

# Contribution à l'étude pétrographique et géochimique des sols des nardaies jurassiennes : Nardetum Jurassicum

Autor(en): **Béguin, Claude / Pochon, Michel**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **94 (1971)**

PDF erstellt am: **17.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-89010>

## **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.

---

# CONTRIBUTION A L'ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE ET GÉOCHIMIQUE DES SOLS DES NARDAIES JURASSIENNES N A R D E T U M J U R A S S I C U M

par

CLAUDE BÉGUIN et MICHEL POCHON

AVEC 1 PLANCHE ET 2 TABLEAUX

---

## INTRODUCTION

Les nardaies s. l. jouent un rôle important en agriculture et leur étude a fait l'objet de nombreuses publications. A la Schynige Platte (Oberland bernois) par exemple, LÜDI (1936) a poursuivi, depuis 1930, des recherches expérimentales sur 350 parcelles diversement traitées qui ont fourni et continuent à donner des résultats très intéressants.

Dans le Jura, les groupements où dominent *Nardus stricta* ont été évoqués notamment par LUQUET et AUBERT (1930), SPINNER (1932), JORAY (1942), MOOR (1942 et 1957), FAVARGER (1958), RICHARD (1961) et SCHREIBER (1968).

Reprenant l'étude systématique des nardaies tout au long de la chaîne jurassienne, un des auteurs (BÉGUIN 1969) propose pour ce type de végétation, le statut phytosociologique suivant :

$$\text{Nardetum jurassicum}^1 \left\{ \begin{array}{l} \text{violetosum} \\ \text{gentianetosum} \end{array} \right\} \text{ étage subalpin}$$
$$\left\{ \begin{array}{l} \\ \text{genistetosum} \end{array} \right\} \text{ étage montagnard}$$

<sup>1</sup> Etant donné l'absence de bonnes espèces caractéristiques d'association s.str., nous proposons d'appeler ce groupement *Nardetum jurassicum* à l'image du *Nardetum alpigenum* de Br.-Bl.

On peut attribuer aux espèces différentielles des sous-associations (*Viola calcarata*, *Orchis sambucina*, *Gentiana kochiana*, *Lycopodium alpinum*) la valeur d'espèces caractéristiques locales.

Poursuivant la recherche du déterminisme de la végétation, sur la base des données phytosociologiques (voir tableau 1), nous avons établi tout d'abord les relations entre la géomorphologie et les nardaies (BÉGUIN 1971). Nous avons ensuite effectué des profils de sols (selon la méthode de DUCHAUFOUR 1965) qui ont souligné combien les facteurs pédologiques présidaient essentiellement au développement de l'association. Au niveau des sous-associations, en revanche, les variations écologiques échappent pour ainsi dire aux observations directes sur le terrain. Nous avons donc été amenés à étudier en laboratoire la composition minéralogique et chimique des sols.

### *Provenance des échantillons analysés*

- Profil 1. Reculet (Jura occidental), alt. 1660 m ; coord. 483.250/123.525. Combe latérale formée de larges bancs-calcaires. Station classique du *Nardetum jurassicum violetosum* (relevé N° 3 du tableau 1).
- Profil 2. Reculet (Jura occidental), alt. 1660 m ; coord. 484.050/124.900. Sillon karstique à fond plat correspondant à une zone déprimée. Station moins représentative que la précédente ; le *Nardetum jur. violetosum* entre en contact avec le *Scillo-Poetum deschampsietosum*.
- Profil 3. Le Soliat (Jura central), alt. 1400 m ; coord. 546.250/197.050. Contreforts d'un petit col de flanc. Station classique du *Nardetum jur. gentianetosum* (relevé N° 20 du tableau 1).
- Profil 4. Bellelay-Béroie (Jura septentrional), alt. 1080 m ; coord. 579.275/235.375. Légère dépression sur une large voûte anticlinale.
- Profil 5. Les Pontins (Jura septentrional), alt. 1100 m ; coord. 566.650/219.825. Butte située en marge du marais dans une combe anticlinale argovienne. Station classique d'un faciès humide du *Nardetum jur. genistetosum* (relevé N° 28 du tableau 1).

