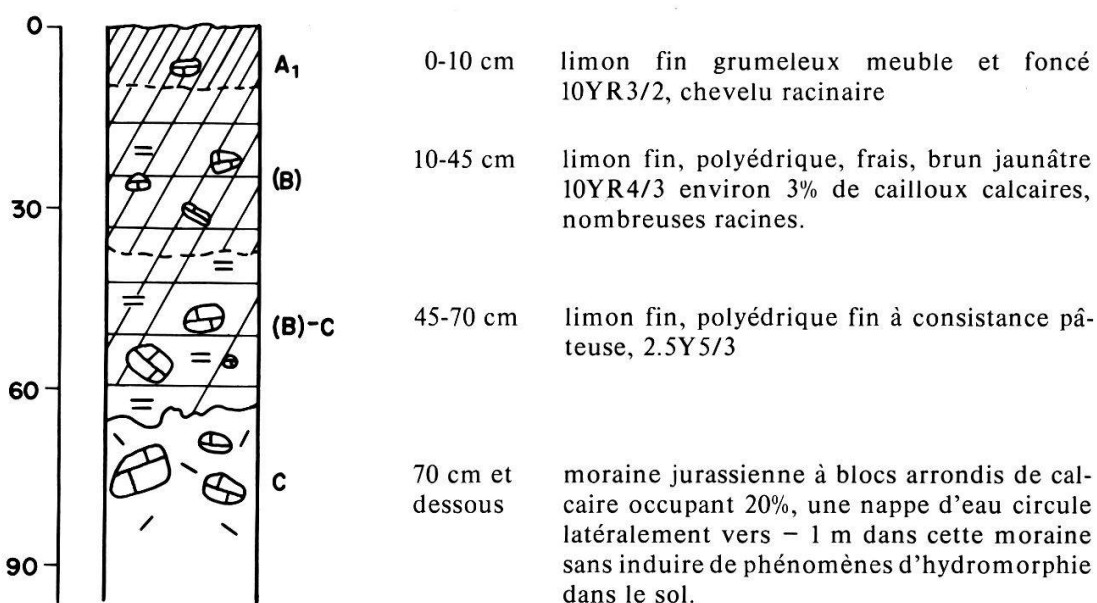
La teneur en carbonates des sols bruns calcaires sur moraine est dans les horizons labourés inférieure à 10% pour la moitié des cas ce qui montre déjà un entraînement partiel des carbonates (figure 9). Le taux de matière organique en Ap est généralement de 3 à 4%.

Fig. 18. - SOL BRUN CALCAIRE SUR MORAINES JURASSIENNES: *Le Muids, «Fin Delé»*

altitude: 670 m coord. 506,05 x 144.7

prairie à fromental

topographie: pente faible



Profondeur	Horizon	Granulométrie				Matière organique				pH eau	CO ₃ CA %
		A	LF	LG	S	MO.%	C	N	C/N		
5	A ₁	19,5	33,5	19	23	4,6	2,7	0,27	10	7,8	8
25	(B)	20	30	22	24	3,6	2,13	0,25	8,5	7,9	9,5
55	(B)-C	17,5	28	21	31,5	1,9	1,11	0,15		8	25

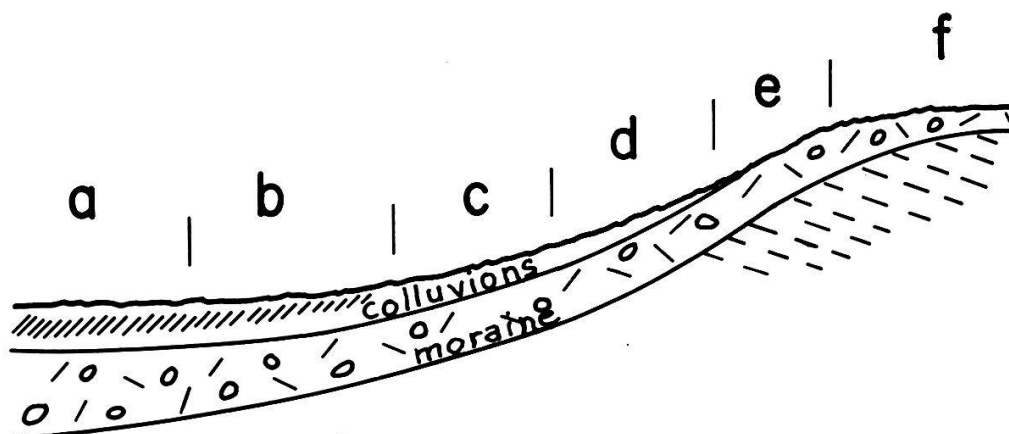


Fig. 19. - Chaîne de sols carbonatés sur moraine de fond

- a) pseudogley calcique humifère brunifié
- b) brun calcique humifère à pseudogley modéré
- c) brun calcique à pseudogley modéré
- d) brun calcique
- e) brun calcaire
- f) intergrade pararendzine - brun calcaire

4. Sols bruns calcaires alluviaux - colluviaux

Leur extension est limitée aux transitions entre les alluvions fines et grossières dans les plaines (Orbe, Broye, Rhône), entre les alluvions et les colluvions dans les vallées (Talent, Mentue... et leurs affluents par exemple). Résultant de la superposition de deux phases, ils possèdent un horizon B de structure parce que la partie supérieure est plus fine (fin de cycle alluvial ou colluvionnement sur alluvions); leur épaisseur est donc limitée à la profondeur d'apparition des facies grossiers (figure 20). Ils peuvent présenter une tendance au pseudogley ou à une

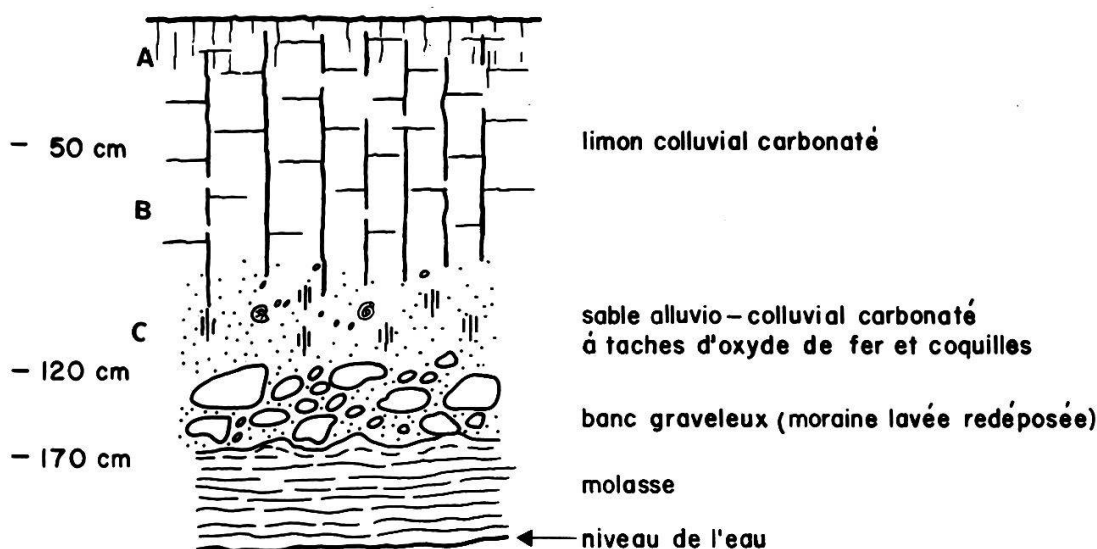


Fig. 20. - Coupe du ruisseau de Sadaz à Chavornay (Sol brun calcaire alluvio-colluvial)

brunification plus avancée. Une variété particulière humifère, apparentée aux sols isohumiques (phaeozems) a été observée par HAEBERLI (1971), sur les cônes d'alluvions des affluents du Rhône, région du Canton parmi les plus continentales.

D Sols à début de brunification, à horizon (B) d'altération peu développé

1. Sols calciques brunifiés et bruns humifères sur calcaire crétacé

Sur les calcaires crétacés du pied du Jura, la dureté de la roche a freiné la décarbonatation du sol qui est peu épais, le résidu insoluble du calcaire est faible (0,05 à 8%) et essentiellement argileux (M. POCHON, 1978).

Comme nous l'avons évoqué à propos des rapports entre sols et roches-mères la brunification sur calcaire dur au pied du Jura a été facilitée par la présence d'une pellicule morainique et peut-être aussi de limon éolien, ce qui a donné un sol plus épais que ce qui serait compatible avec un simple résidu de décarbonatation des calcaires correspondant à la durée de l'Holocène.

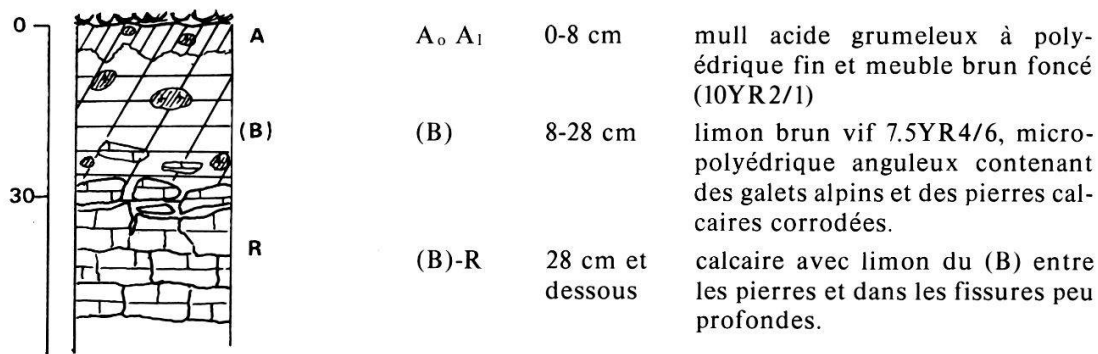
Ce sont des sols calciques à mésotrophes, leur pH est le plus souvent compris entre 5,8 et 7, mais il peut être plus acide en (B) bien que restant proche de la neutralité en A, à cause de la remontée biologique des cations. La texture est silteuse avec une couleur caractéristique de la

Fig. 21. - SOL BRUN SUPERFICIEL SUR CALCAIRE CRÉTACÉ DIACLASÉ: Croy, «Le Grand Chaney»

altitude: 650 mm coord.: 527.03 x 170

végétation: chênaie mixte à gaillet des bois

topographie: karst glaciaire, pente faible au-dessus des gorges du Nozon



Profondeur	Horizon	Granulométrie				Matière organique				pH eau	CO ₃ CA %
		A	LF	LG	S	MO.%	C	N	C/N		
0 - 8	A ₁	19	23	17	40	7,7	4,5	0,31	14,5	5,2	
10 -25	(B)	23	18,5	13,5	41	3,4	1,98	0,14	14,1	6,8	

«terra fusca»: brun chocolat (7.5 YR* foncé) tirant parfois sur le brun rouge (5YR)*. Leur épaisseur varie de 10 à 50 cm. La structure est finement grumeleuse à finement polyédrique lorsqu'il y a assez d'argile. La charge en pierres calcaires s'accroît vers le bas et celles-ci présentent des pellicules d'arrachement de calcite adhérent à un enrobement d'argile brune de décalcification qui subit un retrait en période sèche montrant que la corrosion est active.

– Sous bois, la teneur en matière organique est voisine de 10% en A et 5% en (B). Ce sont les sols bruns mélanisés (DUCHAUFOR, 1977). Ces sols sont occupés par une chênaie rabougrie avec de nombreux buissons thermophiles. Les sols de ce groupe se rencontrent en mosaïque avec les lapiez, voisinant des inclusions de sols lessivés dans les dolines.

– Sous prairie sèche (bromaie submontagnarde à avoine dorée vers 750 m) on trouve un sol calcique très peu caillouteux de 20-30 cm, sur dalle, contenant près de 10% d'humus dans toute son épaisseur, avec un C/N de 10; c'est l'horizon mollique* de la classification américaine. L'humus est incorporé à la matière minérale au point que l'horizon (B) paraît caché. Ce même sol une fois labouré se brunifie et l'horizon (B) apparaît nettement. (Premier, Juriens). Il s'agit donc d'un équilibre fragile, lié au microclimat de la station, et d'un sol de transition puisque, dès que la couverture morainique s'épaissit sur le calcaire, on passe à un sol brun calcique mélanisé. On est ici très proche du seuil écologique des sols isohumiques.



Fig. 22. – Séquence sur calcaire dur, sous prairie submontagnarde

2. Sols rouges peu épais sur calcaire crétacé

Sur calcaire affleurant on passe parfois rapidement d'un sol brunifié superficiel à un sol brun rouge 5 YR peu épais (20 à 30 cm) plutôt plus argileux et plus acide, contenant quelques cailloux morainiques. Ces sols occupent de faibles étendues dans les bois de La Sarraz, Champagne et Onnens, où ils sont colonisés par une chênaie buissonnante, à espèces subméditerranéennes.

La couleur de ces sols est plus rouge que celle du simple résidu de décarbonatation des calcaires hauterivien et valanginien. A la différence du sidérolithique qui existe en poches dans la même région, ils ne sont

pas riches en kaolinite. D'une façon plus générale, on remarque que la teneur en argile des sols sur calcaire se montre très variable, allant de 5 à 40%; elle augmente pour les tonalités de 7,5 à 5 YR. On se demande, pour expliquer de telles variations, si l'on ne devrait pas faire appel à des résidus d'une ancienne décarbonatation autre que le sidérolithique, ayant échappé par place à l'érosion glaciaire, et qui se retrouveraient, remaniés et dilués à différents degrés, avec la moraine peu épaisse?

Il est pour l'instant difficile de conclure parce qu'on ne retrouve pas cette terre rouge fossilisée par dessous la moraine et aussi parce que les sols possèdent les minéraux argileux de la moraine et du calcaire.

3. *Sols bruns calciques humifères sur matériaux mixtes au pied du Jura*

L'expression de «matériaux mixtes» désigne une moraine à galets fluvioglaciaires jurassiens et alpins mélangés, contenant une proportion variable de pierres de calcaire crétacé déchaussées, provenant d'affleurements voisins, avec de la terre d'altération de ces calcaires remaniés dans de la moraine peu épaisse, soit par colluvionnement, soit par brassage glaciaire ou agricole.

