Zeitschrift: Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Band: 113 (1990)

Artikel: Origine paléoécologique de l'aptitude des calcaires jurassiques à la fracturation : conséquences tectoniques, pédogénétiques et écologiques

Autor: Gaiffe, Michèle / Bruckert, Sylvain

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-89321

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: 09.12.2025

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

UNIVERSITÉ DE BESANÇON, LABORATOIRE DE PÉDOLOGIE

ORIGINE PALÉOÉCOLOGIQUE DE L'APTITUDE DES CALCAIRES JURASSIQUES À LA FRACTURATION. CONSÉQUENCES TECTONIQUES, PÉDOGÉNÉTIQUES ET ÉCOLOGIQUES

par

MICHÈLE GAIFFE ET SYLVAIN BRUCKERT

AVEC 6 FIGURES, 2 TABLEAUX ET 2 PLANCHES

Les études pédologiques menées depuis dix ans dans l'ensemble de la Franche-Comté ont montré, aussi bien dans le Jura plissé et tabulaire que sur les plateaux haut-saônois et bisontins, des relations très étroites entre les modes de fissuration des calcaires et les données de l'environnement (paysage, type de sol, végétation, aménagement).

Ces observations ont donné lieu à deux séries de recherches complémentaires. Les premières concernent l'aptitude des calcaires à la fracturation et son origine. Les autres essaient de montrer les conséquences de cette propriété des roches, aux différentes échelles d'observation, depuis la structure de la chaîne jurassienne jusqu'au fonctionnement actuel des écosystèmes.

1. LA FRACTURATION DES CALCAIRES DURS: MANIFESTATIONS – ORIGINE

Les formes des calcaires, l'intensité de la fracturation et de la karstification, sont des données variables d'un point à l'autre du Jura. Deux exemples vont nous permettre de donner quelques hypothèses sur l'origine de ces différences.

Le premier est pris dans une zone fortement tectonisée du Faisceau Helvétique, le massif du Risol, dans le domaine du «Jura rocheux» d'AUBERT (1965). Les calcaires durs du Jurassique supérieur y sont très fortement karstifiés et présentent les différents aspects morphologiques décrits par ce même auteur (1969), à savoir:

– des dalles constituées par des bancs relativement massifs, parcourus par des réseaux assez lâches de diaclases d'ordre centimétrique (photo 1);

– des bancs que nous avons appelés «calcaires concassés» (photo 2), entièrement parcourus par un réseau de diaclases fines disposées en tous sens (BRUCKERT et GAIFFE 1980);

– des bancs lapiazés où les blocs de taille supradécimétrique à métrique sont séparés les uns des autres par des fissures larges, soit fermées, soit ouvertes vers le karst profond (AUBERT 1969).

Ces différentes formes peuvent toutes se trouver juxtaposées à quelques mètres de distance. Chacune d'entre elles peut se trouver affectée par un accident de nature karstique, la doline, qui provient de l'élargissement d'une diaclase par démantèlement du banc soumis à ce niveau à une «érosion frontale» (AUBERT 1965).

Les explications qui tentent de justifier ces différentes physionomies sont insuffisantes. C'est ainsi que les calcaires concassés sont appelés «gelifractés», ce qui sous-entend une participation active du gel dans le diaclasage. Or, de tels bancs, observés à grande profondeur dans des carrières fraîchement ouvertes présentent déjà le même diaclasage dans la masse. D'autre part, il s'agit de roches dures peu poreuses (VILLAIN 1965) donc peu gélives au sens strict du terme (l'action ultérieure du gel n'en reste pas moins facilitée par le diaclasage (PANCZA 1989).

On pense aussi à l'action des contraintes mécaniques liées en particulier à la tectonique. Cette hypothèse est justifiée par la très forte karstification de la Haute-Chaîne plissée par rapport au développement plus modéré du karst dans les zones de plateaux. Mais là encore l'explication reste insuffisante: des hauts sommets voisins, tels le Crêt-de-la-Neige (photo 3) et le Reculet sont, le premier un lapiaz à maigre couverture forestière de pin à crochet (RICHARD 1961), le second un ensemble de dalles régulières utilisées en alpage (BÉGUIN 1972), comme la dalle du Mont-d'Or (photo 4).

Si on admet une contrainte tectonique d'une intensité très voisine, on peut penser que c'est la réponse de la roche à cette contrainte qui a varié, parce que cette roche offrait, d'un point à un autre, des propriétés mécaniques différentes.

D'où une recherche de la composition des roches. Le tableau I rend compte du dosage des principaux constituants de calcaires durs du Haut-Jura. Il apparaît une remarquable différenciation en deux groupes, les calcaires concassés et lapiazés d'une part, constitués par plus de 90 % de calcite, les calcaires en dalles d'autre part, souvent riches en dolomie.

Ces analyses ont été complétées, sur trois lots d'échantillons, par un dosage du résidu insoluble et de son taux de carbone (GAIFFE 1984). Il se confirme (tabl. II) que les calcaires diaclasés et lapiazés sont très purs, les premiers plus encore que les seconds (0,7 contre 1,5 % d'insoluble). Le carbone de ces résidus différencie nettement les deux groupes, puisque les calcaires concassés en renferment 7,8 % et les lapiaz moins de la moitié. Quant aux dalles, elles se démarquent entièrement, avec un taux de résidu de 5 %, très faiblement organique.

Photo 1. Calcaire en dalle peu diaclasée.

Photo 2. Calcaire concassé avec réseau serré de diaclases.