## GÉOCHIMIE DES SOLS

### Techniques et méthodes d'étude

*Echantillonnage.* — De 3 à 7 prélèvements ont été tirés de chaque profil pédologique. Au total 23 échantillons de sols et 4 du substratum rocheux ont été soumis à l'analyse minéralogique et géochimique. Chaque échantillon a été traité selon les techniques rigoureuses d'homogénéisation, de tamisage et de prélèvement statistique, exigées dans l'étude géochimique des sols (méthode O.R.S.T.O.M.).



*Analyse minéralogique.* — Comme pour l'analyse chimique, seule la fraction homogénéisée, inférieure à 2 mm, a été analysée. Les résultats figurent à la planche VI. Ils sont exprimés en pour-cent absolu de la roche totale.

Les minéraux majeurs (quartz, feldspath, carbonates) ont été dosés par diffraction X selon la technique S.N.P.A. de FERRERO (1966) et SAHORES (1967), améliorée par PERSOZ (1969).

Pour les minéraux argileux des fractions inférieures à 16 et 2 $\mu$ , le dosage par diffraction X n'est que relatif. Il est encore techniquement impossible d'isoler les diverses phases argileuses et d'obtenir ainsi un dosage absolu. Les résultats donnés à la planche VI sont donc exprimés en pour-cent relatif de la somme des minéraux argileux.

*Analyse chimique.* — Seuls les 23 échantillons de sol ont été soumis à l'analyse chimique, selon les normes de géochimie pédologique appliquées par l'O.R.S.T.O.M. Les liqueurs résultant de l'attaque triacide ont été passées au spectromètre d'absorption atomique Perkin Elmer 403 pour le dosage du Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn. Al, SiO<sub>2</sub>, Ti, N, P, ont été dosés par le colorimètre automatique Technicon. La silice a été solubilisée par fusion alcaline, et le dosage de l'azote total a été obtenu par la méthode de Kjeldahl, mise au point par DABIN (1965). Les diverses teneurs des éléments analysés sont exprimées en pour-cent absolu de la roche totale (voir planche VI).

## Minéralogie : distribution des constituants cristallisés

### 1. Minéraux majeurs

Les cinq profils présentent la même association de minéraux majeurs : quartz, feldspaths potassiques et plagioclases.

*La calcite.* — Elle est extrêmement rare. Elle n'a été détectée qu'une seule fois (horizon A<sub>2</sub> du profil 3). Il suffit de la présence d'un granule du squelette pour qu'elle apparaisse aux rayons X.

*Le quartz.* — C'est le minéral le plus fréquent de ces sols. Ses teneurs oscillent entre 17% et 62%. Mais on doit constater des teneurs en moyenne :

- a) plus faibles au Jura occidental (Reculet I et II : minimum 17%, maximum 37%);
- b) moyennes au Jura central (Le Soliat : minimum 33%, maximum 53%);
- c) plus fortes à l'E, Jura septentrional (Bellelay et Les Pontins : minimum 48%, maximum 62%).

*Les plagioclases.* — Bien qu'il soit techniquement encore très difficile d'obtenir des dosages absolus, la mesure des intensités brutes sur les

diffractogrammes permet de bonnes estimations. La distribution des teneurs en plagioclases suit celle du quartz d'une région à l'autre. Les plagioclases sont en moyenne moins abondants au Reculet qu'à Bellelay ou aux Pontins.

*Les feldspaths potassiques.* — Moins abondants que les plagioclases, ils présentent toutefois la même distribution. Episodiques au Jura occidental, leur présence est plus soutenue à l'Est.

## 2. Examen microscopique

Dans les résidus lavés et tamisés, il a été possible de confirmer la présence des feldspaths. Les grains de quartz, très fréquents, ne présentent pas le mat éolien typique de ceux du loess.

Toutefois, l'étude du cortège des minéraux lourds et des accessoires permettra peut-être de préciser la part de l'origine éolienne (loess).

## 3. Les minéraux des argiles

La composition minéralogique est remarquablement constante pour les cinq profils bien que ceux-ci reposent sur des substratums différents : Séquanien marno-calcaire (Reculet I) ou oolithique (Reculet II), Kimméridgien micritique au Soliat et à Bellelay, Argovien marneux aux Pontins.

Les teneurs élevées en *chlorite* constituent le fait le plus frappant. En effet, celle-ci, parfaitement définie par ses spectres de diffraction, est le minéral le plus abondant de la fraction  $16\mu$  dans quatre profils (seule exception : Reculet I, où l'*illite* est la plus abondante). La distribution des teneurs par profil est aussi remarquable. En effet, dans les cinq profils, non seulement les teneurs relatives ne diminuent pas vers le haut, mais elles augmentent en passant, dans quatre profils sur cinq, par un maximum situé à 20 cm de la surface, au Reculet II et au Soliat, et à 50 cm de la surface au Reculet I et aux Pontins.