Ces sols possèdent une charge assez importante en cailloux parmi lesquels restent des galets calcaires. Leur couleur, acquise par altération, se rapproche du brun chocolat des sols calciques sur calcaire et leur texture est silteuse, à tendance silto-argileuse s'il s'y mélange une certaine proportion d'argile de décalcification du Crétacé. Leur structure est polyédrique fine. Leur épaisseur, voisine de 50 cm peut localement atteindre 1 m avec moins de cailloux en cas de colluvionnement. La teneur en humus de ces sols cultivés est assez élevée, de 3 à 7% en Ap, avec un C/N de 10, contre 3-4% dans des sols du Plateau comparables. Plusieurs éléments difficiles à pondérer peuvent entrer en ligne de compte pour l'expliquer:

- une plus forte proportion de prairies temporaires dans les terres assolées parce que la charge en cailloux limite les cultures sarclées
- l'effet de l'ambiance climatique plus sèche joint à l'état calcique du sol comme stabilisateur de l'humus.

L'effet de l'altitude renforce les précédents. On se trouve ici à l'étage submontagnard et la couleur plus sombre des sols cultivés apparaît nettement autour de 800 m (sols mélanisés). Ceci n'est pas le cas en sol acide dans le Jorat à cette altitude.

Dans la région de Premier, la Praz, ces sols occupent des replats en terrasses labourées entrecoupées de haies, ils sont associés à des bruns calcaires graveleux auxquels ils passent lorsque le dépôt fluvioglaciaire s'épaissit.

4. *Sols rendziniiformes brunifiés et sols bruns recalciifiés*

Ce sont des sols de transition qu'on rencontre sur tout l'éventail des roches-mères. Leur origine peut être primaire, ou secondaire et régressive,

selon que le profil est en voie d'évolution ou d'érosion. Nous avons déjà signalé ce phénomène de régression des types de sols cultivés sur pente à propos des rendzines et sols bruns calcaires et il convient d'en faire rappel ici, car les stades de régression les plus courants sont des sols rendocalciques brunifiés et des sols recalçifiés. Cette interprétation de l'origine secondaire est justifiée par le fait qu'à pente égale, sous bois, on trouve des sols plus évolués sur même roche-mère. On a observé le cas extrême de pararendzines brunifiées, sur buttes graveleuses labourées, qui résultaient de la troncature de sols lessivés peu épais, en poches, dont la couleur, le degré d'altération et les revêtements étaient partiellement conservés; pourtant ils étaient carbonatés.

Du matériel calcaire peut être disséminé à partir d'une inclusion de rendzine (micro-bosse, talus) ou remonté dans les raies profondes de labour, ramenant des cailloux calcaires et un état calcique dans des sols auparavant bruns ou bruns lessivés.

On peut citer le cas, au pied du Jura, d'un sol lessivé sur fluvioglacière conservé entre des murs romains, enfoui par des colluvions calcaires et recarbonaté après l'époque romaine (site d'Orbe, Boscéaz) une fois la partie supérieure des murs arasée et l'endroit remis en labour. Ceci est surtout valable au pied du Jura et dans le domaine Stampien occidental, car plus on va vers l'Est et plus les sols carbonatés sont rares. Les rendzines brunifiées ont une épaisseur intermédiaire (autour de 30 cm), une structure polyédrique de (B).

E Sols bruns, à horizon (B) d'altération bien développé

Les sols bruns ont un profil assez uniforme, la texture et la couleur sont presque les mêmes en A et (B). On rencontre des sols bruns sur tous les matériaux géologiques présents. Ceux sur moraine indifférenciée, ou de fond, sont les plus répandus du fait de la plus grande extension de ces faciès. Ils représentent, avec les sols bruns lessivés, l'essentiel des terres cultivées. Leur épaisseur moyenne varie de 60 cm à 1 m; elle augmente en direction de l'Est, le substrat carbonaté apparaissant de moins en moins lors des sondages en allant vers le Jorat, car l'augmentation simultanée des précipitations et de la teneur en sable épaisit le sol. Ils occupent des positions topographiques intermédiaires entre les sols carbonatés et les sols bruns lessivés ou avec les sols hydromorphes. Un bon nombre de sols bruns sont restés à ce stade de leur évolution à cause d'une érosion ou d'un brassage modérés. La mise en culture de ces sols a masqué très souvent un début d'évolution vers le lessivage et l'acidification en malaxant les horizons supérieurs et en remontant le pH.

1. Sols bruns et bruns à pseudogley sur moraine

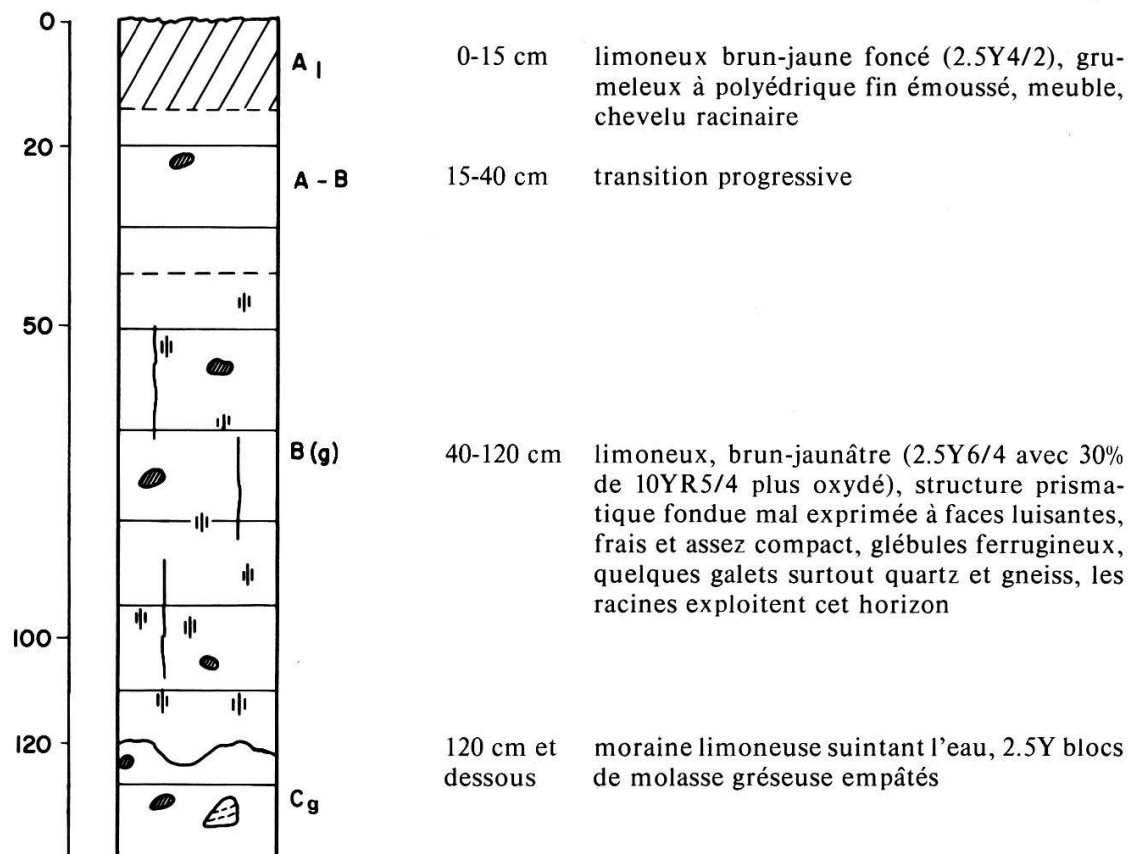
a) Sur moraine de fond, les sols bruns présentent des caractères d'hydromorphie: nodules de fer, taches de rouille dès une profondeur moyenne (50 cm). On remarque que ces signes d'hydromorphie s'étendent aux

Fig. 23. – SOL BRUN À PSEUDOGLEY MODÉRÉ SUR MORAINÉ RHODANIENNE; *Bercher*, «vers le village»

altitude: 630 m coord. 544,7 x 171,4

pâturage à ray grass

topographie: plat



Profondeur	Horizon	Granulométrie				Matière organique				pH eau	CO ₃ CA %
		A	LF	LG	S	MO.%	C	N	C/N		
10	A ₁	11	29	21	35	3,7	2,19	0,28	7,8	6,7	-
40	A-B	15,5	25	20	39	0,6	0,36	0,06	6	6,5	-
85	Bg	12,5	33	15,5	38,5	0,3	0,18	0,04		6,7	-
130	C	12	28	21	38,5	0,2	0,15	0,02		8,4	15

Horizon	densité apparente	Porosité totale	stabilité de structure S	Perméabilité K
A ₁	1,29	53	0,685	7,67
A-B	1,61	43	4,743	1,62
Bg	1,64	42	6,113	1,10

mélanges moraine de fond-molasse sur les étages Aquitanien et Burdigalien, ceci en dépit d'un certain allègement de la texture. Seuls les sols les plus en pente ou avec une part importante de cailloux alpins ne sont pas hydromorphes.

En micromorphologie, les horizons B(g) des sols bruns à pseudogley modéré présentent une absence de structure (figure 23). On observe quelques petits argillanes de cavité qui montrent bien que ces sols sont faiblement lessivés même si le taux d'argile varie peu de A vers B (figure 24).

b) Sur moraine graveleuse superficielle caillouteuse, faciès plus répandus en avant du Jura et au bord du Léman, la couleur du sol est d'un brun plus franc (au lieu de brun jaune sur moraine de fond), la structure devient polyédrique fine (au lieu de massive à tendance prismatique); mais ces sols sont souvent moins épais parce qu'en position d'érosion.

– La teneur en matière organique de sols bruns cultivés sur moraine varie de 2 à 5% dans l'horizon de surface, elle diminue rapidement en dessous: moins de 2% dès 40 cm, moins de 1% dès 60 cm.

2. *Sols bruns acides sur molasse gréseuse et mélange moraino-molassique*

Les sols bruns acides se rencontrent surtout en forêt dans le massif du Jorat, au-dessus de 700 m. Lorsqu'elle est présente à la base du profil, la molasse est décarbonatée sur une tranche d'épaisseur qui dépasse 50 cm; il est fréquent d'observer au sommet de cet horizon C des glébules* ferrugineux. Dans les profils contenant du limon, il y a une hydromorphie avec bandes ou auréoles d'oxydo-réduction à la base du (B). Ces sols bruns acides ont un humus de type mor sous pessière (pH<4), de type mull acide sous hêtraie. Sous forêt d'épicéas, on remarque la présence d'un horizon de couleur particulière («brun violacé, lie de vin»), sous le mor, qui est peut-être un horizon Bh peu épais. Il s'agit alors d'un sol brun ocreux (figure 25).

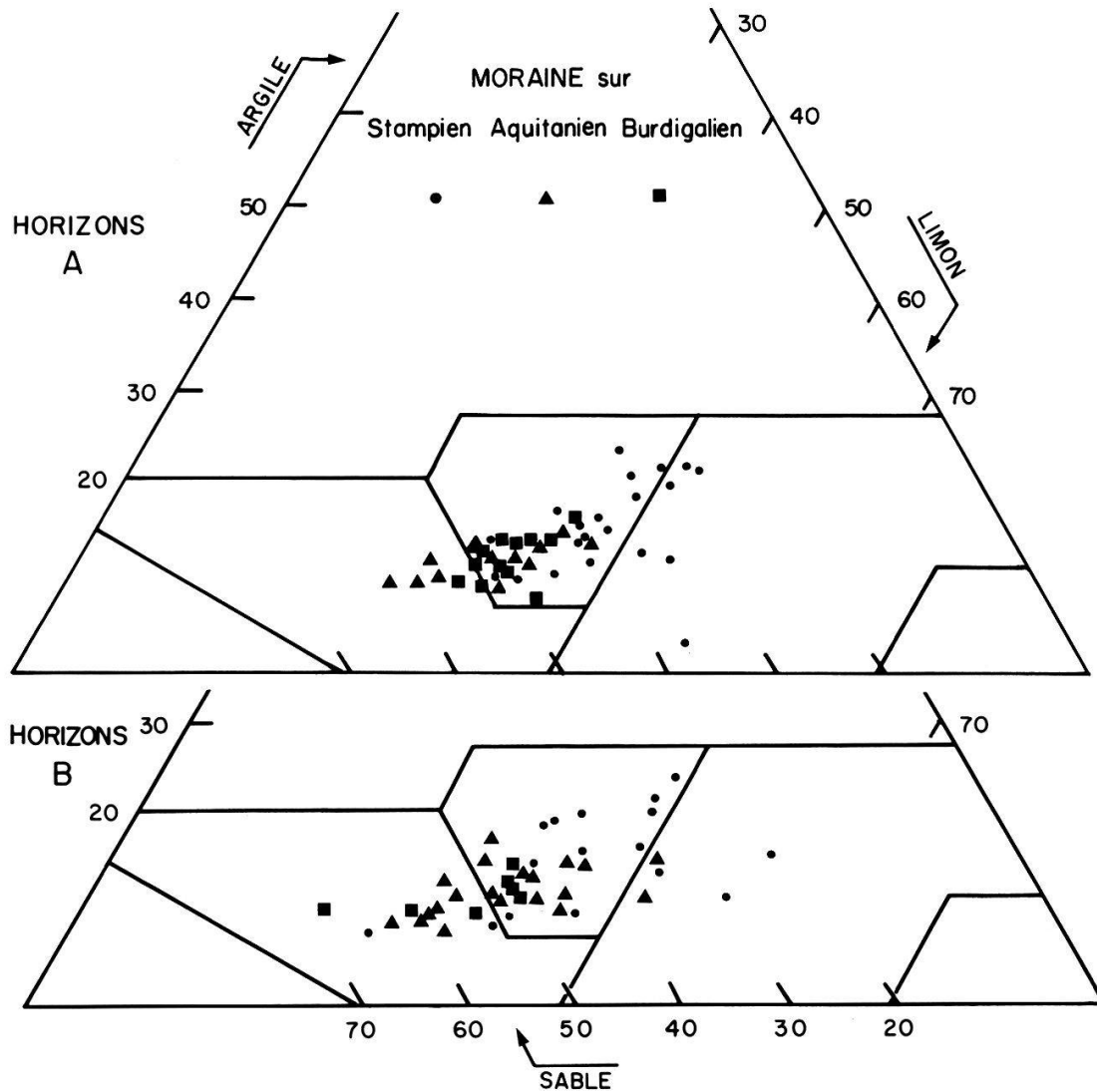


Fig. 24a. – Texture des horizons A et B des sols bruns sur moraine en fonction de l'étage molassique sur lequel elle se situe.