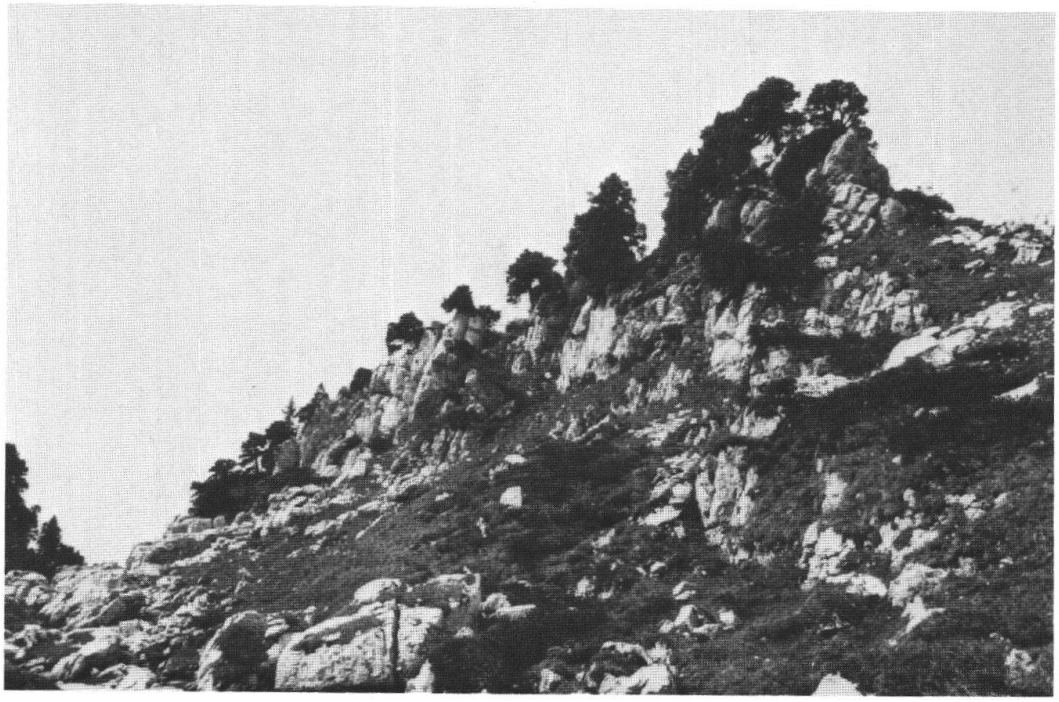

Photo 3. Un sommet jurassien à calcaire fortement fracturé: le Crêt-de-la-Neige.

Photo 4. Un sommet jurassien à calcaire en dalle: la pelouse du Mont-d'Or.

TABLEAU I

Pourcentages relatifs des minéraux et éléments solubles d'échantillons calcaires de l'étage montagnard

Echantillon		74 Risol	63 Rochejean	64 Rochejean	70 Blechnum	73 Risol	62 Bonnevaux	66 Lerrieux	65 Cernicolet	69 Risol
Forme		*Lapiaz*	*Lapiaz*	*Concassé*	*Concassé*	*Concassé*	*Dalle*	*Dalle*	*Dalle*	*Dalle*
Importance relative des minéraux %	Calcite	99,6	96,3	96,2	93,2	86,8	49,2	30,7	26,9	4,2
	Dolomie	–	–	–	0,9	–	25,3	52,2	57,1	71,7
	Quartz	0,4	–	0,8	0,4	0,2	0,5	1,1	1,1	6,0
	Non dosé*	–	3,7	2,9	5,5	13,0	25,0	16,0	14,9	18,2
Fraction soluble % en poids	CaO	46,4	54,0	55,0	54,4	54,7	45,0	39,5	33,6	23,5
	MgO	0,7	0,5	0,4	0,6	0,5	7,2	10,3	12,2	15,4

* Eléments amorphes et cryptocristallins (argiles, oxydes de fer, ciments).

TABLEAU II

Différences dans les résidus des trois types de calcaires

	Résidu insoluble % $\bar{x} \pm {}^{S}MT$	*Carbone du résidu %* $\bar{x} \pm {}^{S}MT$	*Nombre d'échantillons*
Calcaires concassés finement diaclasés	0,7 ±0,1	7,8 ±4,0	9
Calcaires lapiazés largement diaclasés	1,5 ±0,7	3,4 ±1,5	9
Dalles des bancs compacts	5,1 ±1,9	1,6 ±2,7	6

Le deuxième exemple est pris dans une zone tabulaire, sur le Premier Plateau (Amancey). Les calcaires y sont plus couverts que dans la Haute-Chaîne et donnent l'impression d'une plus grande régularité morphologique: prédominance de dalles subhorizontales parsemées de dolines. Dans les différentes stations étudiées (BLONDE et *al.* 1986; BLONDE 1989) il s'agit de calcaires à pâte fine bien cimentée, faiblement poreux, homogènes dans leur nature pétrographique et minéralogique. Cependant, certains bancs sont découpés par des fissures de 5-10 cm de large, ou par un réseau de fines diaclases et il s'en détache une pierrosité élevée, de plaquettes ou de blocs de dimensions hétérogènes, qui se disséminent à tous les niveaux du sol sus-jacent. D'autres, parcourus par un réseau lâche de fissures, libèrent une pierrosité moins abondante et plus grossière, cantonnée à l'horizon profond du sol (fig. 1).

L'étude des cailloux libérés par les deux types de dalles montre que leurs formes et leurs dimensions sont liées à la plus ou moins grande densité de figures géologiques, sédimentaires, diagénétiques ou tectoniques:

- des bioturbations, offrant à la dissolution des circuits préférentiels, à l'origine de perforations circulaires caractéristiques;
- des stylolithes, dessinant des lignes brisées à la surface des cailloux et se prolongeant dans le banc;
- des diaclases, formant des fissures perpendiculaires ou obliques par rapport à la limite des strates.

On peut donc tirer de ces deux exemples la conclusion suivante: dès leur phase de dépôt, les calcaires sont tributaires de conditions particulières d'environnement (charge en impuretés argileuses, turbulences, bioturbations) qui prédéterminent leurs potentialités ultérieures et les réponses qu'ils offriront soit aux contraintes mécaniques, soit aux actions chimiques.

Dans des conditions de contraintes similaires (Haute-Chaîne plissée) les calcaires purs (moins de 3 % de R.I.) ont réagi en se fracturant, selon un réseau de diaclases d'autant plus serré que la roche était plus pure (calcaires lapiazés et concassés). Avec plus de 3 % d'insoluble, les flexures à large rayon et les basculements ont permis le développement de surfaces en dalles plus ou moins régulières.

Il s'agit là de réactions propres à chaque type de roche et directement en rapport avec ses propriétés intrinsèques, propriétés qui se manifestent à toutes les échelles d'observation et commandent les particularités tectoniques de la chaîne jurassienne aussi bien que les originalités de fonctionnement de ses différents écosystèmes.

2. CONSÉQUENCES DE LA PLUS OU MOINS GRANDE APTITUDE DES CALCAIRES À LA FRACTURATION

A. Une tectonique plus riche en cassures qu'en flexures

Rappelons d'abord que les calcaires jurassiques s'intègrent dans un ensemble dont l'histoire est bien antérieure à l'ère secondaire. Le socle hercynien apparaît en effet de plus en plus impliqué dans la structure