Parmi les nombreux types de sols qu'elle a étudiés en régions tempérées, Th. CAMEZ (1962) ne signale aucun cas semblable.

Cette distribution particulière est conservée dans les fractions inférieures à  $2\mu$ , mais les teneurs sont en moyenne moins élevées (teneur moyenne : 20 %-25 %).

Si la présence de la *kaolinite* est indubitable dans ces sols (diffractogrammes sans ambiguïté), son dosage, même relatif, est beaucoup plus sujet à caution. Ses teneurs suivent en effet de trop près celles de la *chlorite* pour qu'on ne suspecte pas une erreur systématique dans le dosage.

La distribution de l'*illite*, elle aussi, ne suit pas la règle observée par Th. CAMEZ. En effet, du substratum vers le haut, elle diminue d'abord (minimum vers la transition  $A_2$ -(B)), puis augmente vers la surface,





alors que selon la règle générale des sols bruns plus ou moins lessivés, elle devrait diminuer de la surface vers le bas.

Dans les minéraux complexes formés de couches gonflantes et non gonflantes, il n'est apparu aucun critère valable pour reconnaître de la vermiculite. Nous utiliserons pour ces minéraux le terme très général d'interstratifiés, gonflants et irréguliers. Comme pour la kaolinite, la distribution de ces interstratifiés est relativement constante à travers toute l'épaisseur des sols. Des quatre minéraux argileux étudiés ci-dessus, seule la *montmorillonite* présente une variation latérale sensible :

- Au Jura occidental (Recullet) sa présence est très lacunaire, elle n'existe pas dans les horizons supérieurs.
- Au Jura central, au Soliat, les teneurs sont légèrement supérieures.
- A l'Est (Bellelay et Les Pontins), non seulement les teneurs ont encore augmentés, mais la *montmorillonite* est présente dans tous les horizons.

#### Origine des constituants cristallisés

La nature détritique du quartz et des feldspaths ne fait pas de doute. Les covariations enregistrées entre les teneurs en quartz, plagioclases et feldspaths potassiques d'un profil à l'autre, conduisent à l'hypothèse de l'origine détritique commune. Pour la chlorite, certes, les teneurs des marnes argoviennes des Pontins sont comparables à celles du sol sus-jacent, mais la cristallinité est moins bonne dans les marnes que dans les sols. De plus, il est exclu que ces marnes aient fonctionné comme roche-mère dans les autres profils.

Pour la chlorite, l'excellente cristallinité, la diminution des teneurs des fractions grossières aux fractions fines, la covariation enfin avec le quartz, excluent une origine par néoformation. La seule source possible serait donc les dépôts morainiques remaniés ou non par les vents : les loess.

#### Composition chimique des sols

Il faut distinguer quatre groupes d'éléments d'après l'évolution verticale dans les profils :

- la chaux,
- la silice et le titane,
- Mg, Na, K, Al, Fe,
- P et N.

*La chaux.* — Les sols sont presque totalement décarbonatés ; la chaux, en effet, est toujours inférieure à 0,5 % dans les deux premiers tiers supérieurs des profils. Elle augmente ensuite en profondeur, à l'approche de la régolite et de la roche-mère. Cette augmentation va



TABLEAU 2

	Nombre d'espèces	Altitude	Pluv. annuel.	Quartz	Mont- morillonite	SiO <sub>2</sub>	R	P, N
S.-ass. gentianetosum (Jura central)	24	1660 m	200 cm	+	+	+	0,34 0,29	+++
S.-ass. genistetosum (Jura septentrional)	28	1400 m	170 cm	++	++	++	0,22	++
S.-ass. violetosum (Jura occidental)	31	1100 m	150 cm	+++	+++	+++	0,17 0,15	+

+ : Teneurs minimales. ++ : Teneurs intermédiaires.  
+++ : Teneurs maximales.

de pair avec celle du pH. Celui-ci oscille entre 4,5 et 5,5 en surface, 5,5 et 6,5 aux deux tiers des profils et 7 à 8 au voisinage immédiat du substratum.