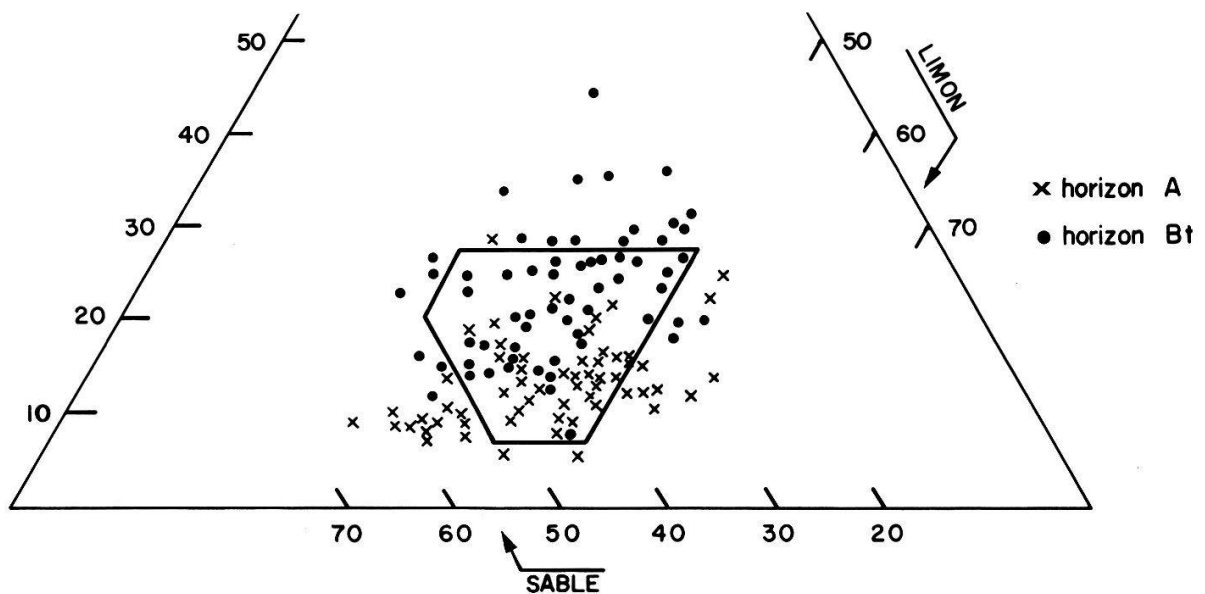
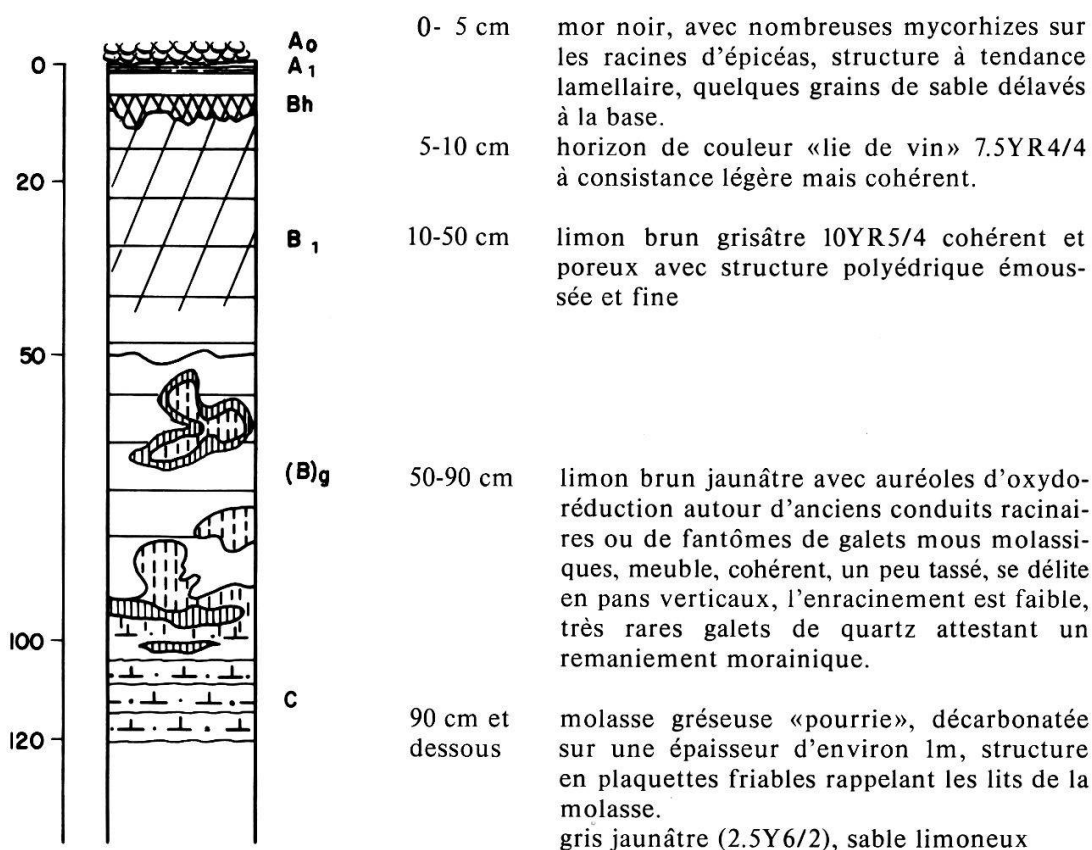


Fig. 24b. – Texture des horizons A et B des sols bruns lessivés sur moraine et mélange moraino-molassique

Fig. 25. - SOL BRUN OCREUX SUR MOLASSE GRÉSEUSE: *Peney-le-Jorat, «Les Gares»*

altitude: 905 m coord. 545,5 x 163,2 topographie: pente faible de colline
forêt d'épicéas avec tapis de myrtilles



Profondeur	Horizon	Granulométrie				Matière organique				pH eau	CO ₃ CA %
		A	LF	LG	S	MO.%	C	N	C/N		
3	A ₁					17,5	9,3	0,48	19,3	3,7	
8	B _h					9,1	4,86	0,38	12,7	3,8	
20	B ₁	14,5	15,5	33	35	2,4	1,32	0,12	11	4,5	
60	(B) _g	15,5	16	32,5	35	0,8	0,51	0,07	7,2	4,6	
110	C	5,5	12	45	37,5					5,2	

Cations échangeables m.e./100 g					taux de saturation S/T	densité apparente	Porosité totale	stabilité de structure S	Perméabilité K
Ca	Mg	K	Na	T					
5	0,72	0,36	0,15	55,1	11,3				
0,56	0,31	0,35	0,15	37	3,7	1,09	62	0,001	31,73
0,13	0,07	0,07	0,04	13	2,5	1,32	56	0,618	17,15
0,06	0,14	0,07	0,05	9,7	3,4	1,40	51	0,357	6,86
2,74	3,71	0,46	0,08	24,8	28,2				

Sous cultures, les sols bruns acides sablo-limoneux ont été plus ou moins resaturés par les engrais, d'où la difficulté de les reconnaître (pH entre 5 et 6 en Ap).

3. *Sols bruns colluviaux profondément humifères*

Les sols bruns colluviaux se reconnaissent souvent sur le terrain par les fragments enfouis de terre brûlée et de charbon de bois qu'ils contiennent; ils présentent plusieurs aspects selon leur granulométrie.

- Ils dérivent par érosion agricole et accumulation au pied des talus des autres sols brunifiés à texture limoneuse-limonosableuse et dans ce cas ils ont la même granulométrie que ceux-ci et s'en différencient très peu, sinon par leur épaisseur plus grande et une teneur à peine plus élevée en matière organique en profondeur;
- ou bien ils dérivent des colluvions de matériaux à texture fine – molasse marneuse et moraine de fond.

Sur colluvions molassiques, ce sont des sols bruns eutrophes vertiques, à horizon Bv humifère, épais et foncé (nuances 3/1 ou 3/2 du code MUNSSELL) analogues aux bruns calciques vertiques sur marnes molassiques remaniées. Etant donné qu'il s'agit de colluvions, on retrouve parfois ces sols sur des substrats sans rapport avec la molasse qui affleure en amont.

A la surface de la moraine de fond, les colluvions ont souvent comblé de petits creux de quelque 10 à 30 m de diamètre. Ces sols-là font transition avec la classe des sols hydromorphes. Ils présentent un horizon de surface limoneux brun surmontant un horizon Bh foncé, (nuances 4/1 ou 4/2 du code MUNSSELL), riche en matière organique, à structure prismatique bien développée et début de taches de pseudogley. La matière organique est plus uniformément répartie que dans les sols vertiques, bien qu'il existe, là encore, des intergrades. Cet horizon Bh surmonte avec une transition graduelle un Bg prismatique, fondu à la base. L'épaisseur des différents horizons varie selon la dimension de chaque cuvette comblée et la position du sol par rapport au centre de celle-ci. L'épaisseur de ces sols peut atteindre 1,5 m, mais leur profondeur utile est d'à peine 1 m.

Dans les cuvettes plus importantes, le sol est de type hydromorphe au centre.

Etant donné leur faible extension, il est souvent impossible de cartographier ces sols qu'on rencontre fréquemment.

F Sols lessivés, à horizon Bt enrichi en argile

C'est la perméabilité du substrat qui détermine le degré du lessivage. Les sols bruns lessivés à tendance hydromorphe sont les plus fréquents sur la moraine de fond remaniée et les mélanges moraino-molassiques, tandis que les sols lessivés sont limités aux matériaux les plus perméables

(fluvioglaciaire ou calcaire à faible profondeur sous la moraine). Ces sols se rencontrent surtout dans les zones subhorizontales; de ce fait, les sols bruns lessivés coïncident avec les plus grandes épaisseurs de placage morainique ou de limon de remaniement dans les séquences. Il arrive qu'on trouve des sols bruns lessivés ou lessivés sur pente, mais cela ne se produit à l'Ouest du Canton que sous couvert forestier où ces sols ont été protégés de l'érosion. A l'est, les sols étant plus épais, les bruns lessivés sur pente moyenne existent également sous culture (coteaux de la Broye).

1. *Sols bruns lessivés sur moraine, mélange moraino-molassique et moraine remaniée*

Les sols bruns lessivés ont un profil mal différencié. L'horizon A2 est un peu plus léger et à peine plus clair que l'horizon B (figure 24b) dans les terres cultivées- et la plupart des sols bruns lessivés ont été défrichés- cet horizon est confondu avec le labour qui, en le malaxant avec le sommet du B, atténue encore ses caractères. Le rapport des taux d'argile de B_t/A_p est compris entre 1,4 et 2, les valeurs les plus élevées étant à l'Ouest (domaine stampien); il est cependant la plupart du temps impossible de l'assimiler au taux d'entraînement d'argile ou indice de lessivage. Dans les moraines sur l'étage stampien, la tendance à l'alourdissement des sols en profondeur est générale et d'origine géologique; elle préexiste donc au lessivage.

La plupart de ces sols ont une épaisseur de 1 à 1,5 m (figure 26).

Comme il a été dit à propos des sols bruns, on trouve des sols bruns lessivés à pseudogley, avec horizon Btg compact, sur la moraine de fond plus ou moins remaniée par les actions périglaciaires et des sols bruns lessivés colluviaux à caractères vertiques, tandis que les sols bruns lessivés sans hydromorphie se trouvent sur les faciès plus caillouteux. A la Côte et dans la région de Cossonay, on a observé que les horizons A2 et A-B coïncident souvent avec un limon de remaniement superposé à une moraine superficielle caillouteuse (figure 28) et le blocage à la tarière intervient fréquemment à 40 ou 60 cm.

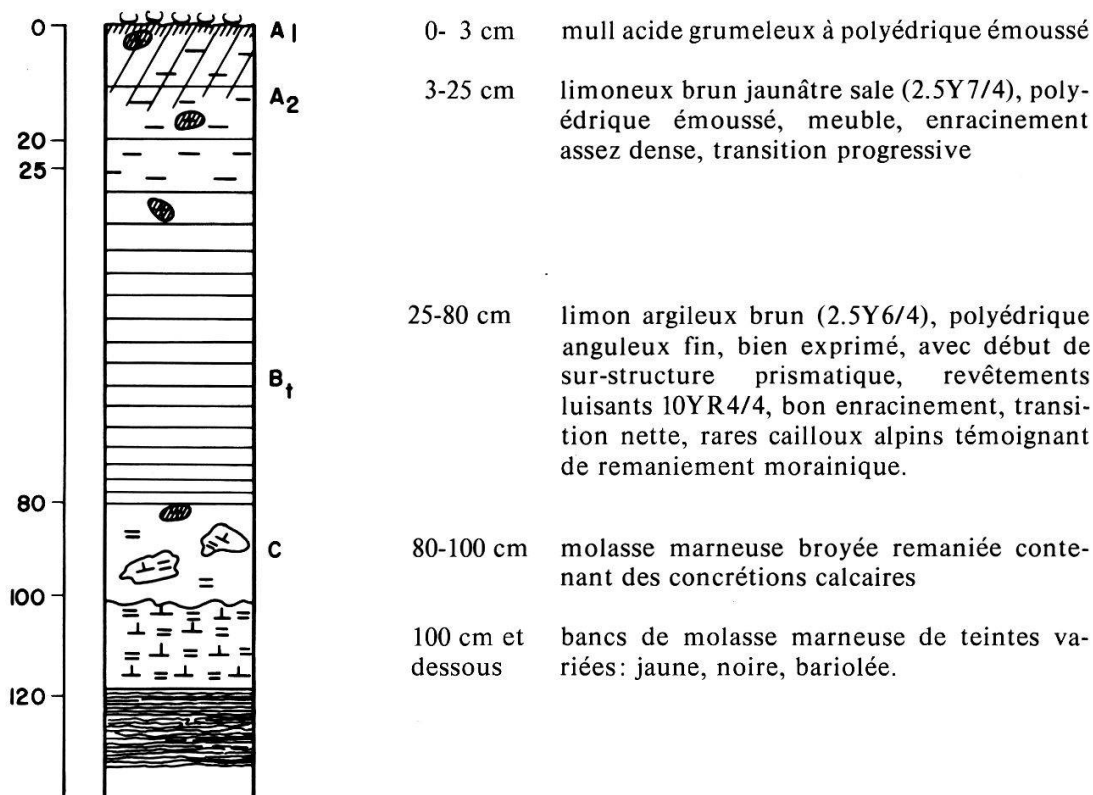
La plupart des sols bruns lessivés sur substratum molassique procèdent plus du recouvrement morainique que de la molasse en place, mais leur drainage est amélioré sur substrat gréseux, ou bien leur structure est meilleure sur substrat marneux en raison de la plus grande proportion d'argiles gonflantes. Les sols bruns lessivés de cultures sont encore riches en bases à l'Ouest du Canton, tandis que sous forêt ils sont généralement assez désaturés.