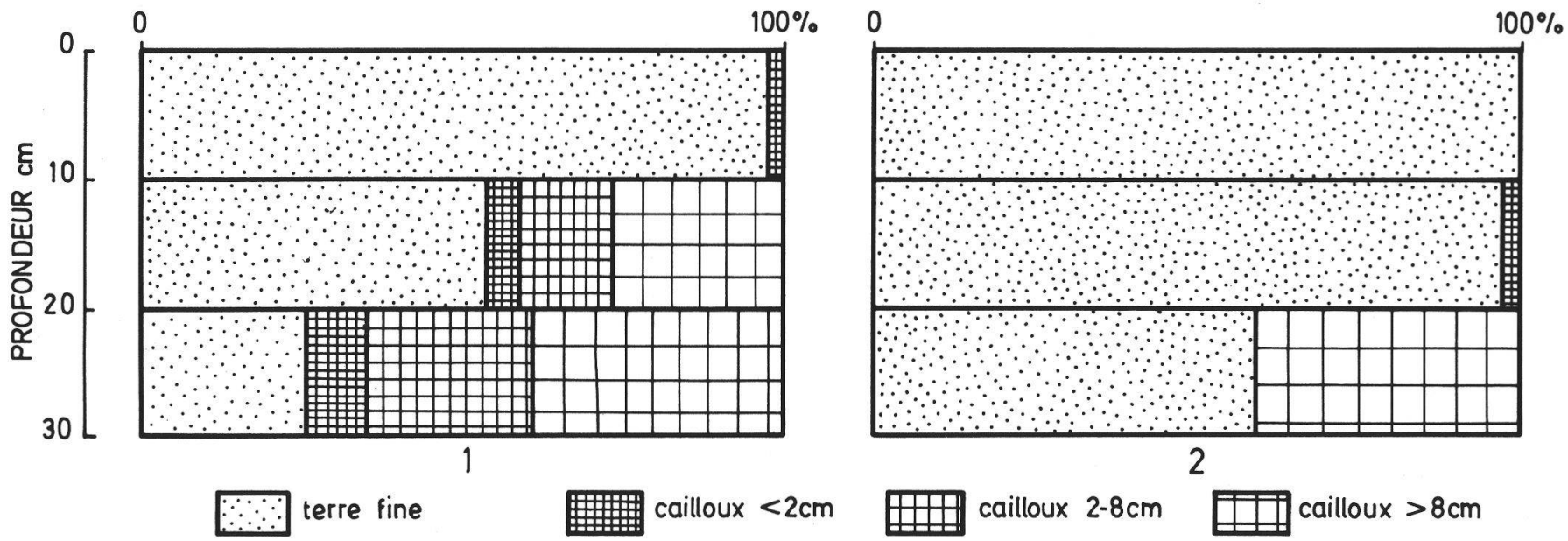

Fig. 1. Répartition de la pierrosité dans des sols sur dalles (d'après BLONDE 1989) (volumes). 1. Sol humo-calcique sur calcaire riche en accidents lithologiques; 2. Sol brun sur calcaire en banc régulier.

actuelle de la chaîne, par son réseau de fractures (CHAUVE 1989) et par ses importants paléo-reliefs, antérieurs à la transgression des mers secondaires (feuille de Fayl-Billot).

En fonction de ce relief sous-marin et des diverses subsidences, se sont déposés sur ce socle trois grands ensembles sédimentaires aux épaisseurs variables d'un point à un autre et aux propriétés mécaniques très différentes:

- du Trias avec des niveaux à propension diapirique;
- du Lias, dominé par des marnes malléables et aptes à toutes les flexures;
- du Jurassique dont les calcaires purs et durs sont particulièrement rigides et cassants.

Chacun de ces ensembles a réagi à sa manière aux mouvements extensifs et compressifs des phases tectoniques. Il semble que là où le Jurassique atteint ses plus grandes épaisseurs, la phase tangentielle fini-miocène n'ait provoqué que glissements en masse et fracturations de la couverture sédimentaire: c'est le cas des plateaux. Par contre, au niveau des amincissements du couvercle jurassique rigide, quand les marnes peuvent s'exprimer, on se trouve en présence de secteurs plissés, «où apparaissent les déformations typiquement jurassiennes (faisceaux) avec failles-plis, plis-coffrés, pincées, chevauchements»... (feuille de Quingey). Dans ces secteurs, au fond des étroits synclinaux, il est fréquent de retrouver le Lias, voire le Trias (feuille de Damprichard).

A cette succession originale de plateaux et de faisceaux dictée par la géographie du socle et la nature des roches se superpose le réseau des grandes cassures accentuées ou créées au Tertiaire (fig. 2):

- celles sud-ouest - nord-est, dites hercyniennes, qui en rejouant ont entraîné de nombreuses ruptures dans la couverture sédimentaire;
- celles de direction nord-nord-ouest - sud-sud-est, dites tertiaires, consécutives aux poussées tangentielles venues des Alpes;
- un réseau moins marqué de cassures subméridiennes alignées selon la direction rhénane.

Ainsi se serait mis en place l'incroyable «damier tectonique» qui découpe la chaîne du Jura et son glacis nord-occidental en une multitude de «compartiments» juxtaposés. Chacun d'entre eux, compte tenu des variations latérales de faciès et des rejets de failles, possède un ensemble stratigraphique et lithologique qui lui est propre et dont le degré de fracturation entraîne une hydrologie particulière et une pédogenèse spécifique (BRUCKERT 1986).

B. Une distribution discontinue des systèmes de subsurface et des systèmes pédologiques

L'étonnante concordance entre compartiment géologique plus ou moins drainant et système pédogénétique dominant ressort de nombreux documents cartographiques: Bonnevaux (BRUCKERT et GAIFFE 1980), Hauts du Val de Saône (BRUCKERT 1986), La Baroche (BLONDE et BRUCKERT 1986).

