Zeitschrift: Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Band: 112 (1989)

Artikel: Quelques relations "microtopographie-sols-végétation" dans les pelouses pseudo-alpines du Jura suisse : exemples d'un système naturel et d'un système anthropise

Autor: Gobat, Jean-Michel / Duckert, Olivier / Gallandat, Jean-Daniel

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-89297

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: 13.12.2025

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

INSTITUT DE BOTANIQUE, UNIVERSITÉ DE NEUCHÂTEL
LABORATOIRE D'ÉCOLOGIE VÉGÉTALE ET DE PHYTOSOCIOLOGIE

En hommage
au professeur J.-L. Richard

QUELQUES RELATIONS «MICROTOPOGRAPHIE-SOLS-VÉGÉTATION» DANS LES PELOUSES PSEUDO-ALPINES DU JURA SUISSE: EXEMPLES D'UN SYSTÈME NATUREL ET D'UN SYSTÈME ANTHROPISE

par

JEAN-MICHEL GOBAT, OLIVIER DUCKERT ET JEAN-DANIEL GALLANDAT

AVEC 5 FIGURES ET 1 TABLEAU

1. INTRODUCTION

La compréhension du tapis végétal fait depuis longtemps appel aux connaissances pédologiques et géomorphologiques. Dès THURMANN (1849), les travaux sont nombreux qui mettent en relation les groupements végétaux avec les conditions édaphiques. Citons pour le Jura les recherches de MOOR (1952), RICHARD (1961), BÉGUIN (1972), KISSLING (1983), BRUCKERT et GAIFFE (1980), GUENAT (1987). Ces travaux précisent le déterminisme de la végétation en fonction de la typologie des sols, à l'échelle du Jura entier.

Beaucoup moins nombreuses sont les recherches visant à montrer, sur une surface restreinte, de l'ordre de l'hectare par exemple, les relations fines de voisinage entre groupements végétaux contigus et types de sols. Des résultats ont été obtenus par GOBAT (1984) pour les bords de tourbières, FELBER-GIRARD (1987) pour les pâturages d'altitude, GAIFFE et BRUCKERT (1986) pour les dolines, POCHON (1978) pour l'ensemble des sols du Haut-Jura, avec la mise en évidence des dépôts éoliens.

2. BUTS DE L'ÉTUDE

Pour compléter nos connaissances sur ces zones de contact topographique étroit entre associations végétales, un des auteurs (O. DUCKERT) a entrepris l'étude d'une surface présentant une microtopographie très particulière de creux et bosses, dans une pelouse pseudo-alpine naturelle du Haut-Jura suisse, à proximité du sommet du Chasseron (canton de Vaud) (fig. 1). Cette étude a servi de point de départ aux réflexions contenues dans cet article, réflexions complétées par d'autres acquis, sur le terrain ou au laboratoire.