Fig. 26. - SOL BRUN LESSIVÉ SUR MOLASSE MARNEUSE = *Penthéréaz*, «Bois Cuenet»

Altitude: 570 m coord. 535,15 x 169,95

chênaie à gesse noircissante

topographie: coteau molassique au-dessus d'une falaise, quelques blocs erratiques alpins en surface.



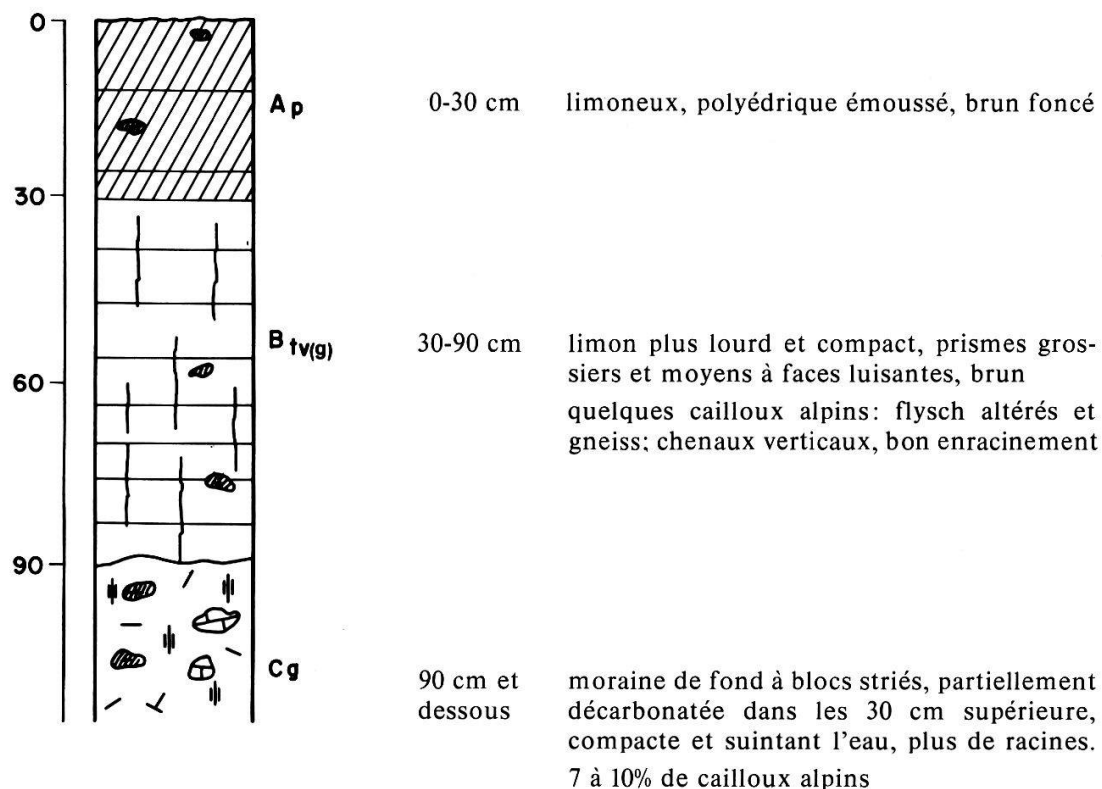
Profondeur	Horizon	Granulométrie				Matière organique				pH eau	CO ₃ CA %
		A	LF	LG'	S	MO.%	C	N	C/N		
0 - 3	Ao - 1					35	19,2	0,83	23	6	
20	A2	16	26	18	37	2,9	1,68	0,07	24	4,4	
60	(B)t	38	20,5	12	29	0,6	0,66	0,04	16,5	5,2	
100	C	27	35	12	25					8,1	31
110	R									8,4	81
Cations échangeables m.e/100 g					taux de saturation S/T	densité apparente	Porosité totale	stabilité de structure S	Perméabilité K		
Ca	Mg	K	Na	T							
1,6	0,51	0,13	0,07	13,6	18,4	1,44	52	0,488	3,23		
10,7	2,68	0,31	0,04	12,4	35,4	1,43	58	1,565	2,02		
31,2	3,62	0,34	0,07	38,9	95	1,66	42	3,54	1,81		

Fig. 27. - SOL BRUN LESSIVÉ VERTIQUE COLLUVIAL = *Vuarrens*, «*Dejau*»

altitude: 630 m coord.: 538,8 x 172,3

culture de blé

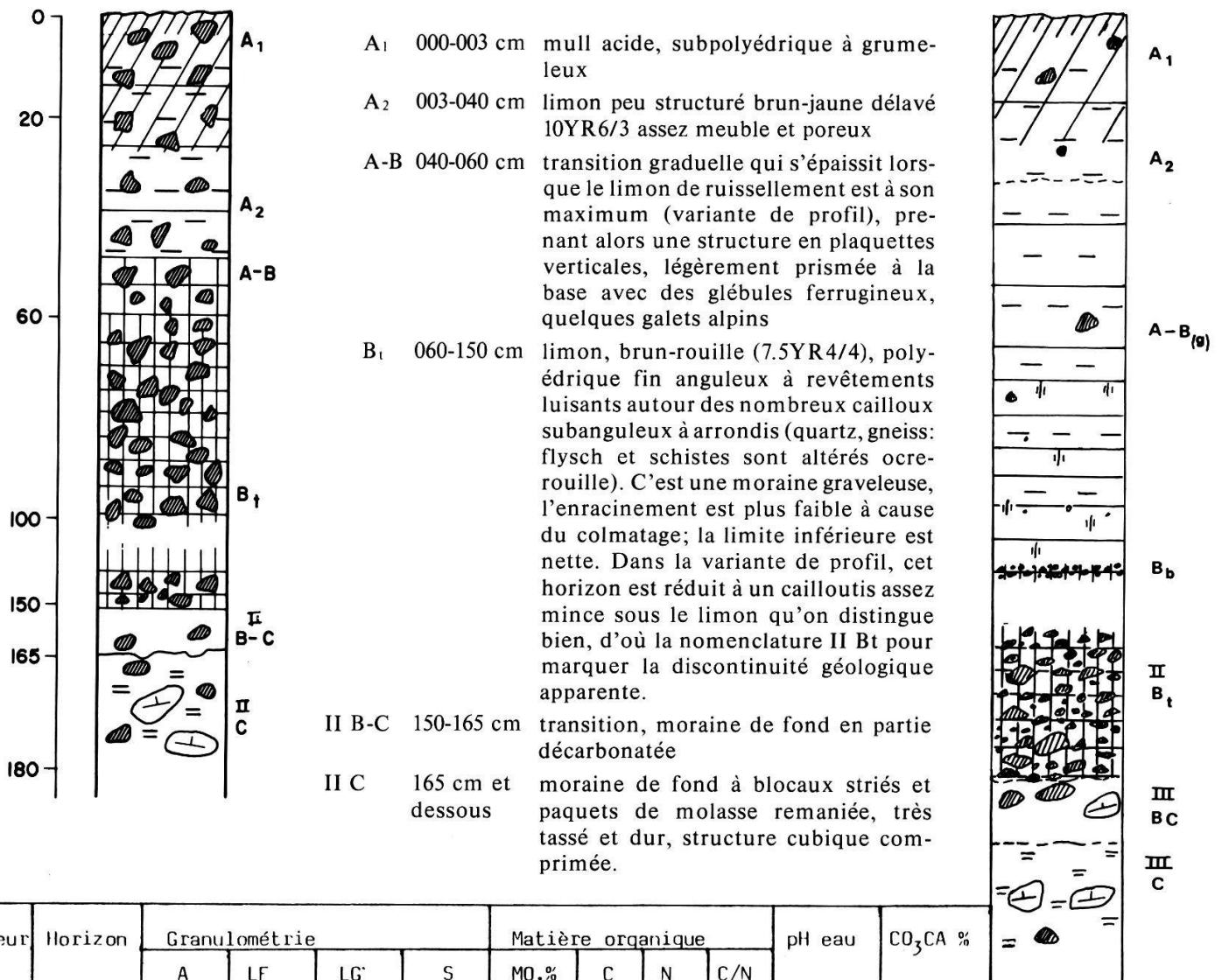
topographie: bas de longue pente faible



Profondeur	Horizon	Granulométrie				Matière organique				pH eau	CO ₃ CA %
		A	LF	LG	S	MO.%	C	N	C/N		
0 - 30	Ap	19,5	24	20	33,5	2,95	1,71	0,22	7,7	6,2	
60	Btv	24,5	22,5	19	34	0,25	0,15	0,04		6,6	
100	Cg	16	19,5	15,5	49	0,36	0,21	0,07		7,5	traces

Fig. 28. – SOLS BRUNS LESSIVÉS DANS LIMON ET MORAINE GRAVELEUSE; *Bioley Orjulaz, gravière, «Bois Iquederrey»*

altitude: 600 m coord. 534,6 x 164,1 topographie: flanc de drumlin, replat d'ondulation
hêtraie-chênaie à charme et arum



Profondeur	Horizon	Granulométrie				Matière organique				pH eau	CO ₃ CA %
		A	LF	LG	S	MO.%	C	N	C/N		
10	A1 - 2	14	21,5	25,5	34	5,2	3	0,23	13	4,8	-
20	A2	15	22,5	23,5	37	2,2	1,29	0,12	10,7	5,3	-
120	Bt	18	17	19,5	44,5	0,9	0,69	0,07	9,8	6,1	-
180	C	11,5	30	18,5	40	0,2				8,5	23

VARIANTE

Cations échangeables m.e/100 g					taux de saturation S/T	densité apparente	Porosité totale	stabilité de structure S	Perméabilité K
Ca	Mg	K	Na	T					
1,62	0,9	0,23	0,14	11,7	24,7	1,49	40	0,16	4,49
2,70	0,54	0,17	0,04	9,62	35,9				
5,14	1	0,14	0,05	8,71	72,6	1,57	40	2,38	5,92
32,62	1,3	0,12	0,03	6,49	Sat.	1,92	26	23,66	0,69

2. Sols lessivés sur substratum calcaire au pied du Jura

Les sols bruns sur calcaire ont soit une texture argileuse, soit une texture limoneuse, tandis que les sols lessivés, plus épais (40 à 90 cm), présentent un limon surmontant une couche d'argile à même le calcaire dur. Lorsque le calcaire est à une profondeur dépassant 1 m, on passe à un sol lessivé sur moraine graveleuse.

Reposant sur le calcaire, on peut distinguer deux aspects d'horizons argileux inférieurs: soit une couche mince de décarbonatation de couleur brun foncé, c'est l'horizon «bêta» (β)* surmonté par le Bt développé dans la couverture morainique; soit une tranche plus épaisse, de couleur brun rouge, qui possède à la fois les caractères du Bt et du «bêta», qui contient un mélange de cailloux cristallins et calcaires du substrat, ces derniers devenant dominants à la base. Dans ce cas le profil ressemble à un sol complexe qui pourrait résulter du remaniement d'une argile d'altération ancienne par le dépôt morainique à galets alpins.

Dans ces profils composites, l'analyse des argiles révèle que ce sont les minéraux hérités des moraines et plus ou moins transformés qui dominent en A2 et A-B, tandis que dans le Bt rougeâtre on observe un accroissement des smectites qui fait penser à un héritage avec transformation de l'illite des calcaires, comme dans les horizons (B) rouges peu épais des sols de type A-(B).

La figure 29 montre que dans la séquence sol brun ou brun rouge sur calcaire – sol lessivé sur calcaire avec faible placage morainique – sol lessivé entièrement développé dans la moraine, la teneur en argile peut être déjà la plus élevée dans le sol brun ou brun rouge sur calcaire.

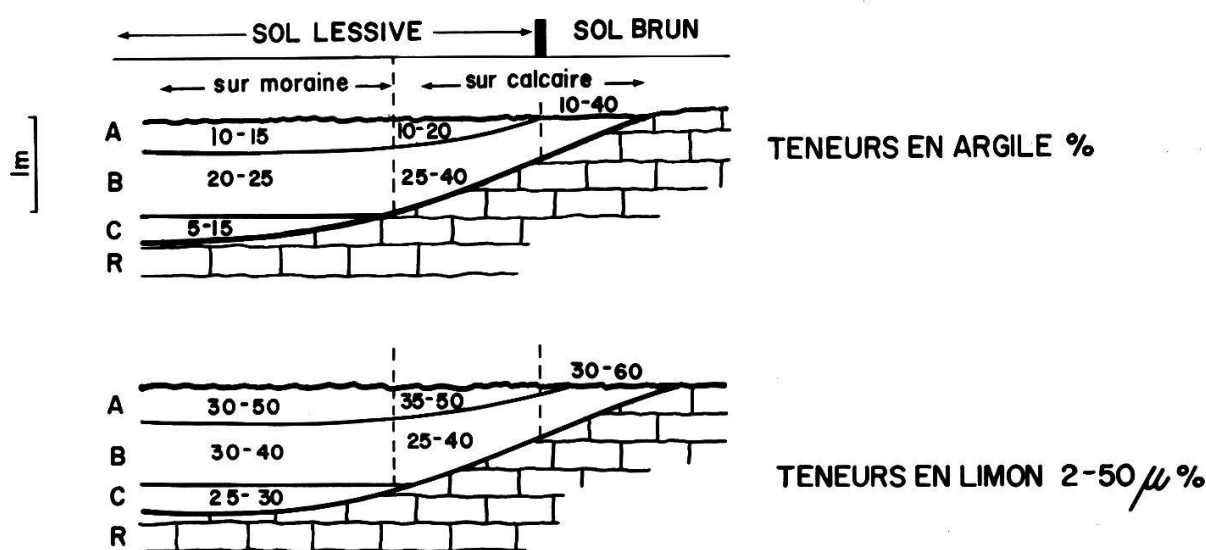


Fig. 29. – Ecart granulométriques moyens dans les sols avec placage morainique d'épaisseur croissante sur substrat de calcaire crétacé au pied du Jura.

