Zeitschrift: Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Band: 96 (1973)

Artikel: Apport allochtone dans les sols jurassiens (Jura vaudois et Jura neuchâtelois)

Autor: Pochon, Michel

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-89047

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 14.12.2025

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

INSTITUT DE GÉOLOGIE, UNIVERSITÉ DE NEUCHATEL

LABORATOIRE DE MINÉRALOGIE, PÉTROGRAPHIE ET GÉOCHIMIE

APPORT ALLOCHTONE DANS LES SOLS JURASSIENS (JURA VAUDOIS ET JURA NEUCHATELOIS)

par

MICHEL POCHON

AVEC 4 FIGURES

Introduction

Dans le Jura, les transformations intimes de la fraction minérale des sols actuels demeurent modérées en raison d'un climat tempéré et d'un environnement riche en bases. Le phénomène principal reste la dissolution progressive des carbonates, laquelle libère un résidu essentiellement alumino-silicaté (argiles et résistats : quartz, feldspaths et minéraux lourds) qui s'accumule et perpétue ainsi le sol.

Postulant de faibles transformations, nous pouvions donc nous attendre à retrouver dans le sol un reflet qualificatif et quantitatif de l'insoluble du substratum rocheux susceptible d'avoir fonctionné comme roche-mère.

Or, de nombreux sols bruns de la chaîne du Mont-Tendre (Jura vaudois) présentent, à ce titre, quatre anomalies :

— surabondance de chlorite, quartz et feldspaths K ;

— présence énigmatique de plagioclases.

Nous les avions déjà soulignées auparavant (Béguin et Pochon 1971) dans les sols des Nardaies jurassiennes au Reculet (Jura français), au Soliat (Jura neuchâtelois) et aux Pontins (Jura bernois). Nous avions émis l'hypothèse d'un apport éolien de chlorite, de feldspaths et de quartz, dont l'origine aurait été liée aux moraines wurmiennes du glacier du Rhône.

L'objet de la présente note consiste à démontrer la vraisemblance de cette hypothèse.