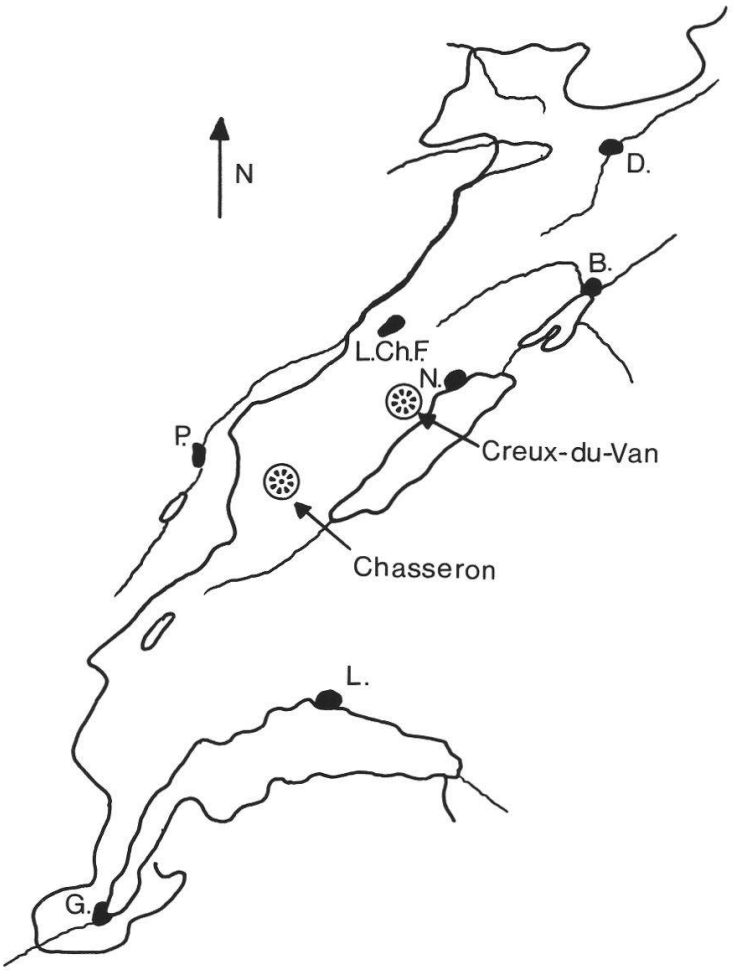


Fig. 1. Situation géographique des terrains d'étude.

Le but général du travail est de comprendre et de discuter les relations entre la microtopographie, les sols et les groupements végétaux, dans un système naturel.

Une comparaison avec un système analogue de la région du Creux-du-Van (canton de Neuchâtel), subissant une forte influence anthropique, permet d'approcher de manière plus générale les conditions de mise en évidence des relations «sols-végétation».

3. SITUATION GÉNÉRALE

Le Chasseron fait partie du Jura central. Situé au-dessus de Sainte-Croix, il atteint l'altitude de 1607 m. Il est constitué de roches calcaires du Jurassique moyen et supérieur, et forme un anticlinal aujourd'hui érodé, dont ne subsiste pratiquement que le flanc sud.

Les relations sols-végétation ont été étudiées dans une zone particulière du versant sud, à une altitude de 1500 m (coordonnées: 189 000/531 800), où les couches de calcaire dur du Séquanien supérieur sont subaffleurantes, avec un pendage légèrement supérieur à la pente.

4. MÉTHODES

4.1. *Végétation*

Les associations végétales sont décrites par la méthode Braun-Blanquet, grâce à une trentaine de relevés effectués sur l'ensemble du Chasseron. Dans la zone de creux et de bosses, trois toposéquences ont été étudiées par relevé linéaire de la végétation, pour fixer les limites précises entre groupements.

4.2. *Pédologie*

Les sols sont décrits sur la base de profils complets pour les situations-types (Seslerion pur et Nardion pur), de sondages espacés de 50 cm le long des toposéquences pour l'ensemble des situations, transitions comprises.

Les échantillons de sol récoltés ont été soumis aux analyses suivantes: pH dans l'eau et dans KCl, taux d'humidité à 105° C, perte au feu à 450° C, taux de saturation en bases (échange à l'acétate), azote minéral (extraction KCl), azote total (Kjeldahl), calcaire total (calcimètre Bernard) et calcaire actif (extraction oxalate). Une analyse minéralogique par diffractométrie automatique X a été effectuée en complément.

5. RÉSULTATS

5.1. *Microtopographie*

Le terrain apparaît comme une mosaïque de bosses et de creux, recouverts respectivement par le Seslerion et le Nardion. Les creux sont de petites dépressions fermées, à fond légèrement concave ou plat et de surface restreinte (env. 10 à 20 m^2), soit la moitié de la surface d'une butte. La transition du Seslerion au Nardion se fait sur 1 ou 2 m (fig. 2).

