

I. ICHIM

LES PROBLÈMES DE PERGÉLISOL EN ROUMANIE

*Reprinted from:*  
BIULETYN PERYGLACJALNY, No. 28  
Łódź 1981

IONITA ICHIM\*

Pingărați

## LES PROBLÈMES DE PERGÉLISOL EN ROUMANIE

## Abstract

An analysis of the elements of the periglacial environment of the Würm shows that, for a short period, Rumania lay inside the area where permafrost was able to form. It is believed that in this part of Europe the permafrost limit for the Würm must be drawn south of 44°N lat.

## Résumé

L'analyse des éléments du milieu périglaciaire du Würm pour le territoire de la Roumanie, met en évidence que cette région, pendant le Würm, a été incluse (pour une courte période) dans le domaine où pouvait exister le pergélisol. Par conséquent, nous pensons que la limite du pergélisol, dans cette partie de l'Europe, doit être tracée au sud du parallèle de 44° nord.

Le territoire de la Roumanie, compris entre 43°37' 07'' et 48° 36' 15'' de latitude nord, a pendant le Würm occupé une position extrême sud de l'aire de morphogenèse périglaciaire continentale. C'est pourquoi le problème du pergélisol doit être discuté par rapport à tous les facteurs qui caractérisent le milieu périglaciaire. Ce milieu doit être vu comme un système ouvert, dynamique, dans lequel le pergélisol doit être rapporté d'une part, aux facteurs qui le déterminent, d'autre part, aux influences qu'il possède sur l'évolution d'autres éléments du milieu périglaciaire.

Sans doute, la présence de fentes de gel est un critère fondamental pour établir la limite du pergélisol. Mais les recherches des dernières années ont imposé quelques précisions et définitions importantes pour l'appréciation de ce phénomène. Elles sont maintenant connues de tous. Néanmoins pour argumenter au sujet de la position du territoire de la Roumanie, voici quelques-unes de ces précisions et définitions:

- on a accepté l'idée que le pergélisol est défini du point de vue thermique, que le sol contienne ou non de la glace (BROWN, KUPSCH, 1974);
- la limite du pergélisol correspond à l'isotherme annuelle de 0°C, tandis que la formation des fentes de gel nécessite des températures annuelles de -6° jusqu'à -8° C pendant de longues années (PÉWÉ, 1966);
- des structures du type de fentes de gel se forment dans des régions sans pergélisol, tout comme DANILOVA l'a montré en 1956 (cf. PISSART, 1970), puis WASHBURN, SMITH, GODARD (1970) et d'autres; cela a déterminé PISSART (1970, p. 18) à affirmer: "elles montrent que toutes les fentes de gel fossiles ne sont pas nécessairement des indices de l'existence d'un pergélisol au moment de leur formation".

\* Station de recherches "STEJARUL" 5648 Pingărați, Neamt, Roumanie.

glaciaires. Tout d'abord la structure du relief de la Roumanie (30 % de montagnes, 37 % de collines et plateaux, 33 % de plaines) dans laquelle les Carpathes (2543 m d'altitude maxima dans les Făgăraș) orientés nord-ouest—sud-est et ensuite est-ouest ont constitué un barrage devant les masses d'air continental euro-sibériennes. Mais le versant ouest était sous l'influence des masses d'air plus humides. Ces montagnes étaient partiellement comprises dans l'étage de la morphogenèse glaciaire, qui descendait jusqu'à 1600 m dans les Carpathes orientales et environ de 1700 m dans les Carpathes méridionales (NICULESCU, 1965; Sircu, 1978).

Pendant la dernière partie du Würm (17.000 B.P.), le niveau de la Mer Noire était 130 m plus bas que l'actuel (MILLAMIN, EMERY, 1968; cf. DEGENS, HECKY, 1974) et à cause de cela la plate-forme de la partie nord était une vaste plaine contribuant à l'accentuation de la continentalité des masses d'air → euro-sibériennes qui se dirigeaient vers la Plaine Roumaine. Pendant la période Würm, la Mer Noire elle-même était couverte d'une couche de glace. La proportion de carbone organique (moins de 0,6 %) et la petite concentration en amino-acides des sédiments marins en comparaison avec l'Holocène (50 % de carbone organique), la variation de la concentration en H<sub>2</sub>S, ainsi que la structure des sulfures (présence des couches de sédiments gris, riches en disulfures disposées en structure "framboise" et couches de sédiments de couleur noire, riches en monosulfures) montrent, selon HUNT et DEGENS (1970), d'importants changements en ce qui concerne la réduction de l'activité de photosynthèse comme effet de l'installation d'une période de gel multi-annuelle dans les bassins afférents à la Mer Noire (Danube, Nistru, Don, etc.). D'autre part, les auteurs cités comparent ces conditions de la Mer Noire à celles des fjords de Norvège. Il ne faut pas s'étonner que c'était une couche de glace qui a duré probablement une longue période, étant donné qu'à présent, dans les années 1928—1929 et 1953—1954, des blocs de glace du golfe d'Odessa sont arrivés jusqu'à Constanța et puis au Bosphore; aux bords de la mer, la glace a atteint une épaisseur de 4—5 m, sur une étendue de quelques kilomètres (BONDAR, 1972).