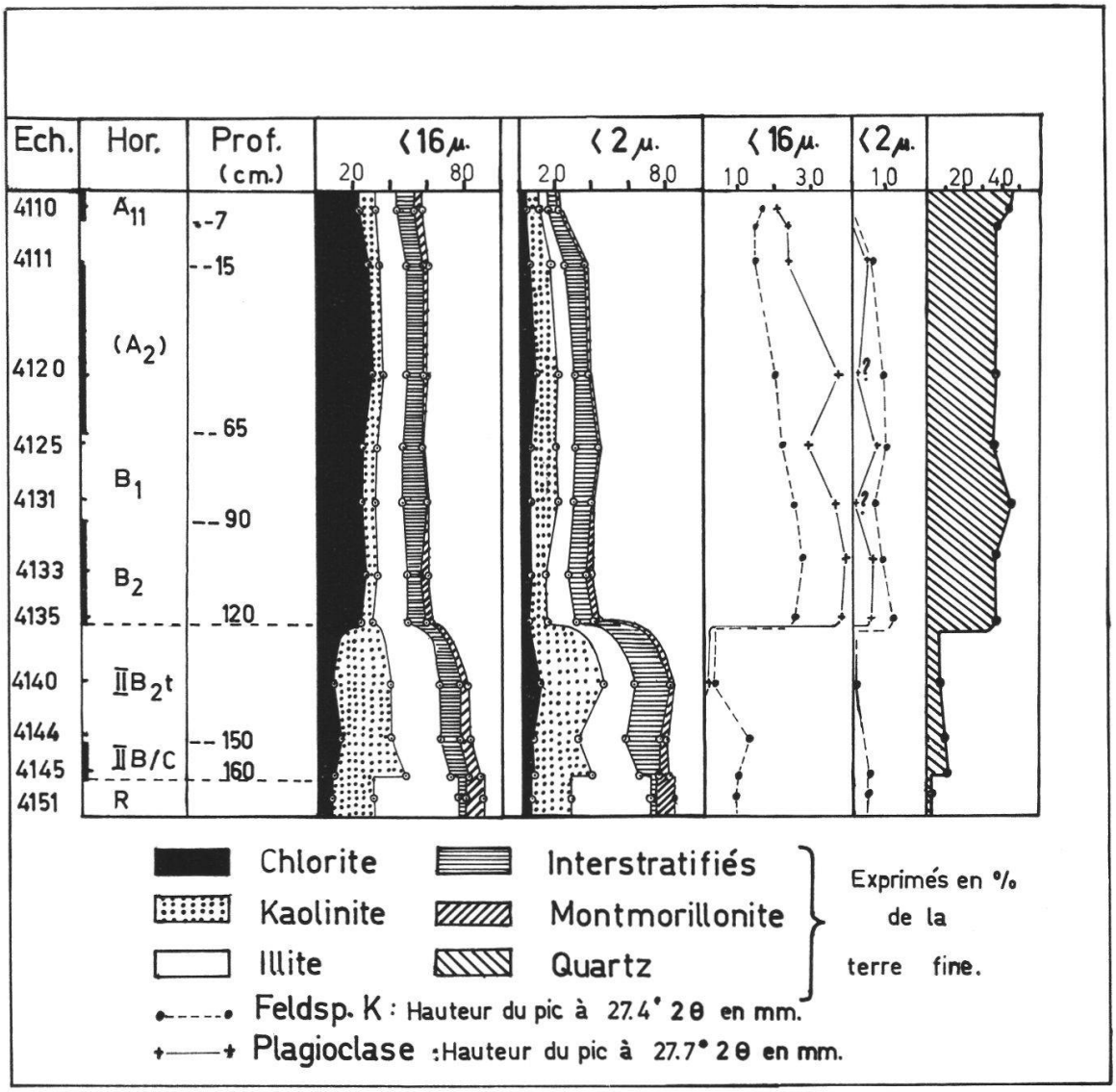

Fig. 1. Sol brun polyphasique (Mont-Tendre).
Log des paramètres mesurés.

Première partie : exemple d'un sol brun polyphasique

1. *Description*

Le profil reporté en figure 1 est celui d'un sol situé sur la charnière anticlinale du Mont-Tendre (Jura vaudois) à 1600 m d'altitude (coord. 513.560/160.915). Son substratum est constitué par un niveau de calcaire franc : biosparites (Folk 1962) du Séquanien supérieur.

Le sol occupe une petite dépression orientée NW-SE, transversalement à l'axe anticlinal, large de 4-5 m, longue de 15 m et limitée latéralement par deux escarpements rocheux. En amont, la zone d'alimentation possible est restreinte et les apports locaux doivent être tenus pour négligeables. Pourtant ce sol, parmi les plus épais de la région (160 cm) est sans aucun doute un sol d'accumulation à histoire complexe. Il présente en effet une très nette discontinuité à 120 cm de profondeur, soulignée par les caractères morphologiques, minéralogiques (fig. 1) et chimiques, qui nous permet de définir un sol I (0-120 cm) et un sol II (120-160 cm). Le sol I (0-120 cm) totalement décarbonaté est modérément acide (pH $\cong$ 5,30). Le complexe absorbant est désaturé comme le montre S/T qui passe de 20 % à 70 % entre 20 cm et 120 cm. Ce sol appartient au groupe des sols bruns, sous-groupe des faiblement lessivés (seul l'horizon A_{11} est appauvri en argiles) (*Classification CPCS*, 1967).

Le sol II (120-160 cm) décarbonaté dans la terre fine est basique (pH $\cong$ 7,5) et le complexe absorbant est saturé (S/T = 100 %).

2. *Apport allochtone*

2.1. *Evidence minéralogique*

Le sol I a une teneur importante en chlorite, quartz et feldspaths (feldspaths K et plagioclases) (fig. 1 et 2). Il ne présente qu'une parenté réduite avec le résidu insoluble des calcaires sous-jacents et environnants, lequel ne contient que 7 %-9 % de chlorite, $\cong$ 10 % de quartz, des traces de feldspaths K, mais pas de plagioclases (fig. 2). La composition du sol II (120-160 cm) est très similaire au résidu insoluble des calcaires encaissants.

2.2. *La chlorite*

L'accumulation préférentielle de la chlorite dans le sol I ne peut résulter ici de processus pédogénétiques, le phénomène de chloritisation dans les sols a été signalé par maints auteurs à la suite de MacEwan (1950) (voir Rich 1968). Mais il est habituellement lié aux milieux très acides et il entraînerait nécessairement une haute teneur en chlorite dans les plus petites fractions. Or, dans nos échantillons, la chlorite est en faible proportion dans la fraction $< 2\mu$ (8 %-12 % relatif).