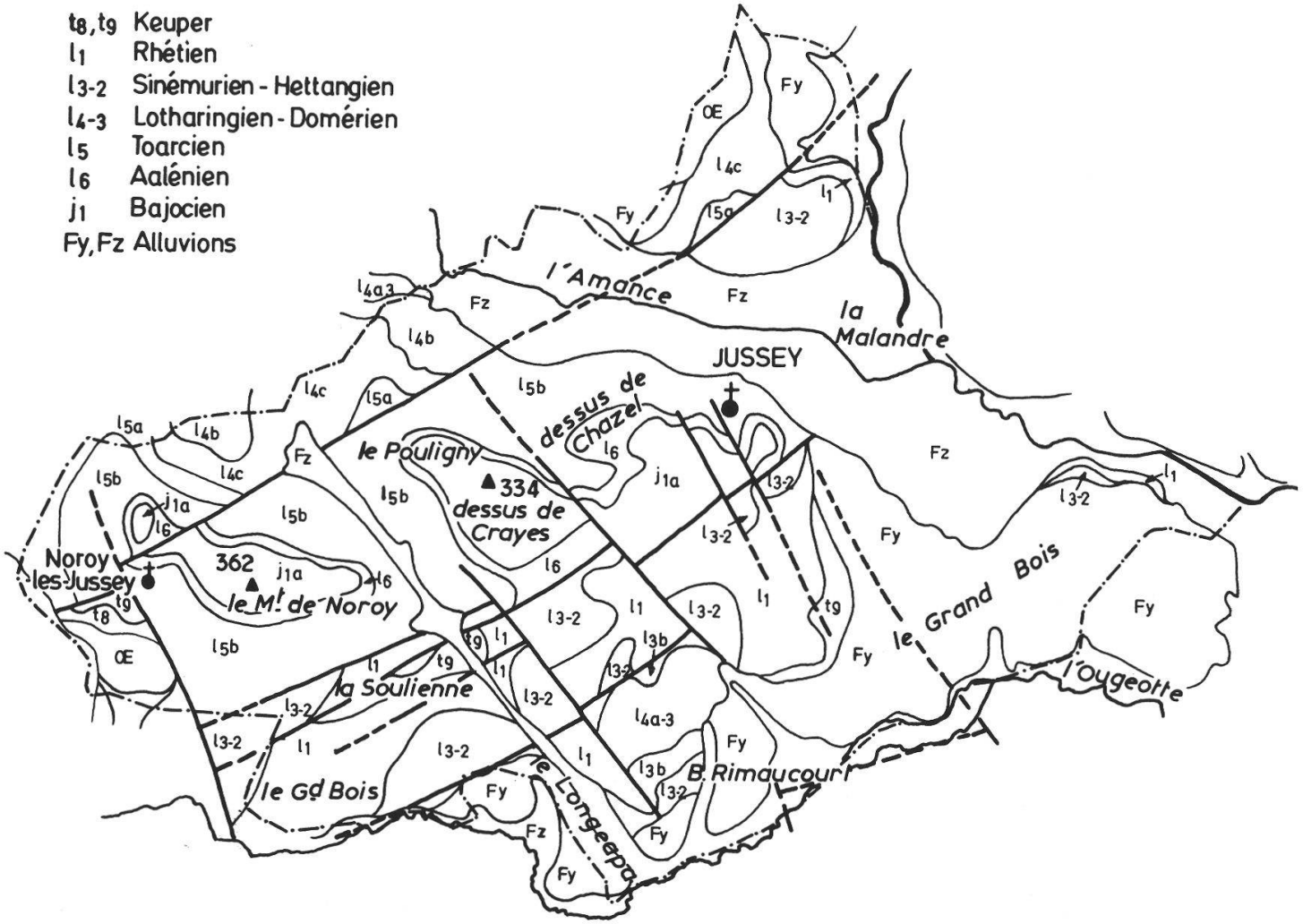

Fig. 2. Un exemple du «damier tectonique» franc-comtois: failles principales dans la région de Jussey.

On y remarque en particulier que les sols hydromorphes sont strictement inféodés à des substrats géologiques non fissurés, affleurants mais parfois situés en profondeur (2 à 20 m). Dans ces compartiments étanches tous les sols sont hydromorphes à des degrés divers, quels que soient leur âge ou leur position topographique.

La même remarque vaut pour les compartiments karstiques, dans lesquels tous les sols sont parfaitement drainés et où le lessivage, aussi ancien et aussi intense qu'il soit, ne provoque jamais de colmatage.

Ce constat a permis de regarder le sol non plus comme un objet isolé, mais comme partie prenante d'un système, l'ensemble sol-roche, qui constitue une même unité fonctionnelle grâce à la continuité de son réseau poral. Dans cette hypothèse, les pédogenèses jurassiennes se regroupent en systèmes distincts par les modes d'évacuation, verticaux ou latéraux, des eaux météoriques et par les flux de matière et d'énergie qui les traversent (RICHTER 1987). On trouvera dans une publication récente (BRUCKERT et GAIFFE 1990) les développements concernant ces systèmes de subsurface, qu'on peut regrouper de la façon suivante:

- les systèmes fissurés drainants, parmi lesquels certains sont hyperdrainants à infiltration directe et d'autres moins drainants, à infiltration différée (zones karstiques et semi-karstiques);
- les systèmes compacts étanches, à nappe perchée (position dominante dans le paysage) et à nappe phréatique libre ou captive (position de dépression).

Les sols constituent des entités naturelles dont les caractères varient spatialement de façon discontinue et continue selon l'échelle d'observation. Le caractère discontinu est perceptible dans la distribution des systèmes de subsurface et des systèmes pédologiques, à l'échelle des compartiments géologiques (BRUCKERT 1986; BRUCKERT et GAIFFE 1990). Le caractère continu est observable dans la différenciation latérale progressive des sols au sein des systèmes pédologiques (BOCQUIER 1971). Les sols s'ordonnent ainsi dans des compartiments brutalement juxtaposés et dans des continuum progressivement différenciés.

Le Jura connaît peu de «continuum» — comme ceux des chaînes peu contrastées des sols du karst bisontin (GAIFFE et BRUCKERT 1985): le plus souvent, on passe brutalement de l'un à l'autre de ces systèmes.

L'exemple le plus frappant est la juxtaposition des systèmes étanches occupés par les tourbières acides (GRANDVOINET et *al.* 1987) et des systèmes karstiques hyperdrainants qui les ceinturent (BRUCKERT et GAIFFE 1985). Ces derniers vont nous fournir un exemple particulièrement démonstratif de la façon dont les transferts hydriques superficiels et profonds interviennent dans la genèse et le fonctionnement des sols.

C. Un fonctionnement des sols du karst commandé par les transferts hydriques latéraux et verticaux

1. *Transferts hydriques latéraux et chaînes de sols du karst*

Dans les systèmes hyperfissurés et fissurés, les flux d'eau latéraux par ruissellement sont liés à des phases de pluies intenses (TAN 1988) donnant

lieu à un réseau hydrographique temporaire très fugace. Il en résulte une érosion des positions topographiques hautes suivie d'un dépôt dans les points bas. Ces derniers ne se comblent jamais car les apports poursuivent plus ou moins rapidement leur chemin vers le karst profond (GAIFFE et BRUCKERT 1985; GAIFFE 1987) à la faveur des crues et décrues souterraines réputées pour leur soudaineté (AUCANT et *al.* 1985). Le même phénomène s'applique à toutes les déformations du terrain, depuis les toposéquences décamétriques en creux et bosses des calcaires concassés, jusqu'aux toposéquences hectométriques des combes, observées sur les bancs moins fragmentés (fig. 3).