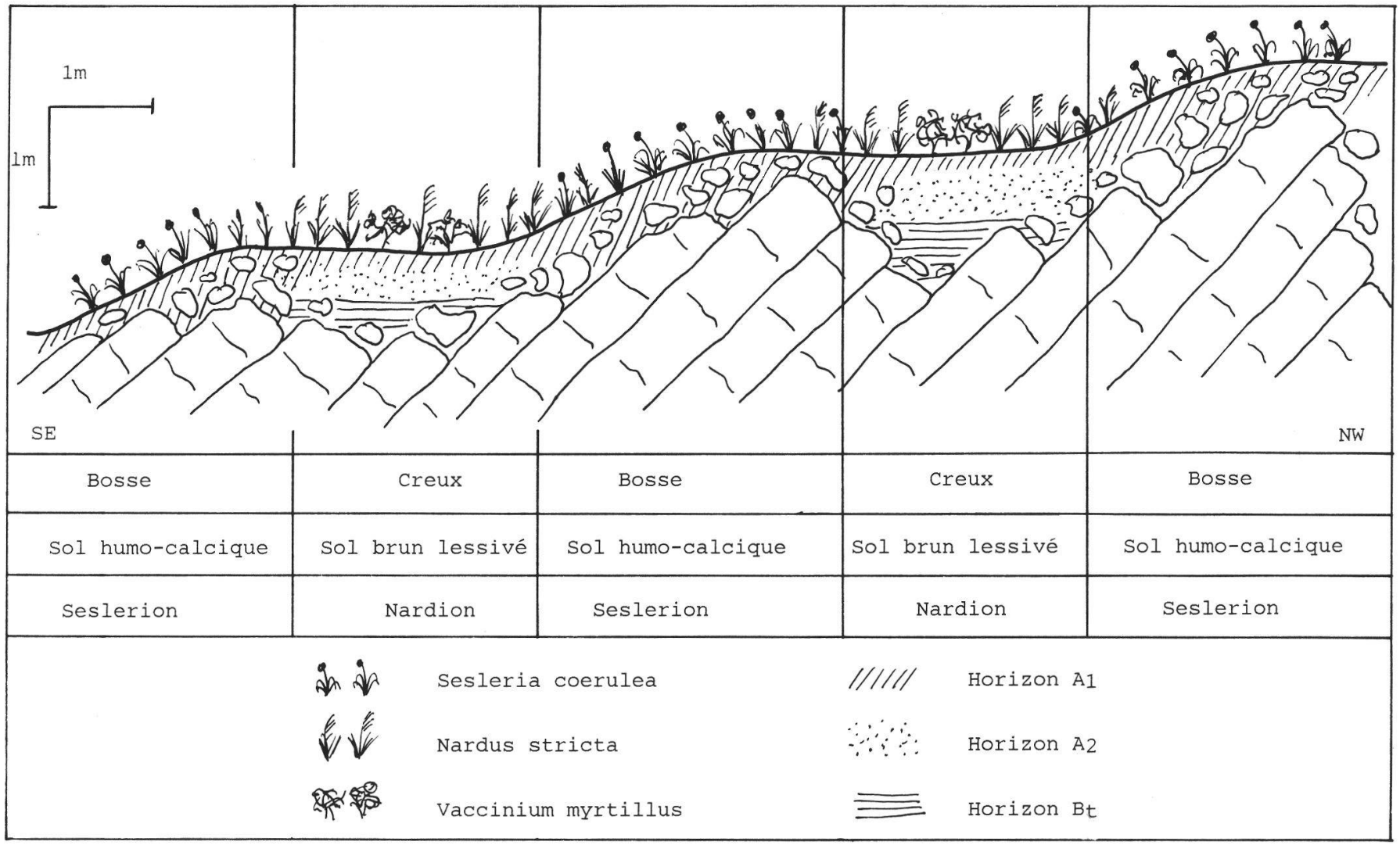


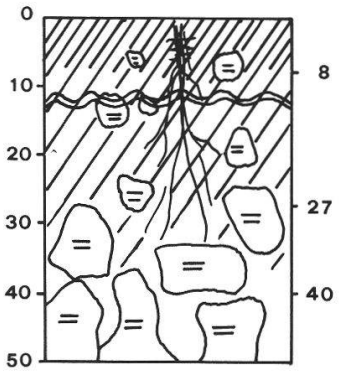
Fig. 2. Toposéquence semi-schématique SE-NW à travers la zone d'étude.

5.2. *Pédologie*

5.2.1. Typologie des sols

a) Sol typique des bosses (Seslerion): SOL HUMO-CALCIQUE

Ce sol est caractérisé par des pH élevés, un peu plus faibles en surface où une légère désaturation apparaît (fig. 3). Le squelette est présent jusqu'en surface. Il est constitué des têtes de couches délitées du calcaire dur, en situation de lapiez enfoui sous le sol et des dépôts éoliens relativement minces. Comme l'a montré POCHON (1978), ces dépôts ont recouvert les sommets de la chaîne jurassienne d'une couche moyenne de 40 cm de matériel allochtone. La perte au feu, très importante, traduit une forte proportion de matière organique.



A1 : Horizon brun-noir, de structure grumeleuse stable. Limono-argileux. Poreux. Quelques cailloux arrondis: 2% vol. Racines fines 4/5. Limite nette.

A1C : Horizon brun-noir, s'éclaircissant en bas, de structure grumeleuse. Cailloux de plus en plus anguleux avec la profondeur. Racines fines et moyennes 1/5. CaCO3 à 12 cm. Limite nette.

A1R : Terre fine brun-ocre clair dans les fissures de la roche en place, elle-même très fissurée, anguleuse. Structure grumeleuse polyédrique. Texture argilo-limoneuse. Limite nette, irrégulière.