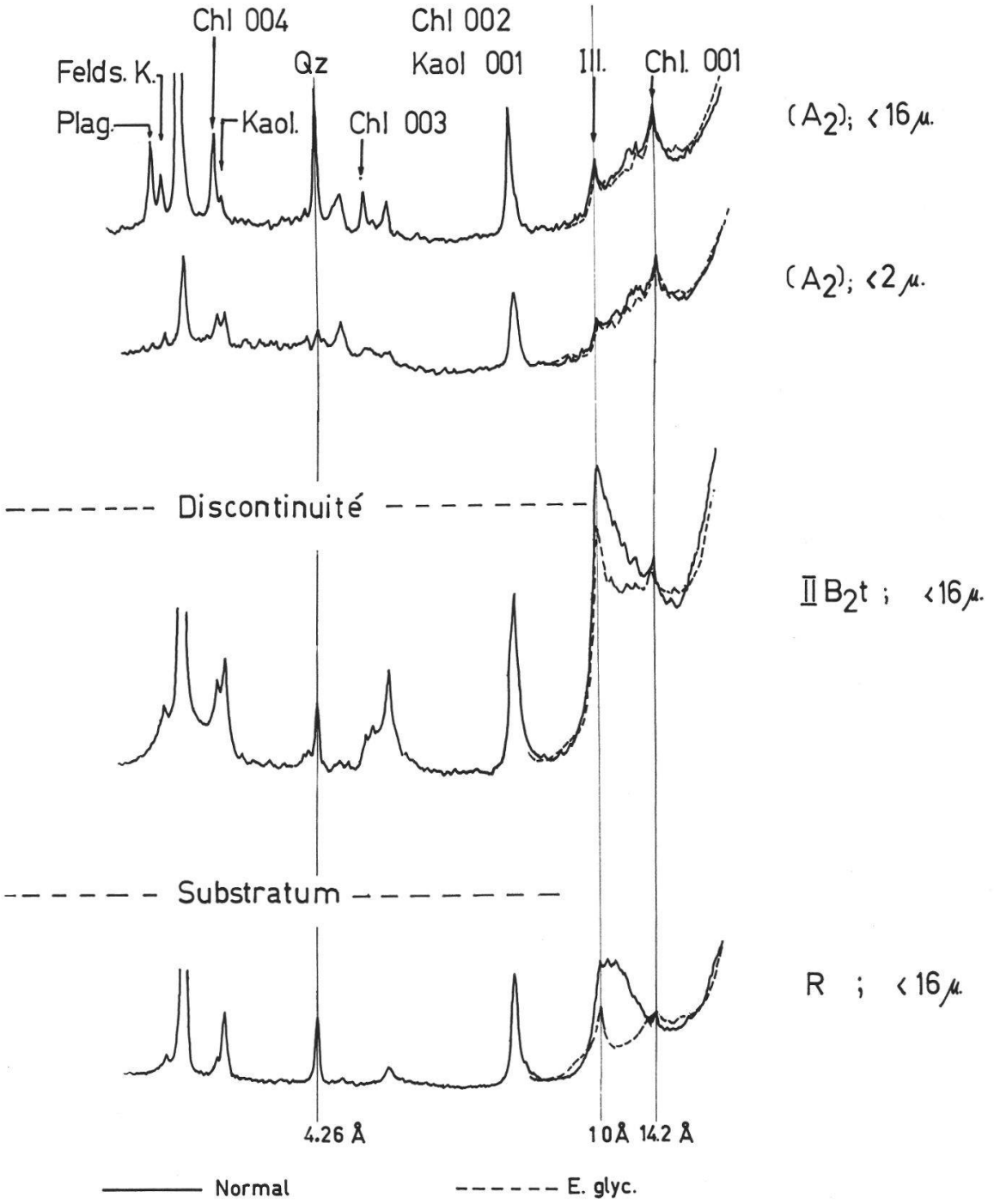

Fig. 2. Diffractogrammes X des argiles du sol I (horizon (A_2), du sol II (horizon II B_2 *t*) et du substratum rocheux (horizon R).

L'abondance de la chlorite dans le sol I s'explique d'autant moins que son altérabilité est supérieure à celle des autres phyllites, telles l'illite et la kaolinite (JACKSON et SHERMAN 1953, MILLOT 1964, p. 131).

CAMEZ, en 1962, avait déjà montré la tendance des chlorites à diminuer vers la surface des sols bruns en régions tempérées.

Notons aussi que le type de chlorite dans la fraction silteuse ($< 16\mu$) semble plutôt ferrifère (raies 002 et 004 $>$ 001, BROWN 1961, p. 265). Or, on sait que ce type de chlorite est relativement vulnérable en milieu acide. Les chlorites apparaissent ici comme matériel essentiellement allochtone.

2.1.2. *Le quartz*

Ce minéral résistant par excellence à l'altération constitue plus du tiers du sol I (moyenne de 38 %). Sa répartition est remarquablement homogène à travers tout le profil du sol I (fig. 1).