Par conséquent, ajoutons ces deux aspects majeurs: la présence des glaciers dans les Carpathes jusqu'à 1600 m d'altitude absolue et l'existence d'une mer gelée (la Mer Noire) qui se trouve à une distance de 300 km de ces montagnes; ces deux faits supposent l'existence d'un climat rigoureux périglaciaire sur tout le territoire de la Roumanie.

Les recherches de géologie et de géomorphologie du Quaternaire du Roumanie ont mis en évidence une grande variété de sédiments périglaciaires. Pour leur signification en ce qui concerne la présence de pergélisol, nous allons nous rapporter brièvement aux loess et aux formations loessiques, puis aux dépôts périglaciaires des versants.

Le loess et les formations loessiques recouvrent 17 % de la surface de la Roumanie, ils occupent surtout la partie sud-est du pays, mais on en trouve aussi sur les principaux interfluvies du plateau moldave ou dans l'ouest du pays, ainsi que dans les grandes vallées des régions subcarpathiques et même carpathiques. Par exemple, dans la vallée de Bistritza, des dépôts loessiques s'identifient jusqu'à 900—950 m

Les recherches dans d'autres domaines (palynologie, faune périglaciaire, paléomagnétisme, paléo-océanologie, géochimie des substances minérales et des composés organiques des sédiments marins et lacustres, glaciologie, etc.) ont permis la réalisation d'importantes cartes climatiques du monde ou de régions étendues pour le Würm (KAISER, 1960; KREBS, BARRY, 1970; LAMB, WOODROFE, 1970; LAMB, 1977; SUZUKI, 1971; McINTYRE, 1977; etc.) ainsi que des courbes de variation thermique pour différentes zones du continent.

Cet immense fond de données portant sur le régime thermique et, généralement, sur les conditions climatiques du Würm peut-il être ignoré? La réponse est: non.

Voici pourquoi nous allons analyser les problèmes du pergélisol sur le territoire de la Roumanie, par rapport aux conditions paléoclimatiques identifiées par d'autres recherches que les recherches périglaciaires proprement dites, mais qui sont des conditions caractéristiques du milieu périglaciaire.

Le territoire de la Roumanie étant traversé par le parallèle de 45° latitude nord, est une région typique de latitudes moyennes. D'après quelques cartes climatiques faites pour la période Würm, on déduit que pendant l'hiver, le front arctique atteint l'Europe tout près du parallèle de 40° nord (SUZUKI, 1971, p. 36) en dépassant ce territoire de beaucoup vers le sud, et pendant l'été, il reste dans le domaine des masses polaires qui avancent jusqu'à 30° nord. Les recherches de LAMB et WOODROFE (1970) mentionnées par LAMB (1977) et McINTYRE (1977) etc. sur la circulation atmosphérique en Europe du nord sont parvenues à la même conclusion, d'où l'on voit que ce territoire, pendant la phase maxima de la glaciation würmienne, se trouve totalement dans l'aire de la circulation atmosphérique circumpolaire qui s'étend jusqu'au sud du parallèle de 42° nord. C'est la principale cause qui a maintenu un certain temps le territoire de la Roumanie dans un domaine de température moyenne annuelle négative. Une preuve de plus dans ce sens est le fait que des régions situées beaucoup plus au sud ont connu la rigueur du climat froid de cette période-là. Ainsi, la température moyenne des eaux de la Méditerranée était sous 12° C (LETOLLE, GRAZZINI-VERGNAUD, 1974), et les steppes froides qui avaient dans leur composition des *Artemisia* et *Ephedra* (en proportion de plus de 70%) s'étendaient jusqu'au sud de la Péninsule balkanique (RO SIGNAL-STRICK, 1974) ou sur les bords de l'Adriatique (BORTOLAMI, *et al.*, 1974), donc au sud de la Roumanie. Durant la même période, les biocénoses de toundra-steppe et toundra ont pénétré sur le territoire de la Roumanie jusqu'au sud du parallèle de 44° nord (ILIESCU, GHENEA, 1964). D'après la faune fossile (très nombreuse) déterminée jusqu'à présent, interprétée selon la conception de la zonation de la faune périglaciaire de VANGENGEJM (1975), j'ai constaté la présence des espèces de toundra-steppe (*Ovibos*, *Lemmus*) ou d'espèces très fréquentes dans cet habitat (*Mammuthus primigenius*, *Rangifer fer tarandus*, *Alopex lagopus*, *Bison priscus*, etc.) jusqu'au sud de la Roumanie, donc au sud du parallèle de 44° nord. Il est bien probable que c'était une zone d'interférence de la toundra et de la toundra-steppe avec la steppe froide. Dans les grandes lignes, les conditions zonales dans lesquelles on inclut le territoire de la Roumanie dans la dernière étape du Würm montrent, selon nous un milieu périglaciaire avec des conditions de pergélisol.