R : Calcaire en place très fissuré

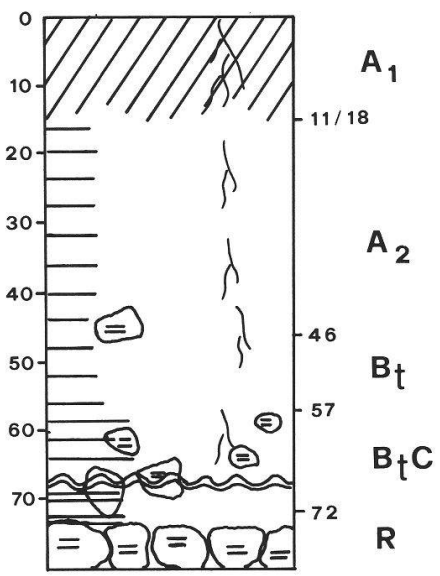
Horizon	pH H2O	pH KCl	H2O (%)	Perte au feu(%)	CaCO3act. (%)	S/T (%)
A1	6.7	5.8	21	25	1.1	86
A1C	8.2	7.1	22	9	2.1	96
A1R	8.6	7.5	17	17	4.1	98

Fig. 3. Description du sol humo-calcique (Bosses, Seslerion).

b) Sol typique des creux (Nardion): SOL BRUN LESSIVÉ

Ce sol, situé parfois à 2 m du précédent (!), présente des caractères totalement différents. Profond, le squelette n'apparaissant qu'à 75 cm de la surface, il montre des pH acides, une désaturation avancée du complexe et un lessivage des argiles (fig. 4). Sous certaines conditions, comme l'ont montré MICHALET et BRUCKERT (1986), il existe même un début de podzolisation.

La limite des carbonates s'établit à 67 cm, contre 12 cm dans le sol humo-calcique. Contrairement au précédent, ce sol s'est formé dans des dépôts éoliens épais, qui ont isolé la végétation du substratum calcaire.



A1 : Brun-grisâtre. Structure grumeleuse peu stable. Texture limoneuse. Racines 2/5. Limite nette, ondulée.

A2 : Ocre-brun. Structure homogène, tassée. Limoneux. Racines 1/5. Limite nette.

Bt : Brun-ocre. Structure fondue, tassée. Limono-argileux. Pas de cailloux. Racines 0,5/5. Limite diffuse.

BtC : Brun-rouge. Structure fondue à compacte au fond. Argileux. Cailloux calcaires de 5 à 30 cm, arrondis dans le haut, anguleux au fond: 80% vol. CaCO3 à 67 cm.

R : Roche en place lapiézée

Horizon	pH H2O	pH KCl	H2O (%)	Perte au feu(%)	CaCO3act. (%)	S/T (%)
A1	5.6	4.2	77	13	0.0	48
A2	5.8	4.3	78	7	1.0	46
Bt	6.6	4.8	77	6	1.4	75
BtC	8.5	7.1	70	7	3.7	98

Fig. 4. Description du sol brun lessivé (Creux, Nardion).

5.2.2. Analyse minéralogique

L'analyse minéralogique (ADATTE et KÜBLER, 1988) ne révèle pas de différences importantes entre les deux sols. Le quartz domine largement dans tous les échantillons. La seule différence marquante est la présence plus importante de calcite dans l'horizon A1R du sol humo-calcique. La composition minéralogique des fractions 2 à 16 µm est remarquablement constante, avec notamment la présence d'amphibole, dont c'est la première détection dans les sols du Haut-Jura.

L'ensemble des résultats (excellente cristallinité des micas et des chlorites, absence de la kaolinite 2-16µm, diminution des complexes «micas-interstratifiés» et de la kaolinite <2µm en surface, etc.) concourent à l'origine éolienne des sols.

Seule finalement l'épaisseur du dépôt — découlant de la microtopographie du karst — est responsable de l'établissement de deux sols si différents à si peu de distance.

Un dépôt peu épais (sol humo-calcique) permet à la calcite de s'exprimer près de la surface, et donc d'être atteinte par les racines de plantes calciphiles. Celles-ci vont à leur tour réapprovisionner les horizons de surface (donc les dépôts éoliens) par le jeu du cycle biogéochimique, et freiner une pédogenèse acide inéluctable autrement.

Dans l'autre cas en revanche (sol brun lessivé), le calcaire est trop profond pour être facilement remis en circulation par la végétation. Les plantes calcifuges seront alors concurrentielles et pourront prélever entre autres le potassium des micas. Ceci confirme l'hypothèse de POCHON (1978) sur le rôle de la végétation dans la destruction, en surface du sol et en milieu acide, des micas déstabilisés par la perte du potassium.