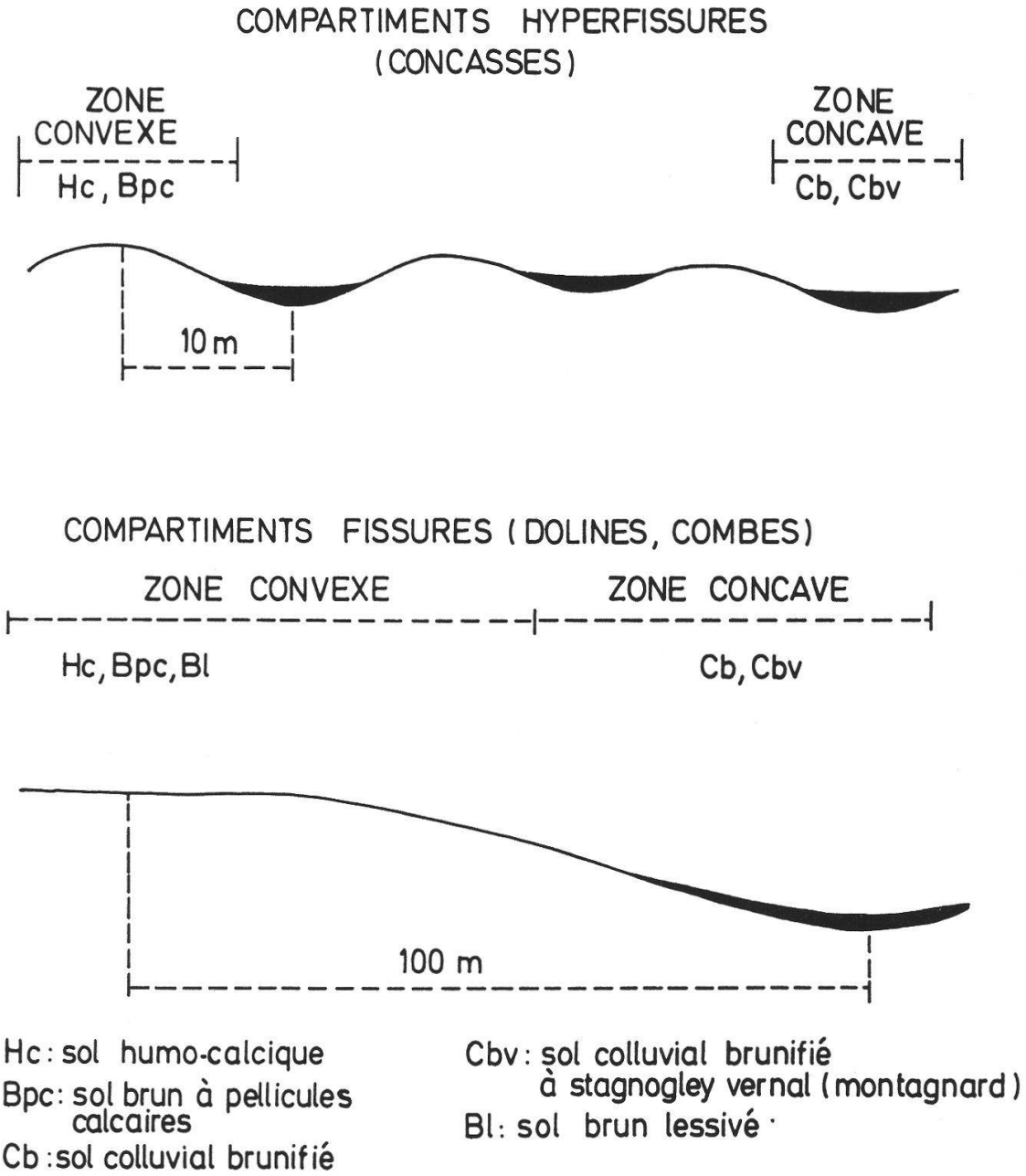

Fig. 3. Chaînes de sols des roches fissurées karstiques.

Dans tous les cas, le sol récepteur est constitué des matériaux que lui a fourni les sols des positions dominantes. Cette filiation définit des unités en relation dynamique, les chaînes de sols du karst (BRUCKERT et GAIFFE 1980) qui comprennent:

- en position convexe, des sols humo-calciques et bruns à pellicules calcaires, auxquels viennent s'adjoindre, en-dessous de 800 m d'altitude environ, des sols bruns lessivés;
- en position concave, des sols colluviaux brunifiés lessivés qui, à partir de 1100 m environ, sont marqués par une phase vernale à stagnogley.

On en trouvera les caractéristiques morphologiques et analytiques ainsi que les relations d'interdépendance dans diverses publications, notamment celle de GAIFFE et BRUCKERT (1985).

2. *Transferts hydriques verticaux et pédogenèse*

L'impact du réseau poral des roches sur l'orientation des pédogenèses a été particulièrement bien démontré sur des sols prairiaux superficiels (30 cm) du Premier Plateau jurassien, dans lesquels on a mis en évidence une corrélation statistique entre le caractère plus ou moins humifère du sol et le mode de débit du banc calcaire (BLONDE et *al.* 1986). Or, la libération des cailloux obéit aux discontinuités préalables de la roche (cf. ci-dessus), elles-mêmes responsables de la perméabilité. C'est ainsi que sur les calcaires libérant la plus forte pierrosité (fig. 1) le système sol-roche a une perméabilité trois fois supérieure à celle des calcaires plus massifs. Ceci entraîne pour les premiers une évacuation directe et rapide des eaux météoriques par drainage profond, tandis que les seconds évacuent leurs excédents plus lentement et en partie par un mouvement ascendant d'évapotranspiration (BLONDE 1989).

Les différences ainsi induites dans le rythme des alternances humectation-dessiccation se traduisent dans la porosité et l'aération des sols sus-jacents, qui offrent par là des conditions plus ou moins favorables au développement des racines et de la microflore (fig. 4). Il en résulte une production plus importante de biomolécules dans les milieux les plus drainants, accompagnée d'une plus forte production de CO_2 respiratoire. Ce dernier mobilise un «flux de calcium» (BRUCKERT et *al.* 1986) plus actif, utilisé pour la stabilisation précoce (TAVANT 1986) de ces biomolécules (précurseurs humiques). L'enchaînement des trois processus, hydrique, biologique et biochimique, aboutit ainsi à la différenciation de deux classes de sols: celle des sols calci-magnésiques humifères avec un taux moyen de matière organique supérieur à 20 % et celle des sols brunifiés, en moyenne deux à trois fois moins humifères. L'orientation de la pédogenèse vers l'humification ou vers la brunification est strictement sous la dépendance de l'état physique du banc calcaire.

D. Une distribution du tapis végétal en relation étroite avec l'état physique des bancs

L'état physique du banc, élément moteur de la pédogenèse, devient de ce fait le facteur déterminant dans la distribution de la végétation. C'est