d'altitude absolue (DONISA, 1968). Dans les principales aires de dépôt, le loess du Würm est sédimenté sur un sol forestier fossile (GS 3) d'âge interglaciaire Riss—Würm (CONEA, 1970). C'est un sol perturbé par des processus cryogènes, traversé par des fentes de gel, crevassé; une grande partie de l'horizon A est érodée par l'action du vent.

Dans le voisinage des principales rivières (Danube, Bouzeou, Jalomitza, etc.), il y a dans les loess de nombreuses intercalations de sables qu'on peut interpréter comme des dépôts nivéo-éoliens et, quelquefois, sous les loess, il y a des dunes. BAN et DOBROTESCU (1972) mentionnent la présence de dunes enterrées sous les loess de la terrasse de 15—25 m du Danube (à Calafat); ces dunes se trouvent dans un sol fossile.

Ce qui domine dans le loess, ce sont les fractions poussiéreuses et les argiles loessiques (PROTOPOESCU, *et al.*, 1966); ce fait indique l'inclusion du territoire en discussion à la limite inférieure de la zone de formation des poussières par processus cryogènes et du domaine des loess proprement dit. Les dépôts loessiques des terrasses et glacis des zones de collines s'interpénètrent souvent avec les dépôts de solifluxion, et dans la région montagneuse avec des dépôts de solifluxion et d'éboulis (ICHIM, 1972; MORARIU, 1976, etc.).

Pendant la période Würm, dans des conditions lithologiques favorables, des gélifracsts se sont formés de la zone haute des Carpathes jusqu'au niveau de la Mer Noire (dans les montagnes de Dobroudja). Leurs dimensions atteignent, dans la région carpathique, jusqu'à 3—5 m de diamètre (les montagnes Rodnes, Haşmaş, Făgăraş, Retezat, Godeanu, etc.), et l'épaisseur des dépôts parfois jusqu'à 20—35 m.

Il y a beaucoup de controverses concernant la signification de quelques dépôts de versants qui forment de grands complexes de glissements de terrain en Roumanie. La plupart des spécialistes expriment l'opinion que ceux-ci datent de la période périglaciaire du Würm (MORARIU, SAVU, 1966; MORARIU, 1976; COTET, 1966; BACAOANU, 1968; POSEA, *et al.*, 1974; ICHIM, 1972; BARBU, 1976). L'épaisseur très grande, même dans la région montagneuse où les rochers sont plus résistants à l'action des agents de modelage, reflète non seulement les conditions locales, mais aussi un état régional, probablement les conditions locales, mais aussi une aire de grandes oscillations de la limite du pergélisol, et le changement périodique du régime d'altération-désagrégation avec de courts intervalles de temps.