Dans le sol II, sa teneur est d'environ 10 %. C'est l'ordre de grandeur de la teneur en quartz du résidu insoluble des roches environnantes. (Sur la figure 1, le quartz du substratum rocheux a été mesuré sur la roche non décarbonatée.) La constance de la teneur en quartz à l'intérieur de chaque sol démontre que le lessivage et entraînement d'argiles sont négligeables en dehors de l'horizon A_{11}. Le matériel originel devait donc présenter des teneurs en quartz similaires à celles que nous observons actuellement.

Les très fortes teneurs du sol I ne peuvent être expliquées par les faibles concentrations observées dans le substratum rocheux et dans le sol II sous-jacent.

2.1.3. *Les plagioclases et feldspaths* K

Dans les roches carbonatées du Jura (Jurassique et Crétacé inf.), la teneur en feldspaths est très faible : < 1 %. Parmi ceux-ci, les plagioclases apparaissent très rarement (Persoz, communication orale).

Dans le sol I, on observe dans la fraction silteuse, une prédominance des plagioclases par rapport aux feldspaths K (fig. 1), alors que dans la fraction $< 2\mu$ la teneur en feldspaths K est supérieure à celle en plagioclases. Dans les deux fractions, les teneurs globales en feldspaths sont de loin plus élevées que dans les roches du substratum.

Dans le sol II, seul le feldspath K est présent. Sa concentration s'aligne sur celle de la roche encaissante.

En conséquence, les abondants feldspaths du sol I ne peuvent provenir en totalité des calcaires jurassiens.

2.2. *Evidences granulométriques*

2.2.1. *Méthode*

La matière organique des échantillons de sol est éliminée par H_2O_2 20 vol. Un léger traitement à HCl assure l'élimination totale des carbonates. Les résidus sont ensuite agités durant douze heures en présence