*La silice.* — De la surface vers le bas, elle augmente, passe par un maximum au tiers supérieur, puis diminue régulièrement jusqu'au substratum. Cette distribution rappelle celle de la chlorite.

Au contraire, Mg, Na, K, Al et Fe augmentent régulièrement avec la profondeur et trouvent leur maximum dans l'horizon B des pédologues. Cet horizon, situé à la base des profils, plus riche en argiles, est considéré comme une zone d'accumulation. C'est probablement la raison pour laquelle on constate dans cet horizon une augmentation aussi du P et de N.

*P et N.* — Ces deux éléments ne font pas partie du groupe précédent. Ils diminuent, en effet, très rapidement avec la profondeur, prouvant ainsi leur relation étroite avec la matière organique.

Si la distribution de ces quatre groupes d'éléments est remarquablement semblable dans les profils, leur distribution latérale présente des différences significatives. Ces différences se laissent le mieux illustrer par le quotient R, somme des  $j$  éléments dosés (à l'exclusion de la silice) dans les  $i$  prélèvements du profil divisé par les  $i$  résidus insolubles de l'attaque triacide.

$$R = \frac{\sum_i \sum_j \text{Teneur des éléments dosés (silice exclue)}}{\sum_i \text{Résidu insoluble}}$$

La valeur de R est maximale au Jura occidental, 0,34 au Reculet I et 0,29 au Reculet II. Elle est moyenne au Jura central, 0,22 au Soliat. Enfin, à l'E, elle est minimale, 0,17 à Bellelay et 0,15 aux Pontins.

### Géochimie du sol et sous-associations

L'analyse géochimique révèle donc des différences sensibles entre les sols des trois sous-associations. Ces critères sont groupés dans le tableau 2 à côté des facteurs végétation (nombre moyen d'espèces dans chaque groupement), altitude et pluviosité.

### DISCUSSION ET CONCLUSION

Nous avons donc eu recours aux associations végétales pour étudier les relations entre le sol et la végétation. L'association est utilisée en quelque sorte comme réactif pour mettre en évidence certaines caractéristiques stationnelles. L'amplitude écologique de la Nardaie paraît faible dans le Jura. Ce groupement se rencontre essentiellement dans

les pâturages plus ou moins abandonnés — ce qui permet d'accorder un certain crédit aux paramètres géochimiques — et comprend trois sous-associations. L'individualisation de ces dernières est-elle due à des facteurs historiques ou à des facteurs écologiques? Comment expliquer le déterminisme de ces trois sous-associations? Au point de vue de l'écologie, il semble bien qu'en dehors des faibles variations climatologiques, il existe des différences pédologiques. Les analyses géochimiques révèlent les faits suivants :

a) La charge en cations est maximale dans la région la plus élevée (Reculet, alt. 1660 m) et minimale dans la région la plus basse (Les Pontins, alt. 1080 m).

Nous attendions plutôt le contraire en raison du relief accentué et des pluies maximales  $> 200$  cm au Reculet — relief plus doux et pluies minimales  $< 150$  cm aux Pontins — et en raison de la covariation négative de la montmorillonite avec les précipitations.

b) Le résidu insoluble, minimum au Reculet, augmente lorsqu'on progresse en direction du Jura septentrional. De ce fait, il covarie positivement avec le quartz et négativement avec la charge en cations, ce qui est logique.

On peut donc se demander quelle est la part de responsabilité de ces facteurs géochimiques dans le déterminisme des trois sous-associations. Dans l'état actuel de nos recherches, il est difficile de se prononcer. Nous espérons découvrir une réponse en poursuivant les analyses de sols dans trois directions :

- 1° du centre à la périphérie de chacune des sous-associations ;
- 2° dans des associations voisines (*Poion alpinae*, *Polygono-  
Trisetion*) ;
- 3° dans des Nardaies d'autres massifs : par exemple dans le *Meo-  
Nardetum* du Vercors, le *Croco-Nardetum* des Préalpes, le *Nardetum alpigenum* des Alpes, etc.

Nous sommes toutefois conscients que nos recherches devront inclure à l'avenir d'autres paramètres tels que la granulométrie et la capacité des ions échangeables, qu'il faudra comparer aux éléments puisés sélectivement dans les sols par les plantes.

---

#### Remerciements

C'est un agréable devoir pour nous d'exprimer notre reconnaissance à MM. les professeurs B. Kübler et J.-L. Richard, qui ont bien voulu relire notre travail. Nous les remercions pour leurs précieux encouragements et nous souhaitons vivement continuer à bénéficier de leurs critiques, comme de leurs conseils.