Les recherches faites jusqu'à présent (BULLA, 1941; NICOLAESCU-PLOPSOR, 1958; MORARIU, 1959; MORARIU, SAVU, 1966; MIHAILESCU, DRAGOMIRESCU, 1959; COTET, 1960, 1966, 1976; POSEA, 1962; CONEA, 1970; ICHIM, 1971, 1972, 1975, 1978; CIRCIUMARU, PAUNESCU, 1975) ont mis en évidence des structures périglaciaires du type de fentes de gel, jusqu'à l'extrémité sud du territoire de la Roumanie. Généralement, les fentes de gel sont de petites dimensions, ne dépassant que rarement la profondeur de 1 m. Dans la Dobroudja et la Plaine roumaine, elles ont une section plus petite (5—10 cm en moyenne), mais le réseau de fentes de gel forme, en section plane, une structure polygonale. Cependant, ces structures doivent être interprétées avec circonspection parce qu'elles ne sont pas typiques, Mais elles sont associées à de

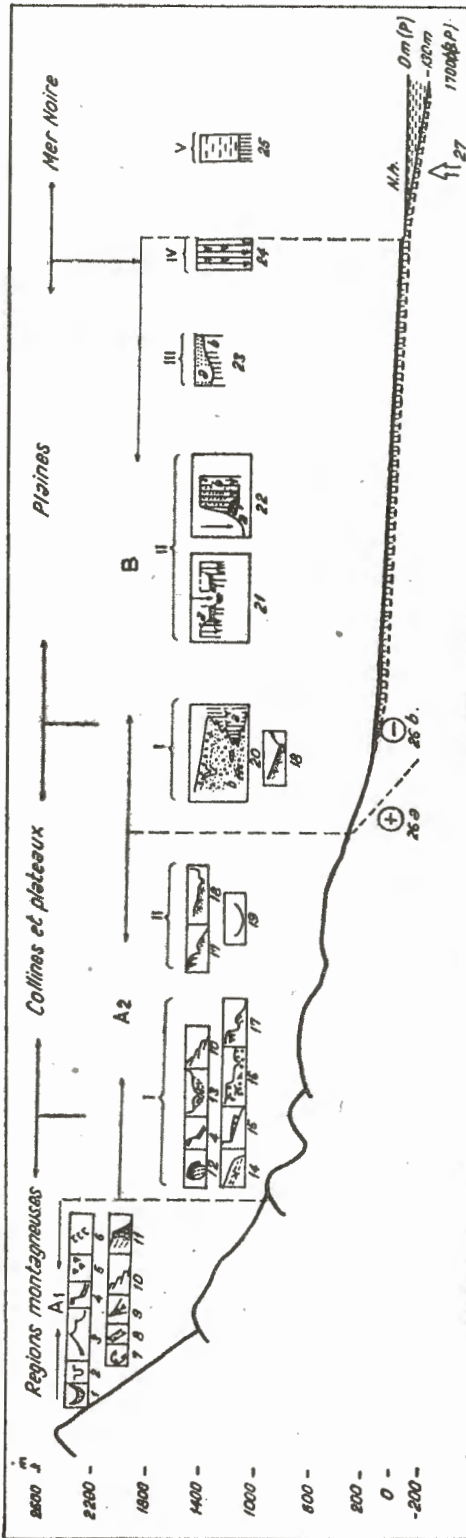


Fig. 1. Profil périglaciaire synthétique du territoire de la Roumanie

A. — Domaine périglaciaire des processus de versant: A.1. étage de cryoplanation; A.2. étage de solifluxion et d'érosion thermique; I. dans la région montagneuse au-dessous de 1000 m d'altitude et dans la région subarctique; II. dans les autres régions

B — Domaine périglaciaire où ont prédominé les processus de cryoturbation, fissuration et activité éolienne: I. région de contact néotectonique entre les collines et la plaine; II. plaine S.S.; III. delta du Danube (déposés périglaciaires "cachés" sous des alluvions holocènes); IV. plateau de la Dobroudja (l'accumulation du loess offre la possibilité de différencier trois phases périglaciaires du Würm); V. région à dépôts périglaciaires couverts par la transgression de la Mer Noire

Formes, dépôts et processus caractéristiques: 1. glaciers rocheux; 2. relief d'éolisation; 3. cryoplanation; 4. cryopédimentation; 5. champ d'éboulis; 6. vallée de gélifraction; 7. niche de niveau; 8. couloir d'avalanche; 9. talus d'éboulis; 10. cônes rocheux étagés; 11. trois niveaux de dépôts périglaciaires dans les terrasses fluviales; 12. cirque d'érosion thermique; 13. vallée en berceau (sèche); 14. dépôts de stratification rythmique; 15. glaciers de matériaux fins et grossiers; 16. deux niveaux de dépôts périglaciaires dans les terrasses fluviales; 17. glissements de terrain d'âge Würm; 18. glaciers de vallée (dans les vallées sèches très larges); 19. vallées entre les dépôts des régions de piémont et de la Plaine roumaine (a. dépôts fins; b. graviers); 21. élargissement des lits par l'érosion thermique (a. secteur détruit par l'érosion fluviotermique); 22. dunes fossiles (a) et dépôts nivéo-éoliens (b); 23. dépôts holocènes (a) et dépôts périglaciaires (b); 24 et 25. (voir B-IV et B-V); 26. mouvements néotectoniques (a. positifs; b. négatifs); 27. mouvement eustatique après le refroidissement maximum du Würm