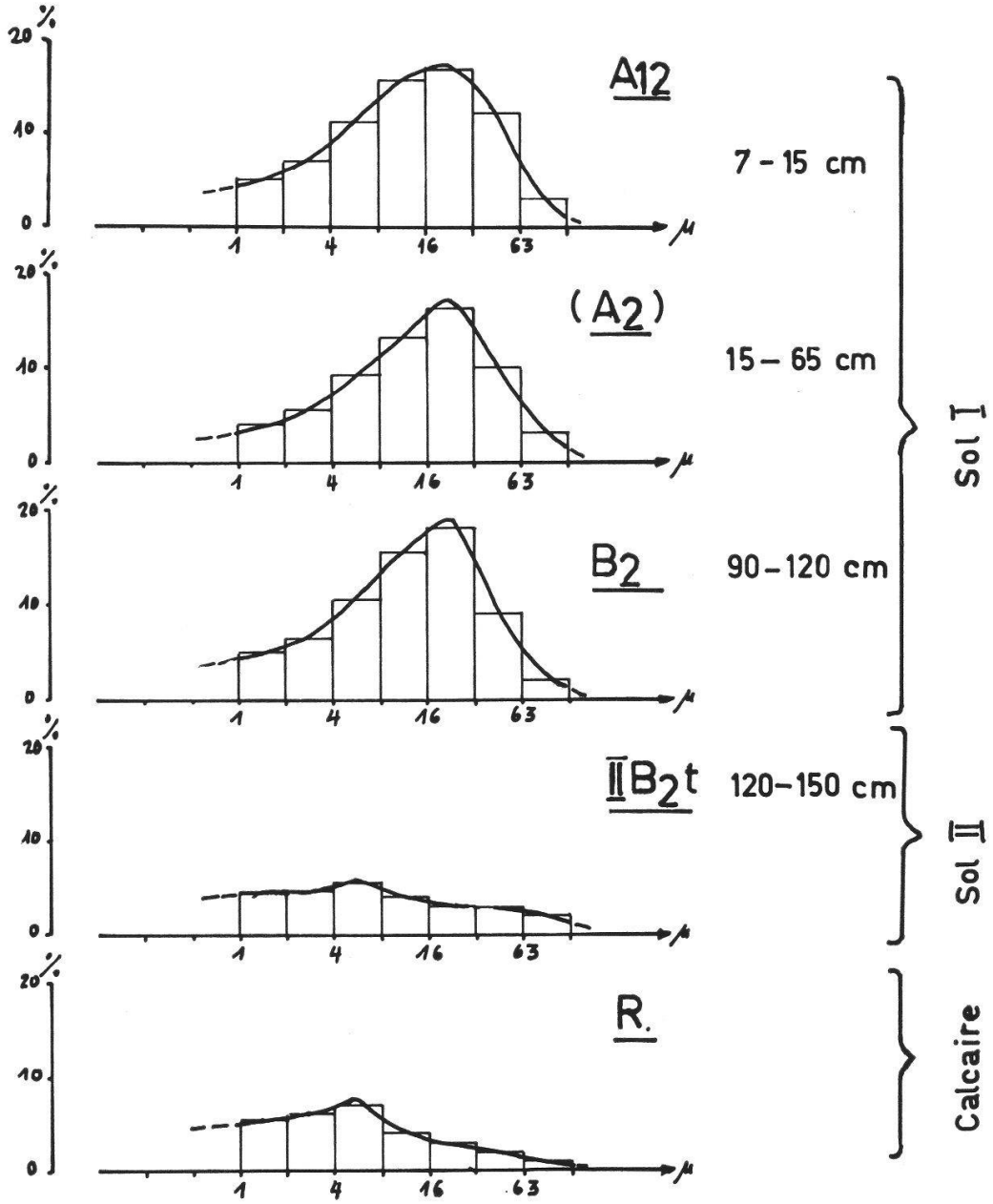

Fig. 3. Histogrammes des fréquences granulométriques.

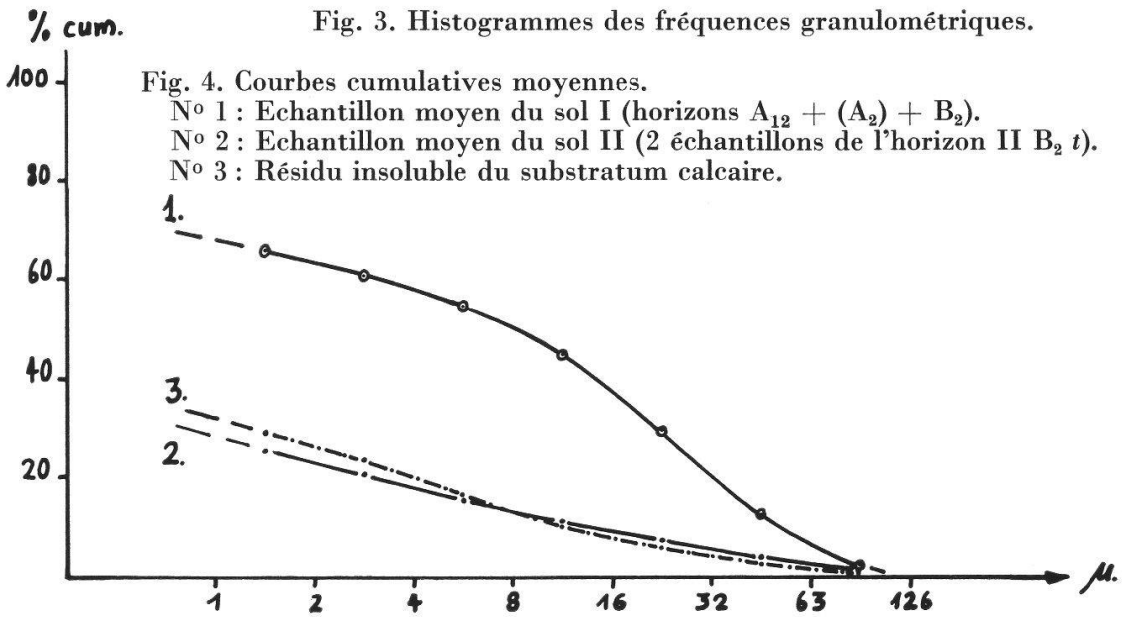

Fig. 4. Courbes cumulatives moyennes.
N° 1 : Echantillon moyen du sol I (horizons A_{12} + (A_2) + B_2).
N° 2 : Echantillon moyen du sol II (2 échantillons de l'horizon II B_2 *t*).
N° 3 : Résidu insoluble du substratum calcaire.

de dispersant. L'analyse granulométrique est réalisée au moyen de pipettes Robinson, modèle amélioré par « Hague sedimentological Laboratory ».

Pour obtenir une granulométrie représentative et significative du résidu insoluble des roches, 2 kg de calcaire de chaque échantillon ont été soumis à l'HCl 5%-10% vol.

2.2.2. *Les résultats* (fig. 3 et 4)

Les trois horizons A_{12}, (A_2), B_2, les plus représentatifs du sol I se différencient de celles du sol II. Granulométriquement, la distribution du résidu insoluble de la roche s'apparente à celle du sol II (fig. 4).

Les données granulométriques confirment :

— l'étroite parenté du substratum calcaire et du sol II, lequel peut être considéré comme argiles résiduelles de décarbonatation (fraction $< 2\mu = 74\%$ de l'échantillon total) ;

— le caractère nettement différent du sol I. Ce dernier est un limon argileux dont l'homogénéité de l'horizon A_{12} (15 cm) à la base exclut la possibilité d'un arrangement relatif des fractions grossières par suite d'éluviations des éléments les plus fins.