---

### Résumé

Les Nardaies du Jura se développent sur des sols bruns, plus ou moins lessivés, décarbonatés, acides, riches en quartz (30%-60%) et en chlorite. L'apport extérieur (éolien) de ces deux minéraux est vraisemblable.

L'analyse géochimique montre que les sols des trois sous-associations du *Nardetum jurassicum* diffèrent notamment par :

- leur teneur en montmorillonite ;
- leur charge en cations ;
- la quantité de leur résidu insoluble.

### Zusammenfassung

Die Nardeta des Jura entwickeln sich auf mehr oder weniger ausgewaschenen, entkalkten, sauren und quarz-(30%-60%) und chloritreichen Braunerden. Eine (äolische) Zufuhr dieser Mineralien ist wahrscheinlich.

Die geochemische Untersuchung zeigt, dass die Böden des drei Unter-Assoziationen von *Nardetum jurassicum* sich vor allem unterscheiden durch :

- ihren Gehalt an Montmorillonit ;
- ihre Kationenkonzentration ;
- die Menge des unlöslichen Rückstandes.

### Summary

Nards of the Jura develop on brown soils, more or less leached, decarbonated, acid, rich in quartz (30%-60%) and chlorite. The two minerals (Eolian) are probably morainic in origin.

Geochemical analyses show that the soils of the three sub-associations of *Nardetum jurassicum* differ particularly in :

- montmorillonite content ;
  - cation charge ;
  - quantity of insoluble residue.
-

BIBLIOGRAPHIE

- BÉGUIN, Cl. — (1969). Notre préliminaire sur les Nardaies du Jura. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgemeinschaft* 14 : 365-372, 1 fig.
- (1971). Contribution à l'étude phytosociologique et écologique du Haut-Jura. *Mat. pour le levé géobot. de la Suisse* (à l'impression).
- CAMEZ, Th. — (1962). Etudes sur l'évolution des minéraux argileux dans les sols des régions tempérées. *Mém. Serv. Carte Géol. Als. Lor.* 20 : 1-90.
- DABIN, B. — (1965). Application des dosages automatiques à l'analyse des sols. *Cahiers ORSTOM (Série Pédologie)* 4 : 335-348, 3 fig.
- DUCHAUFOUR, Ph. — (1965). Précis de Pédologie. 481 pp., Paris.
- FAVARGER, Cl. — (1966). Flore et végétation des Alpes Ll. 2<sup>e</sup> édit. revue et augmentée. 301 pp., Neuchâtel.
- FERRERO, J. — Nouvelle méthode empirique pour le dosage des minéraux par diffraction R. X. *Rapport G. F. P., Bordeaux* (inédit).
- JORAY, M. — (1942). L'Etang de la Gruyère. *Mat. pour le levé géobot. de la Suisse* 25 : 1-113.
- LUQUET, A. et AUBERT, S. — (1930). Etudes phytogéographiques sur la chaîne jurassienne. Recherches sur les associations végétales du Mont-Tendre. 50 pp., Grenoble.
- MOOR, M. et SCHWARZ, U. — (1957). Die Kartographische Darstellung der Vegetation des Creux-du-Van-Gebietes. *Beitr. geobot. Landesaufn. der Schweiz* 37 : 1-114.
- PERSOZ, Fr. — (1969). Fidélité de l'analyse quantitative des poudres de roches par diffraction X. *Bull. Centre Rech. Pau-SNPA* 3 : 329-335, 8 fig.
- RICHARD, J.-L. — (1961). Les forêts acidophiles du Jura. Etude phytosociologique et écologique. *Mat. pour le levé géobot. de la Suisse* 38 : 1-164, 38 fig.
- SAHORES, J. — (1967). Réalisation d'un broyeur isogranulométrique de laboratoire. *Bull. Centre Rech. Pau-SNPA* 1 : 187-197.
- SCHREIBER, K.-F. — (1968). Ecologie appliquée à l'agriculture dans le nord vaudois. *Cahiers de l'aménagement régional* 4 : 1-151.
- SPINNER, H. — (1932). Le Haut-Jura neuchâtelois Nord-occidental. *Mat. pour le levé géobot. de la Suisse* 25 : 1-197, pl. 1-6, 2 cartes.
-