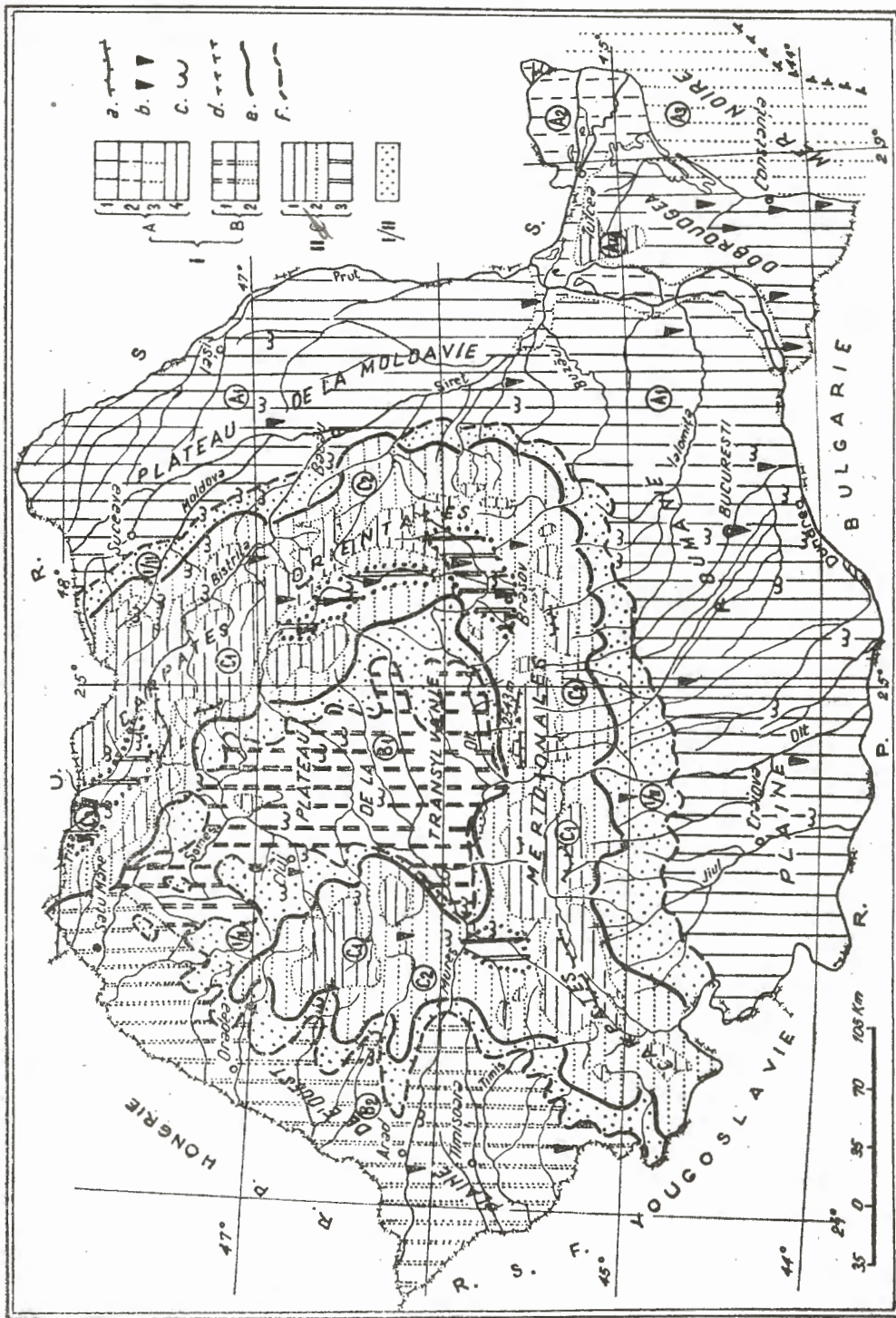




Photo 1. Détail dans une cryoturbation du Plateau de Moldavie (vallée Vasluc)