5.2.3. Variations linéaires de quelques paramètres

La figure 5 présente la variation linéaire de quelques paramètres le long d'une des trois toposéquences. Ceci met parfaitement en évidence les transitions pédologiques, ainsi que ce fameux rythme «creux - bosses - creux - bosses...».

5.3. *Végétation*

Le système de creux et bosses comprend deux associations végétales[1]:

— Alchemillo hoppeanae - Seslerietum Luquet et Aubert 30 (Alliance du Seslerion, au sommet et sur le flanc des bosses, sur sol humo-calcique);

[1] Une publication séparée présentera en détail la partie phytosociologique, en synthèse avec d'autres travaux réalisés sur le Haut-Jura (J.-D. GALLANDAT et *al.*, en préparation).

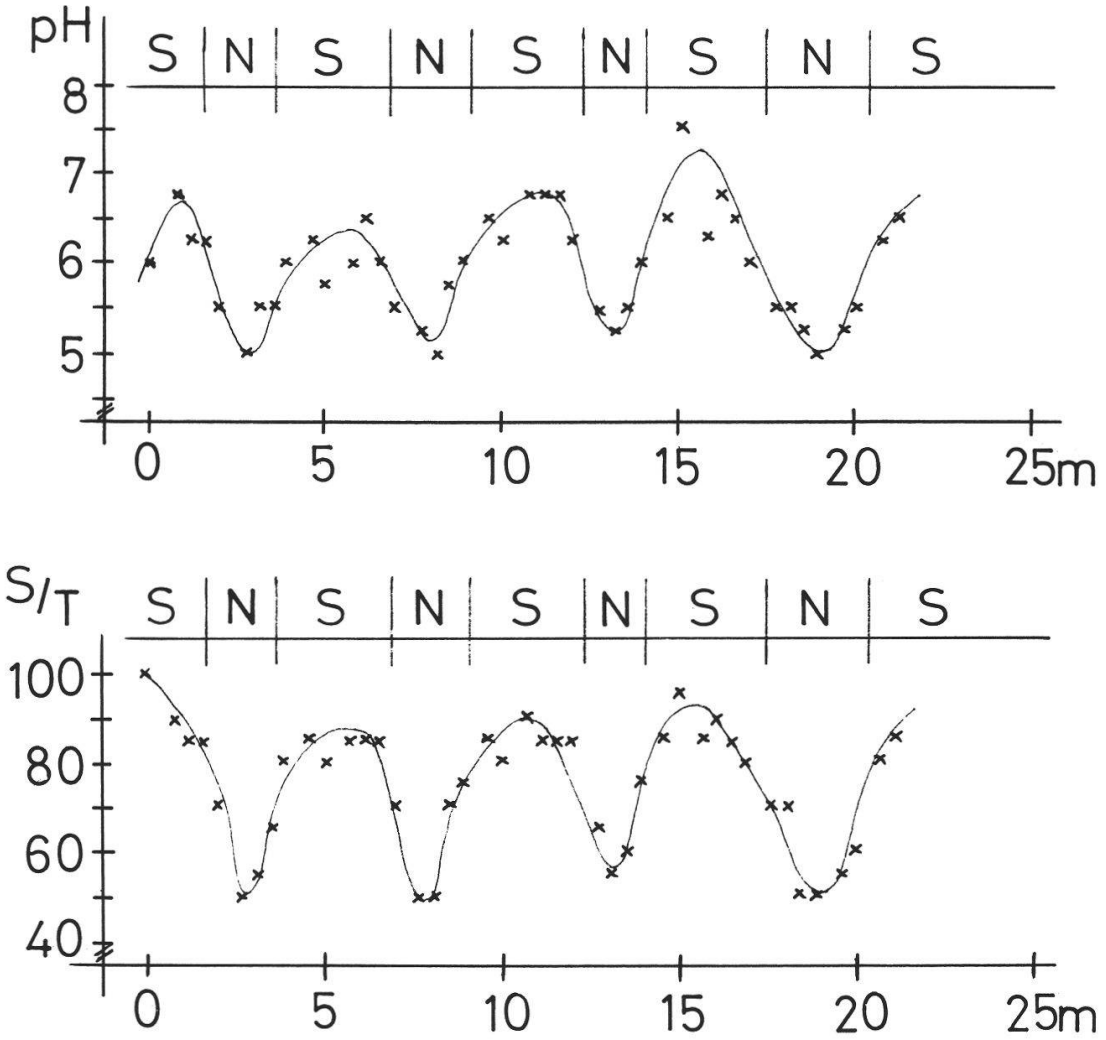


Fig. 5. Variation de quelques paramètres édaphiques le long d'une toposéquence (valeurs de l'horizon A1; S = Seslerion, N = Nardion):
– pH dans l'eau;
– taux de saturation en bases (S/T).