Interprétation des résultats

Les études réalisées par Aubert (1965) sur la calotte glaciaire du Mont-Tendre paraissent devoir exclure tout apport par les glaces.

Les analyses minéralogiques et granulométriques révèlent des divergences profondes entre le sol I de couverture et le substratum environnant. Elles conduisent à envisager qu'une part importante du sol I est allochtone, dont l'origine est suggérée par l'analogie existant entre nos courbes granulométriques et celles de lœss typiques.

La notion n'est pas nouvelle pour le Jura. Portmann in Vink (1949, pp. 111 et 140) reconnaît l'existence de lœss à Chasseral (Jura bernois). Matthey (1949) découvre une fraction non négligeable de minéraux lourds dans des sols bruns du Haut-Jura neuchâtelois et vaudois. L'origine du matériel éolien est difficile à déterminer. L'un des stocks possibles de matériaux meubles se trouve sur le Plateau suisse au pied de la chaîne jurassienne. Il s'agit des moraines wurmiennes du glacier du Rhône, dont une fraction a fort bien pu être emportée avant la colonisation végétale. Pour cette raison, nous avons entrepris une étude comparative avec les moraines, les sols sur moraines et les sols sur calcaires au voisinage immédiat du domaine morainique.

Deuxième partie :
Comparaison avec les sols de l'environnement morainiques

1. *Composition des fractions fines des moraines*

Selon Monbaron (1973 et communication orale), la composition moyenne des fractions décarbonatées $< 16\mu$ et $< 1\mu$ des moraines de fond wurmiennes échantillonnées à Valangin (Jura neuchâtelois) est la suivante :

> Illite (40%-55%) > chlorite (30%-45%) > quartz (25%-30%) montmorillonite ($\cong$ 10%) > plagioclases > feldspaths K (feldspath totaux env. 5%).

La kaolinite est rare.

Les caractères marquants sont : abondance de quartz, de chlorite à tendance ferrifère et rapport plagioclases/feldspaths K > 1, ce qui donne une composition très semblable à celle du sol I. De plus, si l'on fait abstraction de la cristallinité, les faciès roentgenographiques sont similaires.

2. *Sols bruns sur moraine*

L'analyse de la fraction inférieure à 16μ de trois sols bruns dérivant de moraines rhodaniennes au Val-de-Ruz (Jura neuchâtelois) révèle une composition minéralogique très semblable à celle de la moraine ci-dessus (tableau 1). Toutefois les teneurs en illite ont quelque peu diminué. Par contre, celles des plagioclases l'emportent toujours sur les feldspaths K.

3. *Remplissage de diaclases calcaires*

Nous avons trouvé à la Vue-des-Alpes (Jura neuchâtelois, pt. 1322, coord. 556.675/213.450) dans des diaclases du Kimméridgien, un matériau offrant beaucoup d'analogies avec la fraction fine des moraines (tableau 1). Ici la chlorite est plus abondante que l'illite ; les réflexes en diffraction X des plagioclases et feldspaths K sont très intenses.

Ce matériau est ici visiblement allochtone, puisque le résidu insoluble de la roche encaissante est constitué essentiellement par l'illite et la kaolinite, alors que la chlorite, le quartz et les feldspaths K ne sont qu'à l'état de traces et les plagioclases inexistants.

Le lieu de prélèvement est situé à 3 km au-delà et 150 m plus haut que la limite d'extension maximale des glaciers (Machacek 1905, Jäckli 1970). La marge est suffisamment grande pour exclure un apport direct par les glaces lors d'une avance temporaire. Ceci est confirmé par l'absence totale dans ces diaclases de galets ou sables d'origine alpine. La position topographique de la station (arête d'une cuesta anticlinale) élimine toute possibilité d'accumulation ou de concentration des résistats par apport latéral.

TABLEAU I Composition minéralogique de la fraction < 16μ décarbonatée. Sols et substratum calcaire.
Colonnes 1 à 5 : Dosage en pour-cent relatif.
Colonnes 6 à 8 : Hauteur des pics en millimètres.