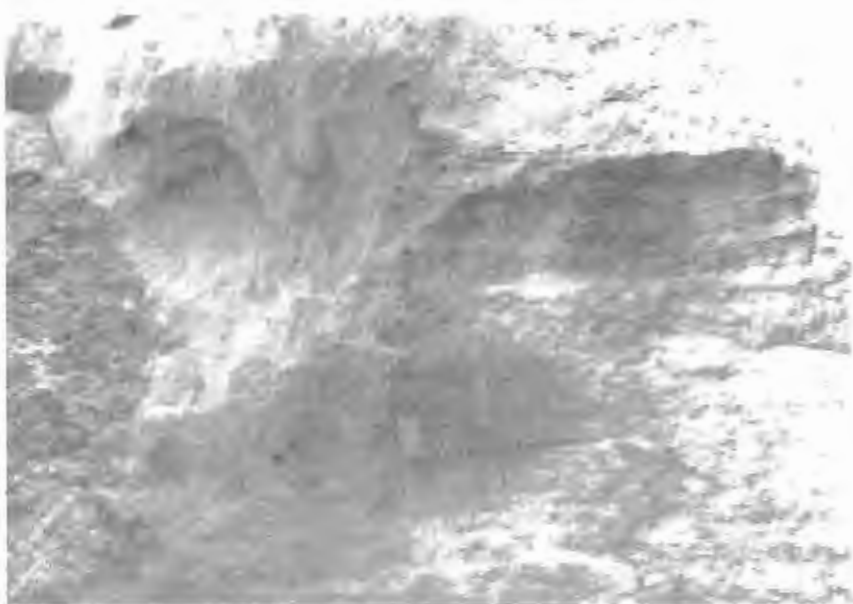


Photo 2. Structure de fissuration dans le Plateau de Moldavie (vallée Tiganca)



nombreuses involutions (la dominante est donnée par celle de type amorphe) et elles peuvent être au moins en partie des "poches périglaciaires", preuves de la présence d'un pergélisol.

Les processus de morphogenèse périglaciaire qui peuvent nous offrir des points d'appui dans l'argumentation du pergélisol sont: la formation des glaciers rocheux, la cryoplanation et la cryopédimentation et l'érosion thermique, comme processus complexes dans l'acception donnée par DYLIK (1971).

Dans les Carpathes, le phénomène de glaciers rocheux a été décrit il y a de nombreuses années par E. DE MARTONNE (1926). Nous avons repris ce problème et nous avons fait quelques observations préliminaires dans deux massifs caractéristiques des Carpathes roumaines, les montagnes Rodna et Retezat (ICHIM, 1978 b). Notre opinion est que dans les montagnes de Rodna ces formations peuvent être identifiées jusque sous 1000 m d'altitude absolue. Plus haut que 1200—1400 m, leur évolution a atteint des formes du type glaciers rocheux de vallée (dans les montagnes Rodna, Făgăraș, Retezat, Godeanu, etc.).

Les formes de nivation sont aussi mentionnées par beaucoup de chercheurs; on en cite quelques cas à altitude plus basse, des formes du type des niches nivales comme par exemple dans la zone du Lapus à 720—760 m (POSEA, 1962), dans la dépression Huedin, à 820—860 m (BERINDEI, 1961) etc.

Le relief de cryoplanation est un fait caractéristique de la morphologie périglaciaire des Carpathes et a attiré l'attention de nombreux chercheurs (MARTINIUC, COTET, 1956; MICHALEVICH, 1961; NICULESCU, 1965; POSEA, 1962; ICHIM, 1972, 1976; SCHREIBER, 1974; MORARIU, 1976). Les altitudes auxquelles on trouve ce type de relief descendent jusqu'à environ 1000 m et quelquefois même en-dessous. Un phénomène caractéristique dans l'évolution des versants sur rochers plus durs est la cryopédimentation. Les zones les plus basses dans lesquelles on identifie le relief de cryopédimentation se trouvent dans la Dobroudja (sous 300 m d'altitude absolue). Depuis longtemps, MURGOCI (1904) a parlé des traînées d'éboulis de la Dobroudja qui étaient d'ailleurs l'effet de la cryopédimentation. Dans les Carpathes, les cryopédiments ne sont que rarement à la phase des cryopédiments de vallée. La cause, c'est la prédominance des mouvements tectoniques de relèvement qui ont déterminé un creusement rapide des vallées. Ces formes de relief ont une genèse qui implique