– Campanulo-Nardetum Béguin *in* BÉGUIN et THEURILLAT 85 (Alliance du Nardion, sur la base des bosses, dans les replats et les creux, sur sol brun lessivé).
Quelques renseignements floristiques sont donnés dans le tableau I.

6. DISCUSSION

6.1. *Echelle d'observation*

6.1.1. Cas de la végétation

Si elle était encore à faire, la preuve de la *valeur indicatrice de la végétation* pour les paramètres écologiques serait évidente dans ce cas. A une mosaïque des groupements végétaux, bâtie sur une certaine logique,

TABLEAU I

Données floristiques et phytosociologiques, en relation avec la microtopographie et les sols

Situation micro-topographique	Type de sol	Association végétale	Espèces principales
Sommet des bosses	Humo-calcique	Alchemillo-Seslerietum forme sèche	Sesleria coerulea Carex sempervirens Anthyllis alpestris Helianthemum ovatum Festuca curvula Koeleria pyramidata
Flanc des bosses	Humo-calcique (transition)	Alchemillo-Seslerietum mésophile	Sesleria coerulea Carex sempervirens Sanguisorba minor Alchemilla nitida Hippocrepis comosa Euphorbia verrucosa
Base des bosses	Brun lessivé (transition)	Campanulo-Nardetum de transition	Nardus stricta Potentilla aurea Agrostis tenuis Luzula multiflora Alchemilla nitida Sanguisorba minor
Creux, replats	Brun lessivé	Campanulo-Nardetum	Nardus stricta Potentilla aurea Festuca commutata Vaccinium myrtillus Antennaria dioeca Bartsia alpina

un certain rythme sur le terrain, correspond une mosaïque non moins logique des sols, elle-même due à la situation topographique superficielle ou profonde.

Les groupements du Seslerion sur sol humo-calcique, ceux du Nardion sur sol brun lessivé: tout ceci est normal. Ce qui est plus extraordinaire, dans le cas du Chasseron, c'est la *petite dimension* des surfaces de chaque groupement. Un à deux mètres seulement séparent parfois les deux associations, et par conséquent les deux types de sol; et malgré cela, les unités de végétation sont parfaitement caractérisées, avec leurs espèces propres, et les sols sont également clairement constitués, avec des caractères physico-chimiques typiques.

Au point de vue phytosociologique, les groupements végétaux ont certes été définis sur une échelle plus large (l'ensemble du Chasseron, puis la littérature), mais ils ont été retrouvés facilement au niveau des creux et

bosses, dans des surfaces beaucoup plus faibles. Ceci a été possible grâce aux données géologiques, pédologiques et microtopographiques, qui jouent en quelque sorte le rôle de «fil d'Ariane» lors du changement des échelles d'observation. Il est ainsi possible de rattacher la végétation de petites surfaces ou de portions de toposéquences au synsystème phytosociologique.

Ceci est intéressant pour les études écologiques, où les surfaces élémentaires étudiées n'atteignent souvent pas l'aire minimale nécessaire à une description correcte des associations végétales (cf. d'autres exemples chez GOBAT (1984) et BUTTLER (1987)).

6.1.2. Cas des sols

La même remarque peut être faite en ce qui concerne les sols. Dans un cas d'école aussi net, le problème du continuum de la couverture pédologique disparaît, et les types sont évidents. Ceci est possible grâce à l'approche linéaire (sondages successifs sur une ligne, ou ouverture d'une tranchée), qui permet d'appréhender les transitions entre profils-types. Dans le cas des sols du Haut-Jura, POCHON (1978) avait déjà judicieusement utilisé cette procédure, et la mise en évidence de sols sur limons éoliens avait été prouvée à différentes échelles, du paysage géomorphologique à la doline.

6.2. *Influence des facteurs anthropiques*

La netteté de la situation étudiée au Chasseron est due en bonne partie à la faible influence humaine: pâturage relativement extensif pour le moment, peu de pression touristique (cela est malheureusement en train de changer...), etc.