Ech.		1 Montmo. % rel.	2 Interst. % rel.	3 Illite % rel.	4 Chlorit. % rel.	5 Kaol. % rel.	6 Quartz 4.26 A mm	7 Plagio. 27,7° 2θ mm	8 Felds. K. 24,4° 2θ mm
	Val-de-Ruz								
VR 1.	Sol brun sur moraine wurm. Horizon Ap.	5	3	38	40	12	44	40	19
	Vue-des-Alpes								
4644	Matériel de remplissage de diaclases dans calcaire kimmeridgien, 70-90 cm	6	2	34	52	4	53	97	65
4643	Sol recouvrant les diaclases ci-dessus. Horizon A_{11}, 0-12 cm	5	7	30	34	19	48	35	28
4645	Sol brun sur dalle de calcaire kimmeridgien. Horizon A_{12}, 5-9 cm	8	4	19	52	14	44	36	24
4646	Kimmeridgien, substratum de 4643, 4644 et 4645	4	6	50	6	34	3	—	trace
	Sol brun polyphasique, Mont-Tendre								
4120	Horizon (A_2), sol I	4	14	21	50	10	58	36	19
4135	Horizon B_2, sol I	4	16	32	39	9	48	37	24
4140	Horizon IIB_2t, sol II	8	13	32	9	37	12	trace ?	trace
	Séquanien, substratum rocheux moyen	12	4	51	8	25	24	—	10

4. *Sols bruns sur calcaire kimmeridgien*

Les sols bruns reposant directement sur les calcaires aux alentours même du point 1322 (voir ci-dessus) sont caractérisés eux aussi par l'abondance de la chlorite, du quartz, des plagioclases et feldspaths K, abondance dont l'origine est étrangère au substratum calcaire.

Discussion et conclusions

A la Vue-des-Alpes, les sols sur calcaire kimmeridgien au voisinage du domaine morainique présentent un cortège minéralogique dont les teneurs ne peuvent résulter du seul jeu de l'héritage à partir des calcaires environnants, ni de transformations pédogénétiques ultérieures. L'apport allochtone non seulement des plagioclases et feldspaths K, mais encore de la chlorite et du quartz est certain. Celui de l'illite est probable, mais non discernable, puisque les calcaires sous-jacents en sont riches.

Les analogies de composition minéralogique de ces sols avec le matériel morainique fin sont évidentes. Au vu de la position topographique (zone sommitale), le vent est le seul agent de transport possible.

Le sol I de notre profil du Mont-Tendre, comme maints autres rencontrés dans le Jura, présente les mêmes caractéristiques minéralogiques : abondance de la chlorite, du quartz, des feldspaths K et des plagioclases, à l'image des sols de la Vue-des-Alpes, ou encore des sols sur moraines.

L'apport éolien de matériel morainique paraît ici très vraisemblable aussi.

Au Mont-Tendre, l'état de conservation du matériel allochtone est moins bon qu'à la Vue-des-Alpes ; les plagioclases, par exemple, ont tendance à disparaître de la fraction $< 2\mu$, la cristallinité des phyllites est relativement mauvaise. Nous y voyons l'influence conjuguée :

— des fortes précipitations annuelles : $>$ 1500 mm (contre $\cong$ 1250 mm à la Vue-des-Alpes) ;

— de l'épaisseur du sol (160 cm) (Vue-des-Alpes : 15-25 cm), lequel n'est plus tamponné par la proximité des calcaires, de sorte que l'acidité s'installe, entraînant une altération plus intense.

A la lumière des éléments dégagés par la présente étude le sol polyphasique du Mont-Tendre peut être expliqué comme suit :

1. Sol I (0-120 cm) : sol postérieur au glacier de calotte qui recouvrait la région durant le Wurm. C'est un limon argileux d'apport éolien qui présente les caractéristiques minéralogiques des moraines rhodaniennes : abondance de la chlorite (type plus ou moins ferrifère), du quartz, des plagioclases et des feldspaths K.

2. Sol II (120-160 cm) au-dessous de la discontinuité : sol anté-glaciaire, préservé en tout ou partie du rabotage des glaciers par sa position en une étroite dépression. Il n'est pas pollué par le matériel sus-

jacent. Sa composition minéralogique présente une parenté étroite avec celle des résidus insolubles des calcaires environnants. Par sa très abondante fraction < 2 ($\cong 74\%$), il peut être assimilé à une argile résiduelle de décalcification, voire à la terra fusca des auteurs (DUCHAUFOUR 1970, p. 205), en raison de sa surabondance en kaolinite et de la présence de grains calcaires totalement enrobés d'un épais enduit ferrugineux amorphe qui les protège de la dissolution. Ces deux derniers caractères semblent exclure une évolution récente.

Remerciements

C'est grâce à des subsides du Fonds national suisse de la recherche scientifique et de la Commission géotechnique suisse que ce travail a pu être entrepris. Nous exprimons notre vive gratitude à M. B. Kübler, directeur de l'Institut de géologie de l'Université de Neuchâtel, initiateur de cette recherche et qui nous a constamment soutenu au cours de nos travaux.

Nous remercions M. Persoz, chargé de cours à l'Institut de géologie, qui a bien voulu relire notre travail et nous mettre au bénéfice de ses précieux conseils.