Fig. 2. Esquisse de la carte des unités périglaciaires de la Roumanie au Würm

*I. Domaine du pergélisol discontinu:*

A. Avec évolution influencée par les conditions climatiques continentales de l'est-nord-est: 1. pergélisol dégradé par l'évolution normale des conditions climatiques; 2. pergélisol dégradé par l'accumulation d'alluvions du Danube; 3. pergélisol dégradé par la transgression de la Mer Noire; 4. zone de cryoturbation dans les montagnes de Dobroudja (altitudes inférieures à 500 m)

B. Avec évolution influencée par les conditions climatiques de l'ouest-nord-ouest du continent (pergélisol dégradé par l'évolution normale des conditions climatiques): 1. avec des inversions thermiques fréquentes; 2. plus largement ouverte à l'influence de l'ouest

*II. Domaine du pergélisol montagneux:*

C.1. étage de cryoplanation; C.2. étage de solifluxion et d'érosion thermique; C.3. dépressions et plaines alluviales dans la région montagneuse qui peuvent être incluses dans le domaine du pergélisol discontinu

*III. Domaine de transition entre de pergélisol discontinu et le pergélisol montagneux*

a. glacier de montagne; b. fentes de gel; c. cryoturbations; d. rivage de la Mer Noire au niveau minimum du Würm; e. limite entre les principaux domaines du pergélisol

la participation de beaucoup de processus (gélifraction, nivation, éolisation, creep, solifluxion, etc.) et reflètent un climat très rigoureux sur tout le territoire de la Roumanie. Plus encore, en tenant compte du fait que les terrasses de cryoplanation se forment dans le voisinage de la limite des neiges pérennes, notre hypothèse se justifie.

Une autre catégorie de processus répandus largement, caractéristiques de la région des collines et des montagnes d'altitudes moyennes et basses, a été l'érosion thermique (dans l'acception de J. DYLIK, 1971).

Généralement, les processus de morphogenèse périglaciaire du Würm dans l'espace roumain ont été complexes et il est difficile de déterminer une division en zones plus détaillées. En nous basant sur les recherches faites jusqu'à présent, nous proposons un profil périglaciaire synthétique du relief de la Roumanie, dans lequel nous avons distingué d'abord un domaine qui se caractérise par la prédominance des processus périglaciaires de versant (fig. 1). Dans ce domaine, on peut distinguer un étage de désagréments intenses ou de cryoplanation, et un étage d'érosion thermique ou de solifluxion. La limite entre eux se maintient en moyenne à 1000 m d'altitude absolue, mais au nord des Carpathes orientales, elle descend jusqu'à 700—800 m. Un deuxième domaine a été caractérisé par la prédominance des processus de fissuration, de cryoturbation, d'éolisation, et il correspond aux zones de plaine. Sur la base des particularités déterminées par la domination des processus et l'influence d'autres facteurs (tectonique, transgression de la Mer Noire, etc.), nous avons distingué des sous-divisions dans ces domaines (fig. 1).

## CONCLUSIONS

D'après les faits que nous avons présentés, nous pensons que le territoire de la Roumanie était au Würm dans l'aire du pergélisol, mais que cette phase a été relativement courte et que ce territoire s'est trouvé dans une zone d'avances et de retraits alternatifs de la limite du pergélisol. Les conditions zonales du continent (et notamment le stade d'évolution auquel se trouvaient les fentes de gel, les interpénétrations de biocénose de toundra et steppe froide, les caractéristiques des dépôts, etc.) mettent en évidence un milieu périglaciaire avec des températures moyennes annuelles sous 0 °C. La difficulté est d'estimer la durée de cette période. Nous pensons que les prochaines recherches sur les phénomènes périglaciaires des régions situées à la limite inférieure du pergélisol éclaireront ces problèmes. Au stade actuel des recherches, nous proposons une esquisse de la carte des principales unités du pergélisol et quelques caractéristiques de la morphogenèse (fig. 2).

## Bibliographie

- BĂCĂOANU, V., 1968 — Cîmpia Moldovei. Studii geomorfologice. Bucarest.  
 BADEA, L., 1963 — Fenomène periglaciaire în Depresiunea Hurez. *Comunicări de Geografie (SSNG)*, 2.  
 BAN, A., DOBROTESCU, Z., 1972 — Fossil eolian forms in loess deposits on the Danube terrace in the West of the Oltenian Plain. *Rev. Roum., géol., géoph., géogr., ser. géogr.*, 18.