Que se passe-t-il en cas de plus forte pression, notamment du pâturage? Quelques éléments de réponse peuvent être apportés par l'étude d'une situation comparable, retrouvée sur l'anticlinal du Creux-du-Van (coordonnées 546 900/197 800, lieu-dit «Le Jordani»)[1].

A cet endroit, la mosaïque végétale des creux et bosses a été transformée par un engraissement poussé du pâturage, à base de scories potassiques et d'engrais mixtes NPK. La végétation observée est la suivante:

Bosses: Alchemillo-Seslerietum, sur sol humo-calcique;

Creux: Polygono-Trisetion Br.-Bl. 48, sur sol brun lessivé eutrophisé.

Les *engrais n'ont que peu modifié la végétation calciphile* et son sol: la végétation des bosses est très semblable à celle du Chasseron. Les espèces

[1] Exemple tiré d'un travail de licence en cours à l'Université de Neuchâtel: Bilan éco-phytosociologique des pâturages du Creux-du-Van, K. HALLER-ROHNER.

les plus fréquentes sont en effet *Carex sempervirens, C. caryophyllea, Koeleria pyramidata, Anthyllis alpestris, Asperula cynanchica, Hippocrepis comosa, Thymus serpyllum* et *Briza media.*

En revanche, la *végétation acidophile des creux a totalement disparu*, et a été remplacée par un groupement nitratophile banal, avec des espèces comme *Dactylis glomerata, Poa trivialis, Alchemilla vulgaris, Astrantia major, Crepis mollis, Rumex acetosa, Trifolium pratense, T. repens* ou *Taraxacum palustre.* Le sol a la particularité de présenter une morphologie de sol brun lessivé et des caractères chimiques de sol brun eutrophe, avec des pH neutres et un taux de saturation élevé en surface.

Ici, *la végétation actuelle est en relation non avec la morphologie du sol*, qui devrait en conditions naturelles supporter un groupement du Nardion, *mais avec des caractères chimiques récents*, conséquence de l'engraissement artificiel. La preuve est d'ailleurs faite d'une extension beaucoup plus importante du Nardion il y a 30 ans au Creux-du-Van (comparaison avec la carte phytosociologique de MOOR et SCHWARZ (1957). Le sol brun lessivé a ainsi subi la plus grande modification, ce qui lui permet d'être le plus productif actuellement. Mais on peut craindre que cela ne soit que temporaire: il est bien connu qu'un excès d'amendement potassique peut amener une décalcification supplémentaire de sols déjà désaturés au départ, par échange et lixiviation d'ions (SOLTNER 1981). Tout le problème de la conservation de la fertilité à long terme du sol est posé...

7. CONCLUSION

Cette étude des relations «microtopographie-sol-végétation» a apporté une nouvelle preuve des relations très étroites unissant les «objets» de ces trois domaines. Ces relations existent dans les deux cas suivants:

7.1. *Système non ou très peu perturbé* (cas du Chasseron)

Les relations sont équilibrées entre la végétation, les sols et la topographie, sur les bosses et dans les creux. A l'ensemble végétal correspond l'ensemble pédologique et géologique; de même, les caractères morphologiques du sol sont en harmonie avec son fonctionnement chimique.

7.2. *Système perturbé* (ici par un fort engraissement artificiel du pâturage, cas du Creux-du-Van)

Les relations restent apparemment équilibrées dans le sous-système sur calcaire (bosses), malgré l'épandage d'engrais. En revanche, l'équilibre est rompu dans le sous-système sur sol brun lessivé (creux). *La végétation n'est plus en harmonie avec l'ensemble du sol, mais seulement avec quelques-uns de ses caractères.*

Cet exemple montre que certaines affirmations selon lesquelles la végétation ne reflète bien les conditions édaphiques que dans les systèmes naturels, sont un peu trop schématiques. Même en système anthropisé, les relations existent. Mais, par rapport aux systèmes naturels, elles sont moins globales, ou alors se déroulent à d'autres échelles, d'autres niveaux d'intégration.

Remerciements

Les auteurs remercient M. J.-L. Richard, professeur honoraire, de ses conseils et de son idée de recherche, Mme M.-M. Duckert, de la détermination de certaines espèces difficiles, ainsi que MM. B. Kübler, professeur, et Th. Adatte, de l'Institut de géologie, de leur collaboration dans l'analyse minéralogique des sols.