3. Sols lessivés et lessivés rubéfiés sur moraine graveleuse ou fluvioglaciaire.

On rencontre deux types de profils, les uns épais de plus d'un mètre, les autres d'à peine 50 cm. Il semble que ce soit la teneur en résidu insoluble et la granulométrie initiale du dépôt qui soient à l'origine de ces différences d'épaisseur. Dans le cas des sols lessivés épais, soit la proportion de matériel d'origine alpine est plus élevée, soit la granulométrie était plus riche en argile ou limon (moraine sablo-argileuse à galets alpins dans un cas, limon colmatant le fond des cuvettes de fonte de glace sur le fluvioglaciaire riche en galets jurassiens dans l'autre cas). Les deux types ont en commun une forte acidité de l'horizon A2, nettement décoloré, mais le plus épais reste plus acide en Bt, la remontée de cailloux calcaires étant plus importante dans le moins épais. La porosité élevée, du fait de l'abondance du squelette grossier, a favorisé l'oxydation du fer. La couleur des horizons Bt de ces sols varie du brun ocre 7,5 YR au brun rouge 5 YR sur de courtes distances. La rubéfaction affecte une partie des profils peu épais sur fluvioglaciaire et des placages de moraine graveleuse sur calcaire diaclasé. Sous forêt, dès une épaisseur de 1 m, les sols lessivés se réhydratent et ne sont plus rubéfiés (figure 30). Il est à remarquer que les sols lessivés rubéfiés peuvent n'avoir que 40 cm d'épaisseur ce qui, joint à la présence de cailloux calcaires incomplètement dissous dans leur horizon Bt, confirme bien la particularité du milieu où ils se forment. Dans tous ces sols, la base de l'horizon Bt se rapproche d'autant plus de la définition d'un horizon «bêta» que la limite B/C est plus tranchée.

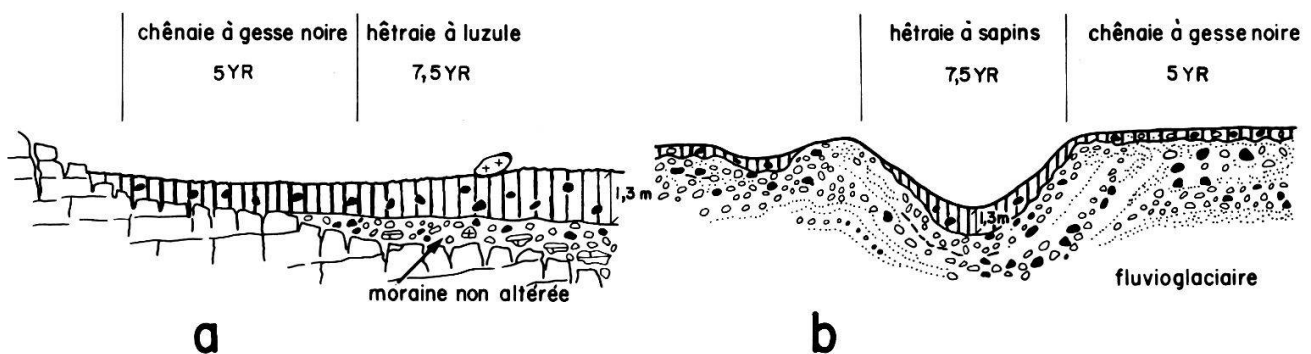


Fig. 30. — Répartition des sols lessivés et lessivés rubéfiés développés dans la moraine sur calcaire (a) et dans le fluvioglaciaire (b) au pied du Jura

Il arrive qu'on observe un concrétionnement calcaire à la base du sol. Comme on rencontre aussi ce type de concrétionnement dans le matériel fluvioglaciaire, à la faveur des discontinuités texturales, on ne peut donc pas toujours leur attribuer une origine pédologique.

Dans le cas des sols lessivés rubéfiés sur fluvioglaciaire, contrairement à celui des sols rouges sur calcaire dur, l'hypothèse d'un remaniement

de sol rouge ancien (par solifluxion) peut être écartée sans ambiguïté, parce que la base de la rubéfaction est prise dans des lentilles de granulométrie différente dont elle conserve le reflet et parce que les galets altérés, surtout les flyschs et schistes sont brun rouge, parfois même avant la matrice du sol dans les cas limites.

De plus, la minéralogie de ces sols est héritée des dépôts morainiques (M. GRATIER et M. POUCHON, 1976):

– Si la rubéfaction est en place on peut supposer, pour expliquer cette convergence avec les sols méditerranéens qu'il faille vieillir l'âge des dépôts fluvioglaciers, à une période relativement longue ou chaude, soit au moins au Würm ancien, soit au dernier interglaciaire; ce qui impliquerait que les glaces se soient définitivement retirées de ces endroits avant le Würm récent (voir I. KLAASEN, 1976 et M. BURRI, 1977).

Mais comme les sols rubéfiés se rencontrent jusqu'au bord du lac Léman (complexe fluvioglacière de 15 à 30 m du delta de la Promenthouse – région de Nyon –) les arguments géomorphologiques et géologiques vont à l'encontre d'un vieillissement, la rubéfaction est donc holocène puisqu'elle se rencontre sur l'homologue des terrasses de Thonon, datées du tardi-würmien (B. BLAVOUX et M. DRAY, 1971).

Les sols rouges sont situés dans une zone actuellement proche du minimum régional des précipitations bien qu'encore abondantes (900 à 1000 mm/an).

L'évapotranspiration est accrue par la bonne exposition et l'influence d'un vent desséchant: le Joran; dans ces conditions des déficits hydriques potentiels passagers ont été prouvés (F. CALAME, 1977). Compte tenu de la perméabilité élevée de ces sols, ils pourraient expliquer la déshydratation des oxydes de fer. Ces sols supportent le plus souvent une chênaie acidophile à espèces subméditerranéennes; mais la relation sol rouge – type de végétation n'est pas biunivoque, le même type de végétation se rencontre aussi sur des sols non rubéfiés et inversement quelques plages de sols rubéfiés sont recouvertes par la hêtraie; peut-être à cause de modifications d'origine climatique ou humaine?

Le fer de l'horizon B des sols sur fluvioglacière a comme origine l'abondance des minéraux ferro-magnésiens dans les roches alpines (micaschistes en particulier), mais l'apparition de la couleur rouge est liée à certaines conditions (forte perméabilité et déshydratation d'origine climatique); sinon, à teneur égale en fer, on reste à la couleur brune (7,5 YR). La richesse en fer n'est donc pas la seule à déterminer l'apparition de la rubéfaction. Il s'agit de sols semblables à ceux décrits par L.M. BRESSON sur moraine würmienne du Jura méridional; nos observations renforcent donc les conclusions de cet auteur sur le plan écologique: les précipitations abondantes amènent l'altération; les courtes périodes de sécheresse provoquent la déshydratation des oxydes de fer. Il est important de souligner que les sols rouges méditerranéens avec lesquels ceux-ci présentent une analogie ont été formés aux périodes pluviales en Afrique du Nord et dans ce sens ce sont des sols hérités (G. BEAUDET, G. MAURER et A. RUELLAN, 1967). Des sols comparables faiblement rubéfiés se rencontrent également sur les basses terrasses würmiennes du Rhin en Alsace (R. MAROCKE, 1962) et du Rhône (M. BORNAND, 1969).

Les sols rubéfiés, plutôt superficiels, sont rares sous cultures car, dans ce cas, ils ont été érodés ou enfouis et rebrunifiés. Les rendzines brunifiées rubéfiées actuelles, lorsqu'il s'en trouve, ne sont donc pas des intergrades évolutifs, elles sont d'origine secondaire.

4. Sols «lessivés» calciques sur molasse rouge

Ces sols constituent une exception. Le lessivage, malgré l'état saturé ou carbonaté, a été vérifié grâce à l'étude des lames minces montrant les argillanes localisés tant dans les fentes fermées que dans les fentes fonctionnelles. Il s'agit de sols présentant des caractères vertiques, tout comme les autres sols sur molasse marneuse, dont la molasse rouge est un faciès qui se trouve dans la région de Montreux.

Il s'agit de sols secondairement recalifiés car ils sont cultivés en pente.

5. Nature du lessivage

L'observation des lames minces permet de dégager les caractéristiques principales du phénomène.

– plus la proportion de squelette grossier est importante (liée à une plus grande perméabilité), plus il y a de ferriargillanes* dans l'horizon Bt. Ils finissent par constituer l'essentiel du plasma en colmatant les vides laissés par la décarbonatation et l'altération.

Ce remaniement mécanique par gravité explique leur aspect perturbé, plus ou moins intégré à la masse hétérogène du sol.

En revanche, dans les sols plus riches en fractions fines dès l'origine, la différenciation est plus faible. Les argillanes sont moins nombreux et moins perturbés. La couleur des oxydes de fer y est moins prononcée, mais des concentrations glébulaires* d'origine hydromorphe apparaissent.

– Le lessivage ne déplace pas que les argiles mais aussi des limons. Les siltanes descendant du A2 colmatent les chenaux ou bien alternent avec les argillanes de bords des cavités et, dans ce cas, semblent contenir un peu de matière organique. La raison du déplacement de ces limons serait climatique et liée à des périodes de fortes précipitations notamment à la fonte des neiges par temps de pluie. Dans ces conditions, les argillanes peuvent aussi être érodés ultérieurement comme l'a indiqué E. FREI (1967).

G Sols hydromorphes

Les deux éléments de différenciation des sols hydromorphes sont l'amplitude des variations du niveau de la nappe et la durée pendant laquelle une certaine tranche de sol est saturée d'eau.

Pour une durée de saturation croissante, on distingue :

pseudogley à nodules de fer → pseudogley → gley oxydé → gley réduit → sols tourbeux.

Il y a quatre types de situations dans lesquels on rencontre des sols hydromorphes :

- dans les creux à peine marqués sur moraine de fond (mouilles); la moraine de fond étant généralement imbibée d'eau, on y rencontre déjà des sols apparentés aux hydromorphes en situation subhorizontale;
- dans les creux comblés de colluvions sur la moraine (anciens petits marais);
- sur les pentes, à cause des suintements d'eau provenant d'aquifères lorsqu'il s'agit de dépôts morainiques ou de sorties de circulation fissurale lorsqu'il s'agit de molasse sous faible couverture (marais ou mouilles de pentes);
- dans les vallées, sur des lentilles de limons d'inondation (anciens grands marais).

Il s'agit de nappes perchées, plutôt temporaires dans les faibles creux; permanentes et latérales dans les pentes, permanentes et remontantes dans les dépressions mais avec un niveau que les drainages ont souvent abaissé.

Quelle que soit l'altitude, presque tous les sols hydromorphes des dépressions importantes sont calciques à saturés en calcium, parce que l'eau imbibe des substrats carbonatés d'où la nappe remonte. En revanche, les sols hydromorphes des faibles creux et pentes modérées sur moraine sont d'autant plus acides que l'altitude augmente; l'eau y circule plus rapidement, permettant un renouvellement des solutions acides.

A l'intérieur des principaux types de sols hydromorphes la combinaison des horizons revêt une variété infinie dans le détail, déroutante en cartographie, en raison des lentilles de granulométrie et d'épaisseur différente, qu'il s'agisse de moraine, d'alluvions ou de colluvions (figure 33b).

1. *Sols hydromorphes carbonatés ou saturés*

Ils se rencontrent surtout dans les alluvions fines récentes des anciens marais drainés des plaines: Orbe, Broye et dans les colluvions des petits marais de l'étage collinéen, accessoirement dans les fortes pentes.

Dans les plaines, du fait de la disposition des alluvions en bandes et lentilles, ces sols ne sont pas homogènes et font transition entre plusieurs classes: surtout hydromorphes et calcimagnésiques ou alluviaux calcimorphes, accessoirement vertiques et humifères à hydromorphes organiques.

a) Pseudogleys brunifiés humifères des plaines de l'Orbe, de la Broye et des petites cuvettes du domaine Stampien :

Dans la cartographie et pour l'estimation du potentiel de production, on les a assimilés à des sols bruns calcaires à pseudogley, en raison de leur structure très développée et très stable (polyédrique fine en surface et prismatique en profondeur) et aussi, parce que les taches de pseudogley sont peu nombreuses dans le profil et même absentes de l'horizon labouré.

La nappe aquifère est profonde, les limons argileux pouvant surmonter des sables; mais dans les secteurs en transition avec les bassins tourbeux, elle peut remonter vers la surface. Les dépôts dans lesquels se développent ces sols, issus de l'érosion des versants molassiques marneux de ces vallées, présentent des caractéristiques qui se rapprochent de celles des sols sur molasse marneuse au point de vue granulométrique (richesse en limon fin) et minéralogique (argiles gonflantes), d'où la présence à profondeur moyenne de patines de glissements sur les faces des prismes (tendance verticale). La teneur en matière organique dépasse, pour la majorité d'entre eux, 3% en surface et 2% à 60 cm. L'accumulation des matières organiques, dès l'origine en milieu anaérobie, est ici attestée par tous les intermédiaires entre dépôts organo-minéraux et tourbes (figure 31).