Nous remercions également Mlle Lebet de l'aide précieuse qu'elle nous apporta lors des analyses granulométriques.

Résumé

Certains sols allochtones du Jura se caractérisent par une abondance de chlorite, de quartz, de feldspaths (surtout plagioclase). Ils se rencontrent sur des roches calcaires, dans lesquelles ce spectre minéralogique est très mal représenté ou absent. Parfois ils couvrent des sols qui, eux, résultent d'une évolution sur place. On avance l'hypothèse que les sols allochtones dérivent de la fraction fine des moraines wurmiennes de la bordure du Jura ; leur transport s'est fait par le vent. Ce serait en fait des lœss évolués.

Zusammenfassung

Gewisse allochtone Böden des Jura sind charakterisiert durch hohe Anteile am Chlorit, Quarz und Feldspat (v. a. Plagioklas). Sie bedecken Kalkgesteine in denen diese Mineralassoziation kaum vertreten ist oder sogar ganz fehlt. Manchmal überlagern sie jedoch Böden die sich an Ort und Stelle gebildet haben. Es wird vermutet, dass sich die allochthonen Böden aus den feinsten Fraktionen der Würm-Moräne am Rand des Jura herleiten ; sie wären dann vom Wind transportiert und entsprechen in Wirklichkeit umgewandelten Lössen.

Summary

Certain allochthonous soils of the Jura are characterized by an abundance of chlorite, quartz, feldspar (above all, plagioclase). They cover limestones in which this mineralogical association is very poorly represented or absent. Sometimes they cover soils resulting from an evolution in situ. The hypothesis is advanced that the allochthonous soils are derived from the fine fractions of the Würm moraines bordering the Jura. They were wind transported and are, in fact, evolved lœss.

BIBLIOGRAPHIE

AUBERT, D. — (1965). Calotte glaciaire et morphologie jurassiennes. *Eclogae geol. Helv.* 58 (1) : 555-578.

BÉGUIN, C. et POCHON, M. — (1971). Contribution à l'étude pétrographique et géochimique des sols des nardaies jurassiennes. Nardetum jurassicum. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 94 : 67-76, 1 tabl., 2 pl.

BROWN, G. — (1961). The x-ray identification of crystal structures of clay minerals. 544 pp. *Mineralogical Soc. (Clay Minerals Group), London.*

CAMEZ, Th. — (1962). Etudes sur l'évolution des minéraux argileux dans les sols des régions tempérées. *Mem. Serv. Carte Géol. Als. Lorr.* 20 : 1-90.

Classification des sols. CPCS. — (1967). Travaux de la Commission de pédologie et de cartographie des sols 1963-1967. Edition 1967, 87 pp. *Labo-géo. pédo. E. N. S. A. Grignon.*

DUCHAUFOUR, Ph. — (1970). Précis de pédologie. Troisième édit., 481 pp., *Paris* (Masson).

FOLK, R. L. — (1962). Spectral subdivision of limestone types. *In :* Classification of Carbonate Rocks, a Symposium. *Mem. AAPG.* 1 : 62-84.

JÄCKLI, H. — (1970). La Suisse durant la dernière période glaciaire. *In :* Atlas de la Suisse, feuille 6. *Serv. topogr. fédéral. Wabern/Berne.*

JACKSON, M. L. et SHERMAN, G. D. — (1953). Chemical Weathering of Minerals in Soils. *Advan. Agron.* 5 : 219-318.

MACEWAN, D. M. C. — (1950). Some notes on the recording and interpretation of X-ray diagrams of soil clays. *J. Soil Sci.* 1 : 90-103.

MACHACEK, F. — (1905). Der Schweizer Jura. Versuch einer Geomorphologischen monographie. *Petermann's Mitteilungen aus Justus perthes. Ergänzungsb.* 32 (150) : 197 pp.

MATTHEY, F. — (1949). Etude granulométrique et calcimétrique de quelques sols situés entre le Creux-du-Van et le Chasseron. (Travail de licence de l'Institut de géologie. — Inédit.)

MILLOT, G. — (1964). Géologie des argiles. 499 pp., 75 fig., *Paris* (Masson).

MONBARON, M. — (1973). Etude roentgénographique d'une moraine de fond (Valangin, NE). *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 96 : 109-134, 4 fig., 3 tabl.

RICH, C. I. — (1968). Hydroxy interlayers in expansible layer silicates. *Clays and Clay minerals* 16 : 15-30.

VINK, A. P. A. — (1949). Bijdrage tot de kennis von loess en Dekzanden. 147 pp., 14 fig., 3 pl., *Wageningen (H. Veenman & Zonen).*