Résumé

Les relations entre la microtopographie (système de bosses et creux), les sols (humo-calciques et bruns lessivés) et la végétation (Seslerion et Nardion) sont présentées dans le cas de pelouses pseudo-alpines naturelles du flanc sud du Chasseron (Jura suisse). Une comparaison est faite avec un cas analogue, mais ayant subi une forte influence humaine (engraissement du pâturage), dans la région du Creux-du-Van.

Dans le premier cas, les relations sont globales et équilibrées entre la végétation, le sol et la microtopographie, alors que dans le deuxième les relations sont partielles et nécessitent, pour être mises en évidence, un changement dans le niveau d'observation.

Summary

The relations between microtopography ("a system of alternative small mounds and depressions"), soil (Humic cambisol and Orthic luvisol) and vegetation (Seslerion and Nardion) are described in pseudo-alpines meadows, on the Chasseron's South Side (Swiss Jura Mountains). A comparison is made with an analogous situation, but which undergoes an important anthropic influence (strong pasture), in the region of the Creux-du-Van.

The relations are global and balanced between microtopography, soil and vegetation in the first case; in the second one, they are partial, and only detected with another observation level.

BIBLIOGRAPHIE

ADATTE, Th. et KÜBLER, B. – (1988). Analyse par diffractométrie automatique X Scintag de 7 échantillons de sols du Chasseron. Expertise 447, *Laboratoire de minéralogie, pétrographie et géochimie de l'Université de Neuchâtel.*

BÉGUIN, Cl. – (1972). Contribution à l'étude phytosociologique et écologique du Haut-Jura. *Mat. Levé géobot. Suisse,* fasc. 54.

BÉGUIN, Cl. et THEURILLAT, J.-P. – (1985). Les groupements végétaux du canton de Neuchâtel (Jura, Suisse). *Saussurea* 16: 67-93.

BRUCKERT, S. et GAIFFE, M. – (1980). Analyse des facteurs de formation et de distribution des sols en pays calcaire, glaciaire et karstique. *Ann. Sci. Univ. Besançon, Biol. vég.*, fasc. 1, 19-67.

BUTTLER, A. – (1987). Etude écosystémique des marais non boisés de la rive sud du lac de Neuchâtel (Suisse). *Thèse Univ. Neuchâtel.*

FELBER-GIRARD, M. – (1987). Cartographie phytosociologique de quelques associations du flanc nord de Chasseral et étude d'une transition de végétation. *Trav. lic. Univ. Neuchâtel.*

GAIFFE, M. et BRUCKERT, S. – (1986). Un problème lié au karst: la fuite des terres du Jura. *CUER, Univ. Franche-Comté, Besançon*, pp. 399-423.

GALLANDAT, J.-D., DUCKERT, O., FELBER-GIRARD, M., HALLER-ROHNER, K. et GOBAT, J.-M. – (à paraître). Nouvelles données phytosociologiques sur les pelouses du Haut-Jura suisse. *Doc. Phyt.*

GOBAT, J.-M. – (1984). Ecologie des contacts entre tourbières acides et marais alcalins dans le Haut-Jura suisse. *Thèse Univ. Neuchâtel*, 255 pp.

GUENAT, C. – (1987). Les sols forestiers non hydromorphes sur moraines du Jura vaudois. Pédogenèse et relations sols-végétation. *Thèse EPF - Lausanne* N° 693.

KISSLING, P. – (1983). Les chênaies du Jura central suisse. *Mém. Inst. Rech. forest. Birmensdorf*, vol. 59, fasc. 3.

MICHALET, R. et BRUCKERT, S. – (1986). La podzolisation sur calcaire du subalpin du Jura. *Science du sol*, vol. 24, fasc. 4, pp. 363-376.

MOOR, M. – (1952). Die *Fagion*-Gesellschaften im Schweizer Jura. *Beitr. geobot. Landesaufn. Schweiz*, Heft 31.

MOOR, M. und SCHWARZ, U. – (1957). Die kartographische Darstellung der Vegetation des Creux-du-Van-Gebietes. *Beitr. geobot. Landesaufn. Schweiz*, Heft 37.

POCHON, M. – (1978). Origine et évolution des sols du Haut-Jura suisse. *Mém. Soc. helv. Sci. nat.*, vol. XC.

RICHARD, J.-L. – (1961). Les forêts acidophiles du Jura. *Mat. Levé géobot. Suisse*, fasc. 38.

SOLTNER, D. – (1981). Les bases de la production végétale. *Coll. Sci. et Techn. agricoles, Angers.*

THURMANN, J. – (1849). Essai de phytostatique appliqué à la chaîne du Jura et aux contrées voisines. *Berne.*