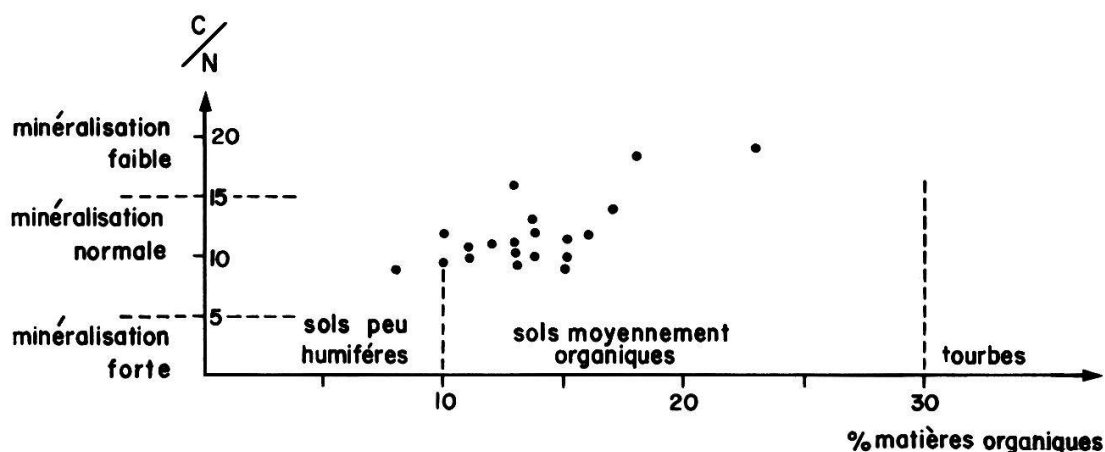


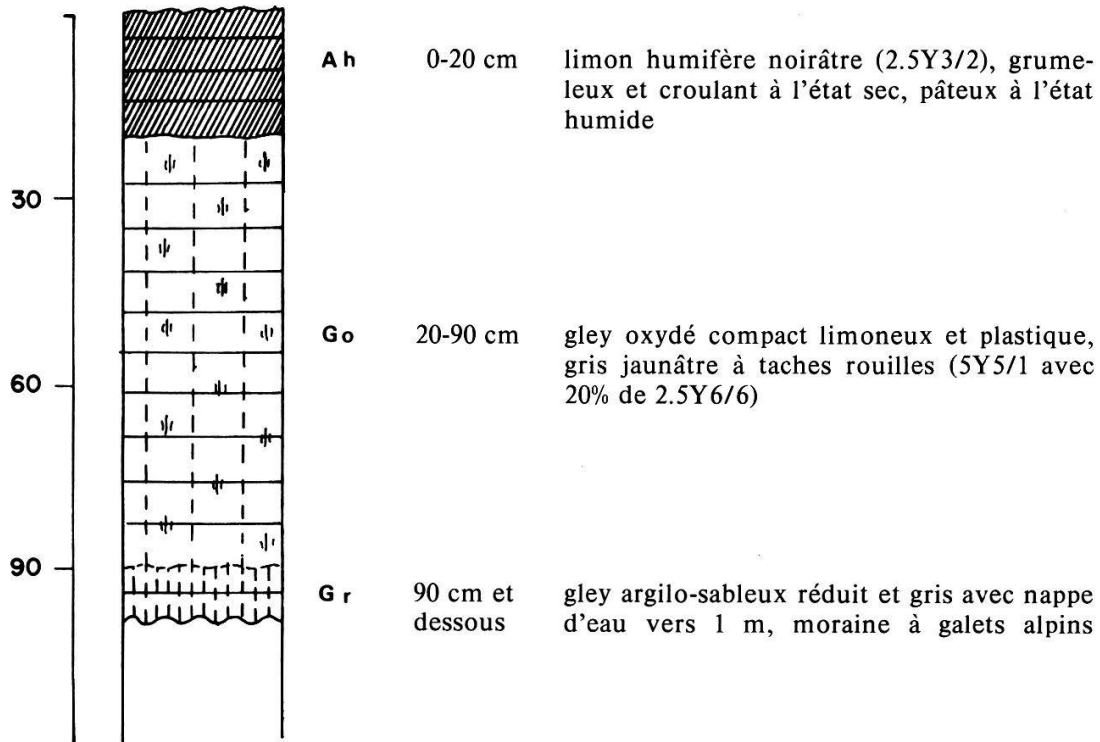
Fig. 31. - Relation entre le taux de matière organique et le rapport C/N dans les sols moyennement organiques calciques des marais drainés des plaines.

Le plan d'eau a fluctué au cours du temps et ces sols n'ont pas toujours été inondés. On retrouve ainsi des bandes plus organiques à différents niveaux dans les limons d'inondation. Lorsque la nappe s'est abaissée, soit naturellement à certaines époques, soit à la suite des drainages, la matière organique s'est transformée en milieu aéré par minéralisation, tout en se stabilisant dans ces sols lourds à l'état calcique. Ces sols humifères ressemblent à ceux de la Limagne, plaine semblable à l'environnement molassique, située dans le Massif Central. Les dépressions des pays submontagnards, comme c'est le cas, ont une nuance microclimatique plus continentale qui peut favoriser la maturation des humus; mais il est difficile dans le cas présent d'attribuer au climat un rôle autre que secondaire par rapport à l'hydromorphie. Il est possible d'admettre une convergence des effets en supposant un rôle stabilisateur du climat local, mais pas au point de classer ces sols avec les isohumiques.

La teneur en calcaire de ces sols est variable, elle semble diminuer en raison inverse de celle en matière organique, plus acide à l'origine.

Fig. 32. – GLEY À HYDROMULL CALCIQUE; *Rances, «Les Adoux»*

altitude: 615 m coord. 529,85 x 180,13
cultures de blé et betteraves, carencées sur ce sol
topographie: petit creux dans la moraine



Profondeur	Horizon	Granulométrie				Matière organique				pH eau	CO ₃ CA %
		A	LF	LG	S	MO.%	C	N	C/N		
0 - 20	Ah	20	32,5	20	27,5	7,96	4,62	0,55	8,4	7,2	0,5
30 - 60	Go	22	18	18	41	1	0,63	0,08	7,8	7,4	traces

b) Pseudogleys-gleys calciques: Ils sont plus compacts et plus humides que les pseudogleys brunifiés, la nappe se situant souvent vers 1 m de profondeur en été. Leur structure est plus massive avec de fortes patines de tension. La teneur en matière organique, même de 4 à 7% dans l'horizon de surface, est souvent insuffisante en dessous pour diminuer la plasticité et les risques de tassement.

c) Sols hydromorphes organiques et tourbes eutrophes:

On rencontre tous les intermédiaires entre sols humifères et tourbes, notamment des gleys calcaires oxydés à bandes organiques et des gleys à anmoor calcique. Ce type présente dans les fentes de retrait des enduits rouille vif qui sont des gels de fer dus à des bactéries, lesquels obstruent aussi les drains (Musy, 1976) d'où le toponyme «marais rouge» dans la plaine de l'Orbe.

Les valeurs de C/N restent assez basses malgré l'augmentation de la teneur en matière organique, sans doute à cause de l'état calcique de ces terres (figure 31).

Une fois drainés, ces sols se tassent d'autant plus qu'ils sont riches en tourbe vers la surface. En plus du tassement physique, à cause de la perte en eau, la matière organique passant dans des conditions aérobies se minéralise et perd encore du volume.

Les tourbes eutrophes reposent souvent sur des craies lacustres inaptes à la culture si elles viennent affleurer en surface par disparition de la tourbe, (voir page 166).

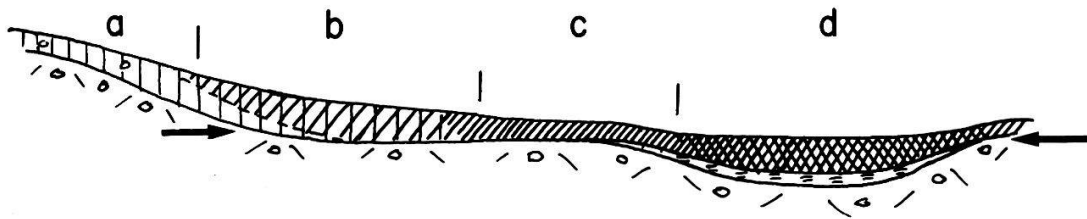


Fig. 33a. - Séquence de sols dans un petit marais drainé sur la moraine de fond

a) sol brun à pseudogley, b) pseudogley brunifié humifère, c) gley calcique à hydromull, d) tourbe sur craie.
→ niveau d'eau

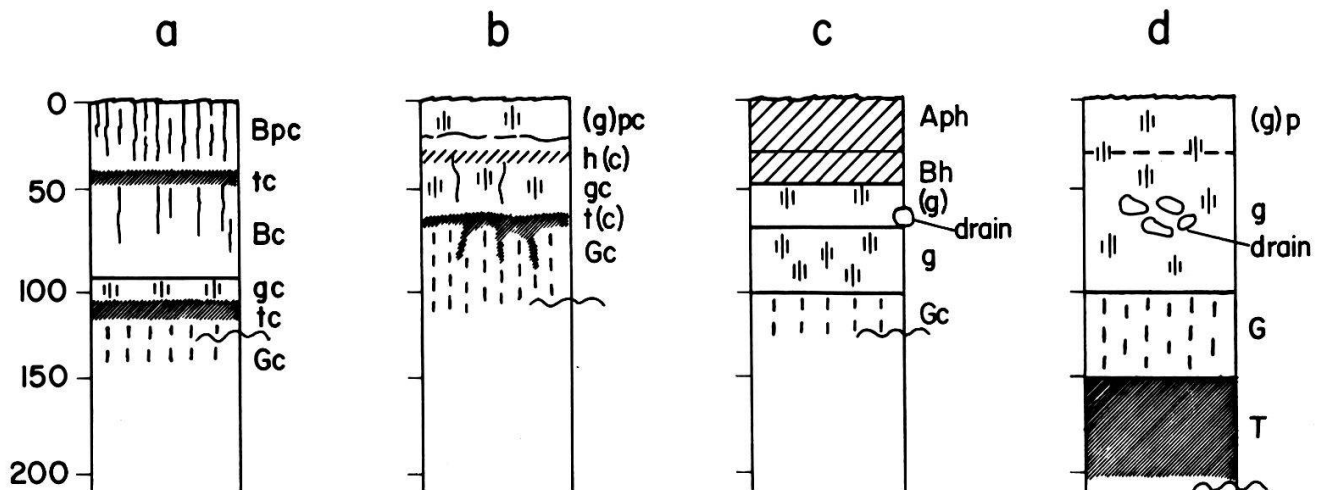


Fig. 33b. - Schéma de profils de sols hydromorphes variés

a) sol hydromorphe calcaire brunifié à bandes organiques dans les alluvions (Orbe)
b) pseudogley-gley carbonaté dans des alluvions à niveau tourbeux (Chavornay)
c) pseudogley-gley saturé dans des colluvions (Bercher)
d) pseudogley-gley décarbonaté dans des colluvions sur tourbe enfouie (Correvon)
~~ niveau d'eau

2. Sols hydromorphes décarbonatés

Ces sols se rencontrent dans les vallées et vallons de faible importance, dans les faibles pentes en creux et sur la bordure des marais drainés, surtout aux altitudes moyennes (600 à 700 m). Ils se développent surtout dans les colluvions sur la moraine de fond.

a) Pseudogley-gley : très souvent on observe la superposition d'un pseudogley à un gley plus ou moins oxydé, ce dernier coïncidant avec la moraine de fond. La limite de décarbonatation coïncide souvent avec le sommet du gley, parfois aussi la partie supérieure du gley est décarbonatée et oxydée. Le pseudogley est légèrement acide.

La plupart des pseudogleys et gleys cultivés rencontrés présentent un horizon de surface humifère à mull et ils ont été drainés (mouilles, anciens marais). Le taux moyen de matière organique est de 5% avec un C/N compris entre 7,5 et 10 qui montre bien la minéralisation avancée de l'humus. En profondeur, tandis que le taux de matière organique s'abaisse à une valeur d'environ 2% vers 50 cm, le C/N s'élève, contrairement à ce qui s'observe dans les sols bien drainés et normalement aérés.

En dessous de 800 m, d'altitude, les sols hydromorphes des sous-bois sont pour la plupart des sols à hydromull* ou à anmoor*.

La granulométrie des pseudogleys et gleys est assez variable et dans le cas de matériel morainique, ils ne présentent pas de texture franchement différente des autres sols.

On en déduit que les sols hydromorphes reflètent la diversité régionale des ambiances texturales – par exemple les gleys sont sableux dans le «domaine» burdigalien – et que ce n'est pas une texture plus lourde qui a provoqué l'hydromorphie dans la moraine, mais le manque de porosité et de structure construite.

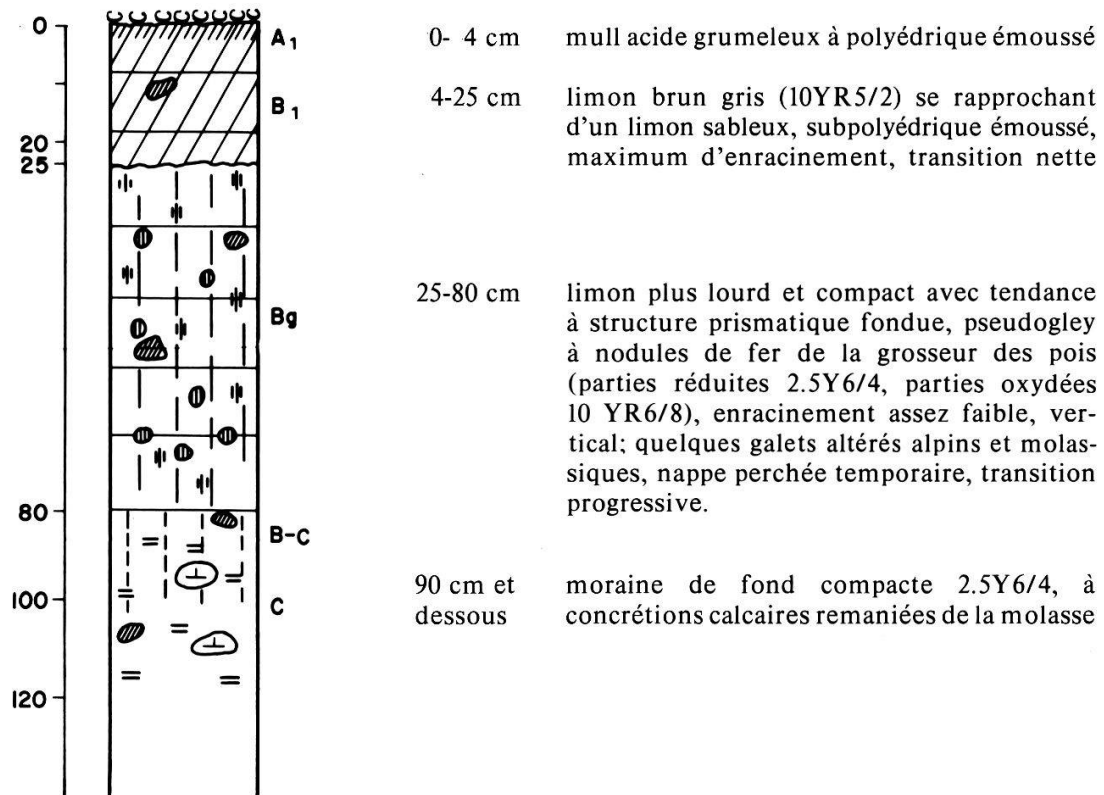
b) Pseudogleys à granules de fer

Ils sont fréquents sur mélange moraino-molassique en couverture sur les étages Aquitaniens et Stampiens orientaux, à des altitudes de 600-700 m. Ailleurs, ils ne sont pas absents mais rares. Le plus souvent ce sont des pseudogleys décarbonatés, mais ce n'est pas une condition nécessaire à la formation des granules; il s'en trouve en effet aussi dans quelques pseudogleys carbonatés. Une certaine proportion de sable semble favorable à la formation des nodules de fer (limon sablo-argileux). On trouve souvent l'horizon à granules de fer à la partie supérieure d'un pseudogley ou gley oxydé. Dans les mêmes zones, on observe des nodules à différents stades de consolidation. En lame mince, ces granules ne présentent aucune organisation interne, la matrice y est la même que dans le sol.