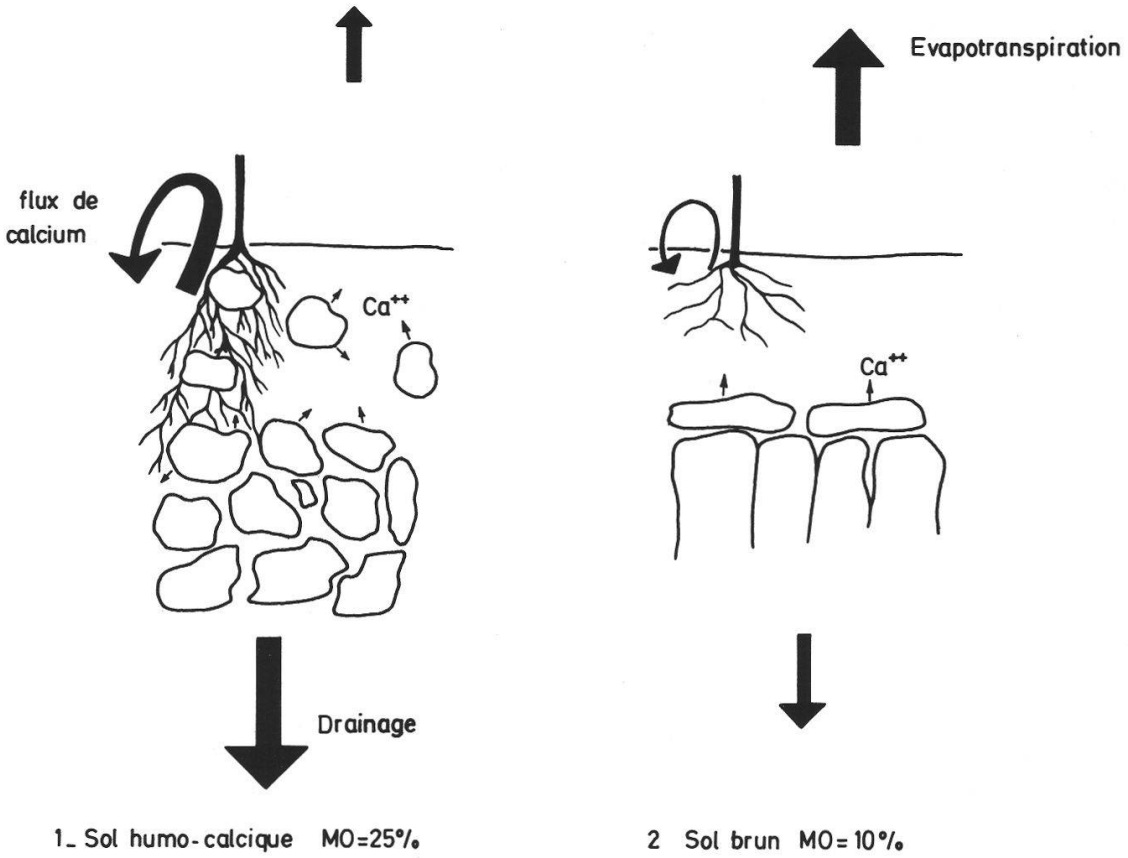

Fig. 4. Pédogenèses différenciées sur dalles hyperfissurée ou fissurée. Production et stabilisation actives des composés humiques en système hyperdrainant.

une loi générale que l'on peut vérifier à l'étage montagnard dans les domaines forestiers et prairiaux.

Dans le domaine forestier, des études de typologie (GAIFFE et SCHMITT 1980) ont montré qu'à chaque forme prise par les calcaires étaient liés un type de sol et une association végétale:

- les calcaires concassés donnent des sols noirs et caillouteux, les sols humo-calciques. Leur faible profondeur et leur manque de réserve en eau provoquent l'installation d'un groupement riche en feuillus, la hêtraie à dentaire (Dentario-Fagetum);
- les dalles favorisent le développement d'un sol brunifié, domaine de la hêtraie-sapinière (Abieti-Fagetum) dans ses diverses sous-associations (RAMEAU et *al.* 1980);
- les lapiez se couvrent d'une masse de débris organiques (mousses, myrtilles) divisés par la microfaune: c'est le sol litho-calcique humifère à mor (BARTOLI 1966; RICHARD 1961; BOTTNER 1971), qui supporte une association très particulière, la pessière à doradille (Asplenio-Piceetum), en réalité synassociation de trois groupements bien tranchés, celui du dos des blocs (à myrtilles) celui des faces verticales (à fougères calcicoles) et celui des laisines (à «hautes herbes»).

Dans le domaine pastoral installé sur les secteurs les moins chaotiques, les groupements de substitution réagissent de la même façon aux faciès calcaires et aux remaniements karstiques. C'est ainsi que dans les pâturages à relief bosselé «en tumulus» des calcaires concassés, à la chaîne de sol d'ordre métrique qui fait alterner sols humo-calciques des bosses et sols colluviaux brunifiés des creux (BRUCKERT et GAIFFE 1985) correspondent deux associations bien tranchées, l'une calcicole xérophile de l'alliance du Seslerion, l'autre mésotrophe mésophile appartenant au Nardion (GOBAT 1989).

CONCLUSIONS

Deux points particuliers retiendront notre attention en guise de conclusion, l'un concernant la précocité du déterminisme qui induit la succession des processus en un point donné, l'autre discutant des interactions entre karst et couverture pédologique.

En ce qui concerne le premier point, notre démonstration s'est située à deux niveaux, l'étude du karst et l'étude des écosystèmes roche-sol-végétation. Nous avons montré d'une part que les discontinuités de la roche, préalables à toute karstification (AUBERT 1969) résultent de la conjonction de deux groupes de facteurs, des facteurs internes liés aux conditions de sédimentation (taux de résidu non carbonaté, bioturbations) et des facteurs externes appliqués aux roches (diagenèse, orogenèse, dissolution sélective). Nous avons d'autre part mis en évidence le rôle moteur de la fissuration et du niveau de drainage des roches dans l'orientation de la pédogenèse et par là dans le développement d'un type de sol et de son groupement végétal associé.

Ces deux approches complémentaires nous permettent d'établir une étonnante continuité entre les conditions écologiques du bassin sédimentaire jurassique et la distribution actuelle des paysages botaniques. La figure 5 illustre cette filiation appliquée à deux écosystèmes de l'étage montagnard.

Le deuxième point de notre conclusion résulte du fonctionnement des sols en système karstique, et plus précisément de l'existence des «chaînes de sols du karst», caractérisées par l'érosion de points hauts, le colluvionnement dans les dépressions et enfin l'exportation des matériaux vers les circuits profonds, sous des formes et à un rythme propre à chaque type de karst. On n'en déduit que ce n'est pas l'épaisseur des sols qui sert de régulateur aux infiltrations et aux transferts vers le karst mais que c'est le karst qui avale ou qui protège les sols en fonction de son activité propre, comme nous le schématisons à la figure 6. Il s'ensuit que les karsts très actifs n'ont jamais pu se couvrir. C'est le cas en particulier de vastes secteurs de la Haute-Chaîne plissée, constituant le «Jura rocheux», sur lesquels les glaciers n'ont peut-être pas trouvé grand-chose à détruire. C'est le cas aussi des vastes zones à sols superficiels, du Deuxième Plateau, situées en dehors du front connu de l'avancée glaciaire.