Fig. 34. – PSEUDOGLEY À GRANULES DE FER SUR MORAINE DE FOND; Fey, «Bois Béta»

altitude: 650 m coord. 543,25 x 169,6
hêtraie à mélisse uniflore

topographie: plat avec très léger creux



Profondeur	Horizon	Granulométrie				Matière organique				pH eau	CO ₂ CA %			
		A	LF	LG	S	MO. %	C	N	C/N					
2	A1	14,5	21,5	21	43	5,4	3,15	0,27	11,6	5	-			
20	B1	14,5	21	15,5	46	2,6	1,56	0,13	12	5,2	-			
60	Bg	16,5	22	19,5	42	0,2				5,7	-			
80	B-C	11,5	24	15,5	49	0,1				6,8	-			
100	C	7,5	21,5	20	51					8,2	6			
Cations échangeables m.e/100 g					taux de saturation S/T	densité apparente	Porosité totale	stabilité de structure S	Perméabilité K					
Ca	Mg	K	Na	T										
3,61	0,8	0,14	0,18	9,3	51	1,50	45	0,451	6,89					
6,49	1,39	0,13	0,09	11,3	71,4	1,65	42	3,449	3,05					
28,72	1,77	0,11	0,06	10,8	Sat.			7,542	1,99					

c) Pseudogleys et gleys brunifiés

Bien des gleys et pseudogleys drainés sont recouverts par une couche de limon colluvial bien structuré ou de sable limoneux poreux dans le Jorat, plus ou moins humifère et d'épaisseur variable (souvent 30 à 40 cm). L'origine de cette couche est liée aux travaux agricoles et à l'érosion des champs après drainage. Cet horizon rapporté («Plaggen» de la FAO) simule une brunification du sol hydromorphe, il l'améliore aux dépens des sols de pente érodés.

3. Sols hydromorphes acides

a) Pseudogley acide

Vers 750-800 m d'altitude dans le Jorat, où il pleut 800 mm pendant la saison de végétation, on trouve sur moraine sablo-limoneuse des pseudogleys acides dégradés. Ils se situent en position horizontale, ou bien vers la partie inférieure des versants en amont des tourbes, c'est-à-dire dans les zones où la circulation de l'eau est possible et l'engorgement modéré.

Sous forêt d'épicéas ce sont des pseudogleys à moder. Deux types ont été observés:

- un horizon sablo-limoneux A₁ de 20 cm, humifère, de structure floconneuse et particulaire reposant de façon abrupte sur le pseudogley décoloré;
- un sable limoneux décoloré sur le pseudogley avec une transition progressive.

Dans les champs, un horizon colluvial (sablo-limoneux non ou peu hydromorphe B₁ ou A(g), d'épaisseur variable pouvant atteindre 50 cm, recouvre le pseudogley à texture de limon sableux ou de sable argileux.

Dans tous les cas, le pseudogley est très durci, il se subdivise en deux horizons: la partie supérieure Ag est fortement décolorée avec quelques concrétions rouille-noire, c'est-à-dire dégradée par déferrification en milieu acide, tandis que la partie inférieure Bg est enrichie en oxydes de fer, particulièrement le long des conduits racinaires et dans les zones graveleuses. Le fer y prend parfois des teintes vives rouille-orangé.

Ce type de pseudogley est épais et la moraine non décarbonatée apparaît en dessous de 150 cm à l'état de gley oxydé. Localement, le pseudogley peut reposer sur un horizon tourbeux profond qui montre bien l'origine remaniée de la moraine dans laquelle il se développe. Il existe des intergrades à pseudogley glossique* avec les sols bruns lessivés et les bruns acides. Ces sols se rapprochent des stagnogleys* et des pseudogleys podzoliques.

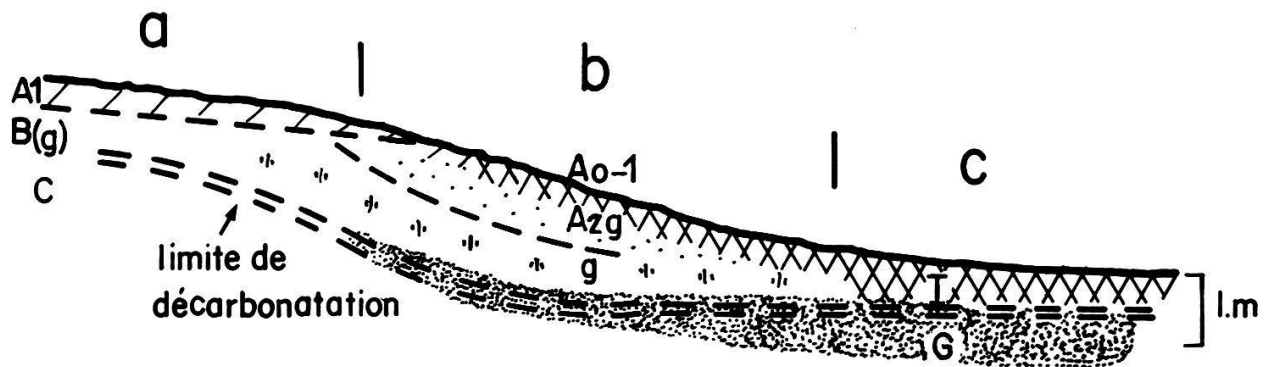


Fig. 35. – Séquence à pseudogley acide sur moraine sablo-caillouteuse dans le Jorat

- a) sol brun acide à pseudogley
 b) pseudogley acide dégradé (stagnogleyifié)
 c) gley tourbeux, calcique en profondeur

III DISTRIBUTION DES SOLS

A Sols et climat

Malgré l'aspect de mosaïque que revêt la distribution des sols dans le détail, à cause de la nature lenticulaire des matériaux parentaux, la répartition globale des types de sols est nettement orientée. D'Ouest en Est la pluviosité s'accroît sous l'influence des Alpes et la tendance à l'hydromorphie augmente en même temps que les sols carbonatés se raréfient. Sur le Plateau, la géographie des substrats corrige heureusement en gros les tendances mésoclimatiques : allègement des textures dans le Jorat où l'altitude entraîne l'augmentation des précipitations, présence des textures les plus lourdes aux altitudes les plus basses ; mais ceci n'est pas le cas au bord des Préalpes où le pseudogley se généralise dès 700 m dans le domaine stampien oriental pour devenir dominant sur les flyschs vers 900 m (figure 3).

Le climax climatique est le sol brun lessivé (à variante pseudogley modéré) ; mais par la conjonction de facteurs stationnels, climatiques et lithologiques, s'esquisse une zonalité des sols. C'est l'influence du substrat dans le mésoclimat qui déplace l'équilibre et fait atteindre un seuil écologique microclimatique différent :

- le début de rubéfaction au pied du Jura, liée au déficit hydrique estival, n'apparaît que sur substrat très perméable ; de plus, sur les substrats plus lourds, les sols même bruns lessivés restent eutrophes
- caractère verticale dans les zones basses sur les matériaux hérités des marnes molassiques, donc d'origine lithologique, mais rendu apparent par les alternances pluie-sécheresse du mésoclimat (régions d'Orbe et de Montreux)

– tendance isohumique en microclimat plus continental en basse altitude (400 m) sur les alluvions et colluvions de la plaine du Rhône, à l'abri des Préalpes, et à la limite de l'étage submontagnard (700 m) de l'adret du pied du Jura, dans les zones sèches sur substratum calcaire; maturation aussi de l'humus hérité des anciennes basses plaines marécageuses drainées de l'Orbe et de la Broye qui accusent les minimums régionaux de précipitations estivales rappelant, de loin, les terres noires de la Limagne française, dont l'âge et l'origine géologique sont identiques.

– domaine des sols bruns acides en mésoclimat à tendance humide sur substrat sableux issu de la désagrégation des molasses gréseuses du Jorat (900 m pour 1200 mm de précipitations). Mais ici on atteint à peine le seuil de la podzolisation à cause de la nature initialement carbonatée du substrat et aussi de la réserve en minéraux altérables (feldspaths, ferromagnésiens), et de la nature des minéraux argileux. Le seuil de la podzolisation n'est franchement atteint que sur les premiers sommets préalpains (1500 m), dans les flyschs gréseux initialement pauvres en carbonates, pour une quantité de précipitations annuelles de l'ordre de 2 m (figure 3).

B Représentation cartographique

Du fait de l'épaisseur variable du placage morainique, de la nature lenticulaire des dépôts, de l'alternance des couches molassiques et du relief, la couverture pédologique est complexe. Le but de notre cartographie étant de représenter aussi fidèlement et clairement que possible la réalité du terrain, il aurait été nécessaire d'adapter l'échelle cartographique à la dimension des unités de sols pour en permettre la représentation. Une alternative aurait consisté à choisir une méthode de représentation de type synthétique, basée davantage sur l'observation du relief que sur les types de sols (HAEBERLI, R., 1971; VAN DER MEER, J.J.M., 1976; VAN DIJK R., 1976; KLAASEN, I., 1977). Cette dernière a cependant le désavantage par rapport au but que nous nous étions fixé de rendre difficile la localisation des unités de sols observées sur le terrain. Nous avons donc choisi un système de représentation intermédiaire permettant de travailler à l'échelle du 1:25 000 dans lequel on trouve:

1. *des unités simples* dans lesquelles les variations ne sont pas forcément inexistantes, mais ne suffisent pas à modifier le type de sol; elles ne sont représentées que lorsque leur extension est supérieure à l'hectare;

2. *des unités complexes*, regroupant des types de sols différents dont les limites ne sont pas cartographiables séparément et dans lesquelles on trouve:

- a) des sols différents à limites calquées sur la microtopographie
 - des sols peu contrastés: systèmes de terrasses de cultures (unités GJ)
 - des sols à contraste variable: unités des pentes (P)

- b) des sols différents à limites mal définies : mésojuxtapositions* en relief faible
- des sols peu contrastés (unités GG2 et GY1)
 - des sols assez contrastés (unités GY12 et GJ4)

3. *des inclusions* dont l'extension est exceptionnellement supérieure à l'hectare; l'échelle choisie et la densité des sondages ne nous ont pas permis de les localiser toutes sur le terrain :

a) inclusions peu ou moyennement contrastées : ce sont des variations de texture, charge en cailloux et profondeur correspondant à des colluvionnements locaux dans les replats et cuvettes peu accentuées;

Ces variations sont fréquentes dans les unités GY et GG

b) inclusions contrastées :

- microbosses de moraine (unité GY1)
- îlots rocheux (unités KG2, GY1)
- dolines (unité KG1)
- hydromorphie ponctuelle : mouilles et microcuvettes accentuées (unités GG et GY1)

Sur la carte, la couleur représente les types de sol; les trames indiquent d'une part les substrats rocheux lorsqu'ils participent au profil, d'autre part les textures extrêmes et la charge en cailloux.

Les signes particuliers (ronds fléchés, ovales tiretés, triangles noirs) concernent les inclusions.

Les lettres en surcharge renvoient à la géologie et les numéros qui les accompagnent concernent la structure des unités pédologiques (voir annexe III.).

C Présentation de séquences de sols

Les séquences suivantes sont pour la plupart situées en dehors du périmètre de la carte pédologique annexée.

Elles ont été choisies de façon à donner des exemples typiques de la variabilité des sols en relation avec les substrats.

Fig. 36. - Légende des séquences de sols

















	calcaire dur		craie lacustre
	molasse marneuse		tourbe
	molasse gréseuse		épaisseur du sol d'altération
	moraine de fond		bloc erratique alpin
	moraine graveleuse		moraine indifférenciée caillouteuse
	alluvions graveleuses		limon organique
	niveau compact, argilo-silteux		niveau de la nappe d'eau
	limons colluviaux, alluviaux ou de remaniement périglaciaire		
	sable alluvial, colluvial ou morainique		

Fig. 36. - Suite

- | | |
|---------------------------------|-----------------------|
| e lithosol | v tendance verticale |
| rh sol lithocalcique humifère | (g) pseudogley modéré |
| ac sol alluvial calcimorphe | g pseudogley |
| r rendzine et sols rendziformes | G Gley |
| rb rendzine brunifiée | h humifère |
| bc sol brun calcaire | t organique |
| b(c) sol brun calcique | T tourbe |
| b sol brun | |
| ba sol brun acide | |
| bl sol brun lessivé | |

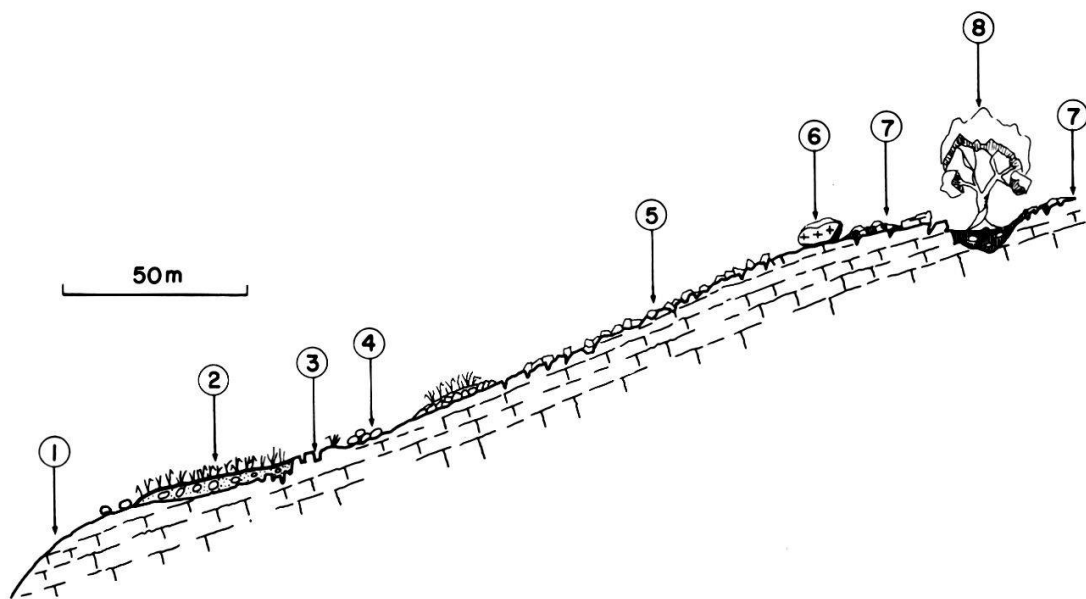


Fig. 37. - Séquence des sols d'érosion sur calcaire avec pellicule de dépôt morainique, Chassagne d'Onnens

1) dalle polie: lithosol et sol lithocalcique, 2) moraine résiduelle: sol brun calcaire, localement rendzine, 3) lapiez exhumé, 4) tas de galets cristallins, 5) pierriers et sol rendocalcique humifère, 6) bloc erratique, 7) sol brun rouge peu épais, 8) doline: sol brun lessivé de 100 cm.