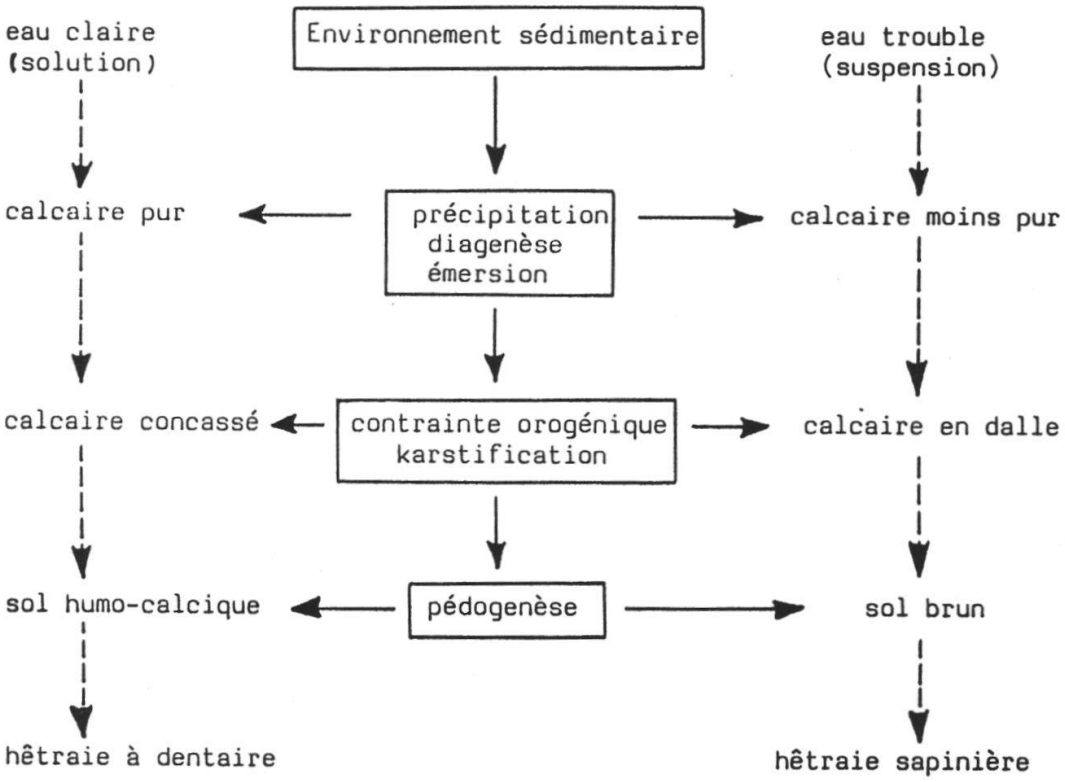

Fig. 5. Exemples d'écosystèmes roche-sol-végétation en relation avec l'écologie du bassin sédimentaire jurassique.

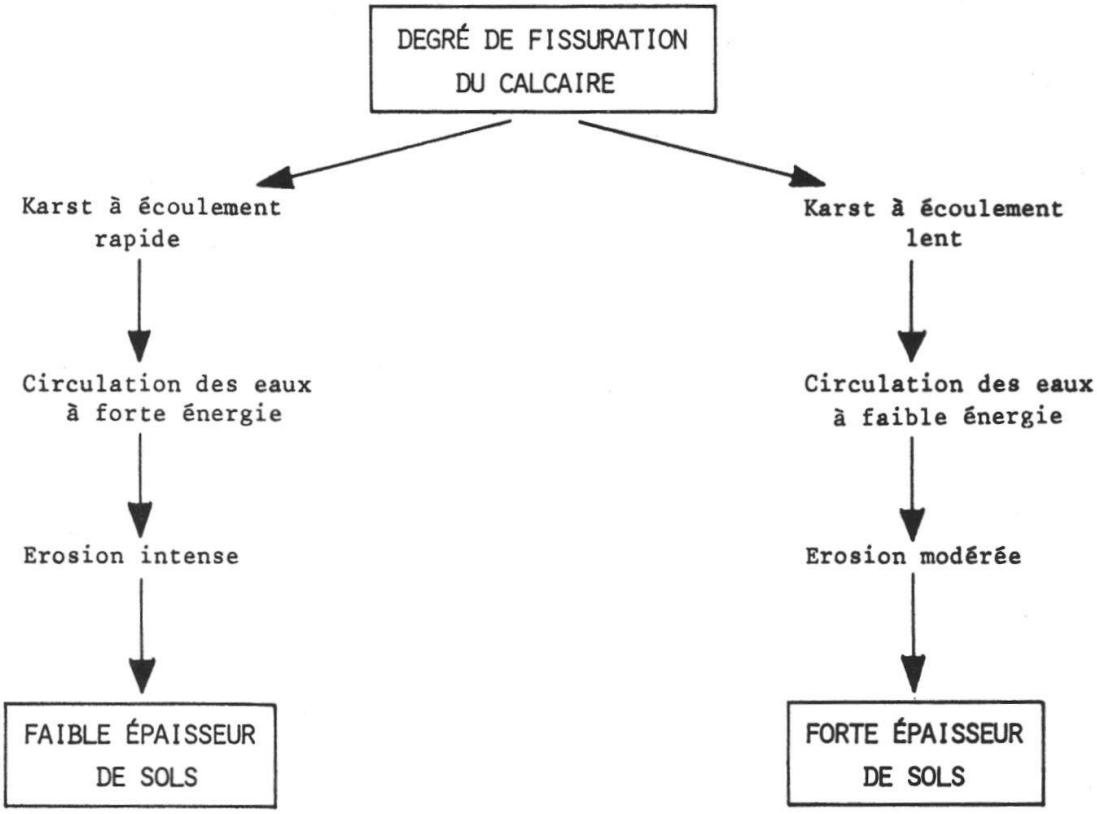

Fig. 6. La fissuration des calcaires agent de régulation de l'épaisseur des sols.

Résumé

Les conditions variées de la sédimentation des calcaires se traduisent par des faciès variés dont certains, les plus purs, réagissent aux contraintes en se fracturant. Les conséquences de cette fracturation sont examinées à différents niveaux: 1. la tectonique jurassienne; 2. la répartition des systèmes pédologiques; 3. le fonctionnement des sols en milieu karstique; 4. la distribution de la végétation. On en tire des réflexions sur la continuité et l'interaction des phénomènes à un emplacement donné et sur le rôle de la fissuration des roches dans la conservation de la couverture pédologique.

Zusammenfassung

Verschiedene Bedingungen in den angeschwemmten jurakalkhaltigen Becken beweisen, dass es ursprünglich Kalksteine gibt, die zerbrechen können besonders wenn sie einer Belastung ausgesetzt werden. Das Zerbrechen zeigt Auswirkungen auf: 1. die Gebirgsbildung des Juras; 2. die Verteilung der Bodensysteme; 3. die Bodendynamik in karstischen Zonen; 4. die Anordnung der Vegetation. Man kann daraus ableiten, dass an einem gegebenen Ort eine Kontinuität und eine Interaktion der Naturerscheinungen zu beobachten ist, und dass das Zerbrechen eine bedeutende Rolle in der Bodenerhaltung spielt.

Summary

Several conditions of the sedimental environment are at the origin of various facies in limestones. When these rocks are submitted to a mechanical constraint, the purest ones are highly fracturated. The consequences of the fracturation are discussed at different scales: 1. the jurassian tectonic; 2. the repartition of pedological systems; 3. the dynamic of soils in karstic areas; 4. the distribution of the vegetation. To conclude, we discuss the relation between different processes which are in interaction in a same location and the role of fracturation in the conservation of the pedological cover.

BIBLIOGRAPHIE

AUBERT, D. — (1965). Calotte glaciaire et morphologie jurassienne. *Eclogae Geol. Helv.* 58 (2): 555-578.

— (1969). Phénomènes et formes du karst jurassien. *Ibid.* 62 (2): 325-399.

AUCANT, Y., SCHMITT, C. et URLACHER, J. P. — (1985). Le Verneau souterrain. 169 pp. *Besançon* (Ed. Shag).

BARTOLI, C. — (1966). Etudes écologiques sur les associations végétales de la Haute-Maurienne. *Ann. Sci. For.* 23: 432-751.

BÉGUIN, C. — (1972). Contribution à l'étude phytosociologique et écologique du Haut-Jura. 190 pp. *Thèse Sciences, Univ. Neuchâtel.*

BLONDE, J. L. — (1989). Influence du régime hydrique induit par la fissuration des roches sur l'humification et l'organisation des sols en milieu calcique. 145 pp. *Thèse Doct., Univ. Franche-Comté, Besançon.*

BLONDE, J. L. et BRUCKERT, S. — (1986). Carte de la valeur pédologique et agronomique des sols de La Baroche (territoire de Belfort). Notice détaillée, 101 pp. +1 carte. *Chambre d'Agriculture du Doubs et Laboratoire de Pédologie.*

BLONDE, J. L., GAIFFE, M., CONTINI, D. et BRUCKERT, S. – (1986). Relations entre le caractère humifère des sols des plateaux jurassiens et le régime hydrique induit par la perméabilité des bancs calcaires. *Pédologie* 36 (2): 155-177.

BOCQUIER, G. – (1971). Genèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad. Interprétation biogéodynamique. 364 pp. *Thèse Doct. Etat, ORSTOM, Paris.*

BOTTNER, P. – (1971). La pédogénèse sur roches mères calcaires dans une séquence bioclimatique, méditerranéo-alpine du sud de la France. 271 pp. *Thèse Doct. Etat (Sciences), Univ. Montpellier.*

BRUCKERT, S. – (1986). Carte de la valeur pédologique et agronomique des terres des Hauts du Val de Saône. Notice générale. 150 pp. *PAR et GVA des Hauts du Val de Saône, Chambre Départementale d'Agriculture de Haute-Saône).*

BRUCKERT, S. et GAIFFE, M. – (1980). Analyse des facteurs de formation et de distribution des sols en pays calcaire glaciaire ou karstique. Plaine de Frasne-Bonnevaux et Montagne du Laveron, Jura Central. *Ann. sci. Univ. Besançon* 1 (4), *Biol. vég.: 19-65.*

– (1985). Les sols de Franche-Comté. *Collection du Centre Universitaire d'Etudes Régionales (CUER).* 142 pp. *Univ. Franche-Comté, Besançon.*

– (1990). Systèmes de subsurface du karst jurassien. Modèles fondamentaux de pédogenèse et de fonctionnement. *Science du Sol* (sous presse).

BRUCKERT, S., GAIFFE, M., DUQUET, B. TAVANT, Y. et TAVANT, H. – (1986). Rôle du flux de calcium sur la stabilisation de la matière organique des sols. *Ann. Sci. Univ. Franche-Comté, Besançon* 6 (4), *Biol. vég.*: 25-30.

CHAUVE, P. – (1990). Evolution du Jura externe de Franche-Comté au cours du Tertiaire. *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.* 113: 000-000.

GAIFFE, M. – (1984). Relations entre faciès calcaires, sols et végétation dans les forêts du Haut-Jura Central. *Ecologie des milieux montagnards et de haute altitude, Documents d'Ecologie Pyrénéenne,* III-IV: 413-416.

– (1987). Processus pédogénétiques dans le karst jurassien. Analyse de la complexation organo-minérale en ambiance calcique. 160 pp. *Thèse Doct. Etat, Univ. Franche-Comté, Besançon.*

GAIFFE, M. et BRUCKERT, S. – (1985). Analyse des transports de matières et des processus pédogénétiques impliqués dans les chaînes de sols du karst jurassien. *Catena,* N° spécial «Soils and geomorphology» 6: 159-174.

GAIFFE, M. et SCHMITT, A. – (1980). Sols et végétation à l'étage montagnard dans les forêts du Jura Central. *Science du Sol* 4: 265-296.

GOBAT, J. M. – (1989). Quelques relations «microtopographie-sols-végétation» dans les pelouses pseudoalpines du Jura suisse: exemples d'un système naturel et d'un système anthropisé. *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.* 113: 000-000.

GRANDVOINNET, D., BRUCKERT, S. et CAMPY, M. – (1987). Analyse de la structure et des constituants d'une tourbière à sphaignes du Jura en relation avec les principales phases de sa formation. *Sci. du Sol* 26 (2): 55-64.

PANCZA, A. – (1990). L'action du gel sur les parois rocheuses du Jura: l'exemple de Château-Cugny (JU). *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.* 113: 000-000.

RAMEAU, J. C., SCHMITT, A., BIDAULT, M. et GAIFFE, M. – (1980). Végétation et écologie des forêts comtoises. *In:* «Nos forêts comtoises». *Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, N° spécial*: 80-116.

RICHARD, J.-L. – (1961). Les forêts acidophiles du Jura. 164 pp. *Thèse Sciences, Neuchâtel.*

RICHTER, J. – (1987). The soil as a reactor. Modelling processes in the soil. *Catena paperback,* 192 pp.

TAN, B. S. – (1988). La régénération du Sapin (*Abies alba* Mill.) dans le Jura: influence des facteurs physiques, édaphiques et biotiques sur les stades précoces du développement des semis. 120 pp. *Thèse Doct. Etat, Univ. Franche-Comté, Besançon.*

TAVANT, Y. – (1986). Dynamique des matières organiques et de l'azote dans les sols brunifiés et calcimagnésiques humifères des séquences bioclimatiques du Jura. 100 pp. *Thèse Doct., Pédologie, Univ. Franche-Comté, Besançon.*

VILLAIN, J. – (1965). Contribution à l'étude de la gélivité des calcaires jurassiques en Franche-Comté. 86 pp. *Thèse Doct., 3e cycle, Besançon.*

Adresse des auteurs: Michèle Gaiffe, Sylvain Bruckert, Laboratoire de Pédologie, Faculté des Sciences, F-25030 Besançon Cedex, France.