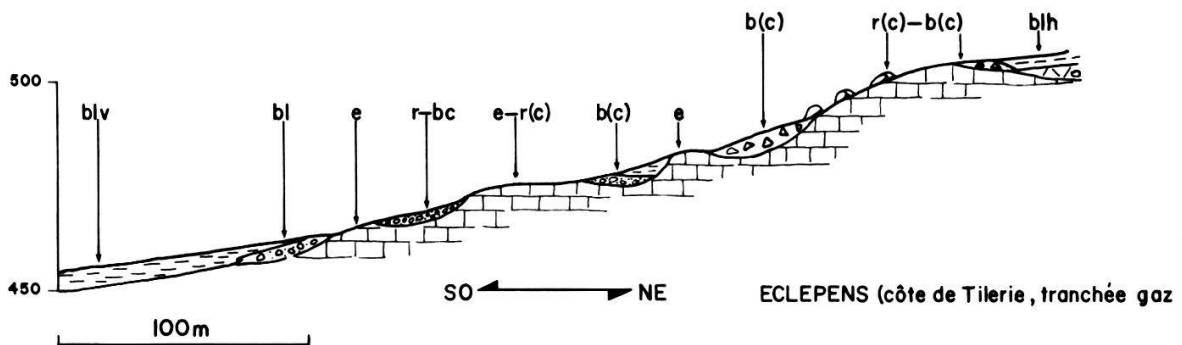


Fig. 38. - Séquence sur calcaire et moraine

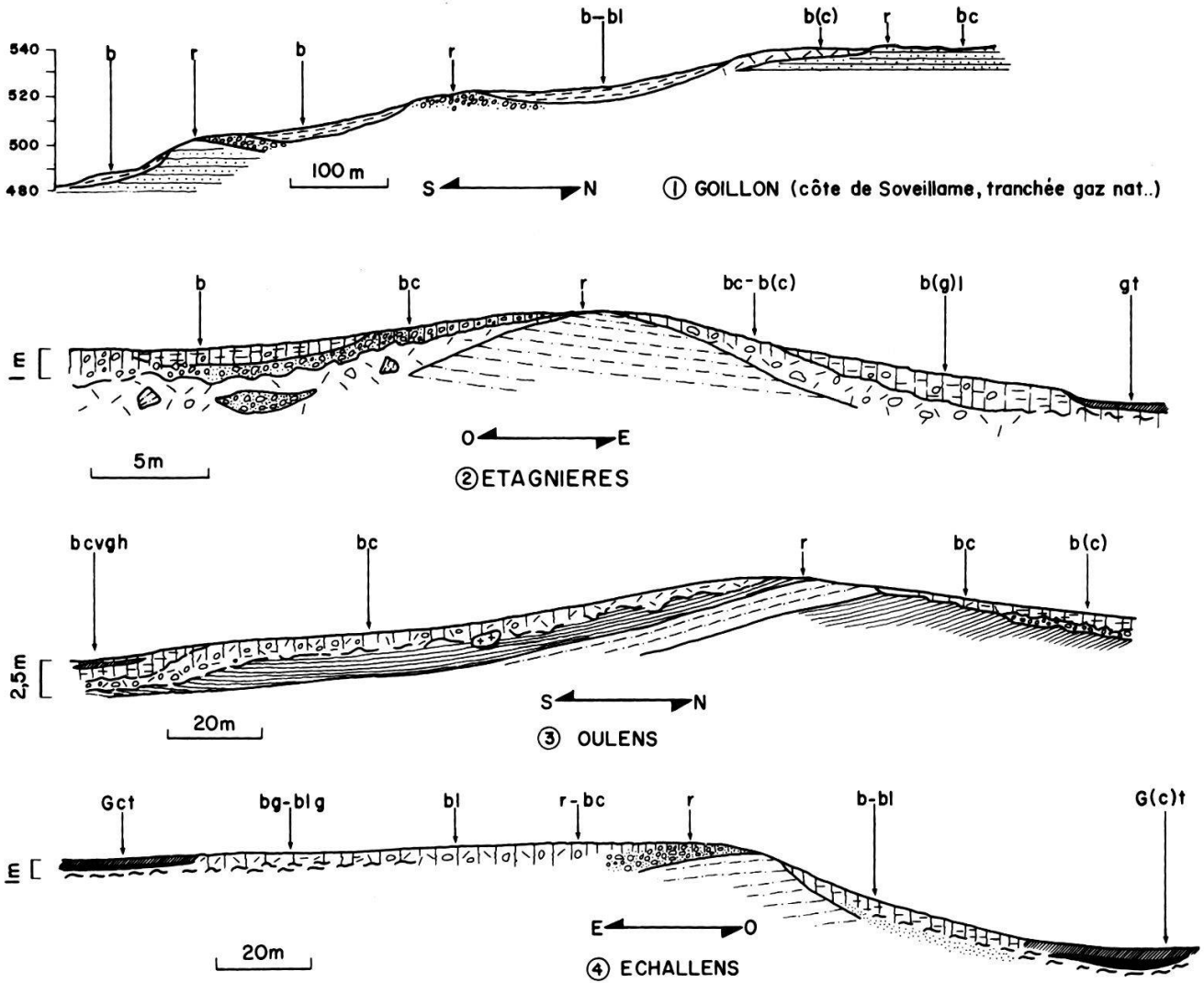


Fig. 39. - Séquences sur molasse et moraine
 l'emplacement de la séquence No 4 est indiqué sur la carte par une double flèche

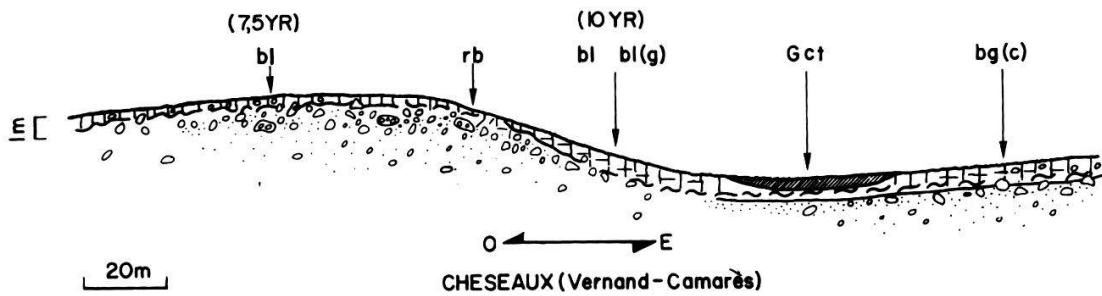


Fig. 40. - Séquence sur dépôt morainique

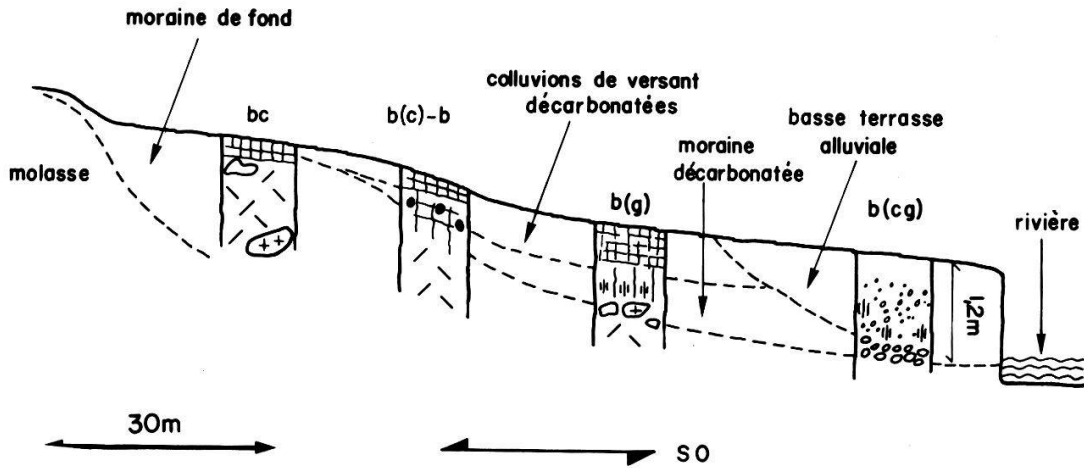


Fig. 41. - Séquence sur moraine et alluvions, vallée du Talent à Echallens.

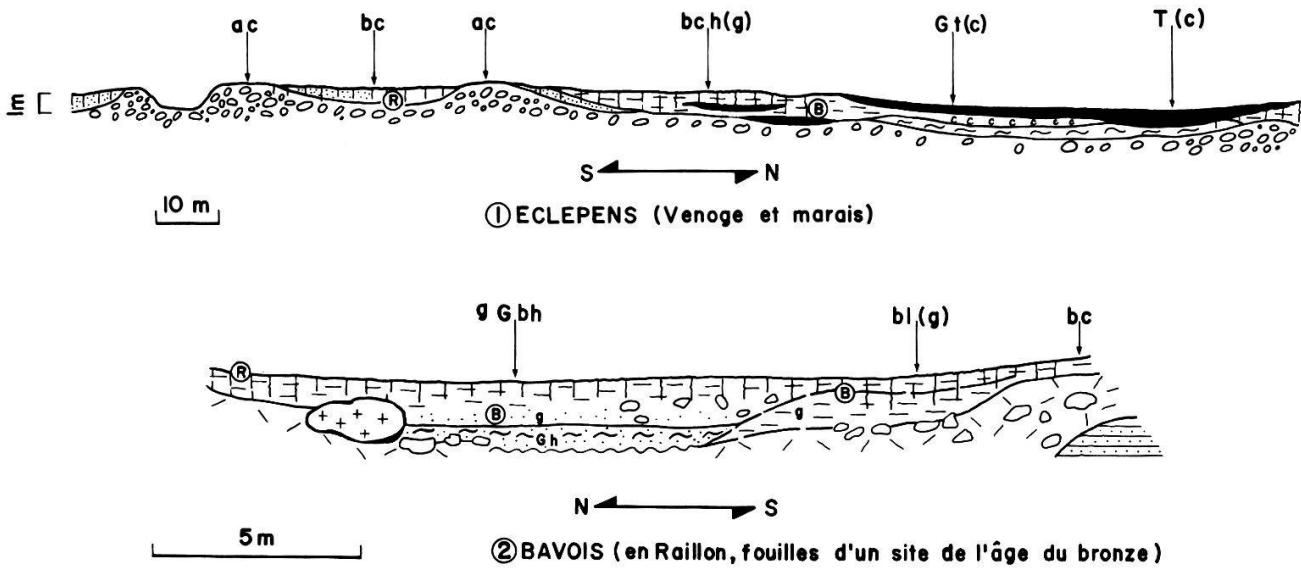


Fig. 42. - Séquence dans les dépôts alluviaux à Eclépens (1) et colluviaux à Bavois (2) B et R indiquent des niveaux archéologiques de l'âge du bronze et romain.

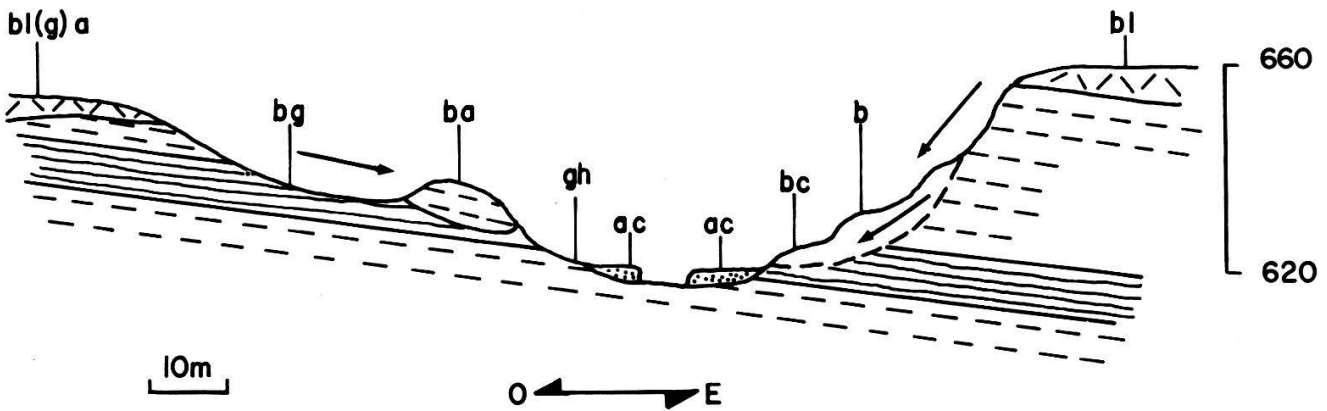


Fig. 43. - Séquence à travers la vallée de la Mentue dans les bois d'Echallens

l'emplacement de cette séquence est indiqué sur la carte par une double flèche.