- BARBU, N., 1976 — Obcinele Bucovinei. Bucarest.
- BERINDEI, I., 1960 — Cîteva observații asupra unor fenomene periglaciare din partea de vest a Depresiunii Huedin. *Probl. geogr.*, 7.
- BONDAR, C., 1972 — Contribuții la studiul hidraulic al ieșirii la mare arin gurile Dunării. *Studii de hidrologie*, 33.
- BORTOLAMI, G. C., FONTES, J. C., MARKGRAF, V., SALIGE, J. F., 1974 — Land, sea and climate in the Northern Adriatic region during Late Pleistocene and Holocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 21.
- BROWN, R. J. E., KUPSCH, W. O., 1974 — Permafrost terminology. *Techn. Mem.*, 111; Associate Com. Geotechn. Res., Nat. Res. Council Canada, Ottawa.
- BULLA, A., 1941 — A Măramaros Kárpatok periglaciare jelmsgerd. *Földtomi Käfany*, 71.
- CIRCUMARU, M., PAUNESCU, A., 1975 — Cronostratigrafia și paleoclimatul Tardenozianului din Depresiunea Intorsura Buzăului. *SCIVA*, 26.
- CONEA, A., 1970 — Formațiuni cuaternare din Dobrogea. Bucarest.
- COTET, P., 1960 — Cîteva date noi asupra elementelor periglaciare din țara noastră. *An. Univ., Al. I. Cuza, Iași*, 6.
- COTET, P., 1966 — La répartition des cryostructures sur le territoire de la Roumanie. *Biuletyn Peryglacjalny*, 15.
- COTET, P., 19xx — Cîmpia Română. Bucarest.
- DEGENS, T. E., HECKY, R. S., 1974 — Paleoclimatic reconstruction of Late Pleistocene and Holocene based on biogenic sediments from Black Sea and Tropical African Lakes. Paris.
- DONISA, I., 1968 — Geomorfologia văii Bistriței. Bucarest.
- DYLIK, J., 1962 — Présentation des cartes mondiales du périglaciaire. *Biuletyn Peryglacjalny*, 11.
- DYLIK, J., 1971 — L'érosion thermique actuelle et ses traces figées dans le paysage de la Pologne Centrale. *Bull. Acad. Pol. Sci.*, 19.
- HUNT, M. J., DEGENS, E. T., 1970 — Composition and structure of organic matters. *Proc. Symp. Hydrochem. Biochem.*, 2; Washington.
- ICHIM, I., 1972 — Cu privire la unele fenomene periglaciare din Carpații Orientali. Bucarest.
- ICHIM, I., 1975 — Prezența penelor de gheață fosile din Podisul Moldovenesc și semnificația lor morfoclimatică. *Stud. cerc. geol. geofiz. geogr., ser. geogr.*, 22.
- ICHIM, I., 1976 — Aspects de la cryoplanation et de la cryopédimentation des Carpathes Orientales roumaines. *Rev. Roum. géol., géoph., géogr., ser. géogr.*, 20.
- ICHIM, I., 1978a — Rolul fenomenelor periglaciare în morfogeneza Munților Giurgeu. *Stud. cerc. geol. geofiz. geogr., ser. geogr.*, 25.
- ICHIM, I., 1978b — Preliminary observations on the rock glaciers phenomenon in the Rumanian Carpathians. *Rév. Roum., géol., géoph., géogr., sér. géogr.*, 22.
- IULENICZ, M., 1971 — Contribuții la studiul elementelor periglaciare din Munții bazinului superior ai Bazăului. *Ann. Univ. București*, 20.
- ILIESCU, V., GHENEA, C., 1964 — Observații geologice, palinologice asupra unor depozite loessoide din Cîmpia Olteniei. *D.S.C. Geol.*, 41.
- KAISER, K., 1960 — Klimazeugen des periglazialen Dauerfrostboden in Mittel- und West Europa. *Eiszeitalter i. Gegenwart*, 11.
- KREBS, S. J., BARRY, G. B., 1970 — The Arctic front and tundra-taiga boundary in Eurasia. *Geogr. Rev.*, 60.
- LAMB, H. H., 1977 — The Late Quaternary history of the climate of British Isles. *British Quaternary Studies, Recent advaces*, Oxford.
- LETTOLE, R., GRAZZINI-VERGNAUD, C., 1974 — Essai sur l'évolution générale de la Méditerranée, pendant des époques glaciaires. Paris.
- MAARLEVELD, G. C., 1976 — Periglacial phenomena and the mean annual temperature during the Last Glacial time in the Netherland. *Biuletyn Peryglacjalny*, 26.
- MARTINIUC, C., COTET, P., 1956 — Cîteva observații asupra Munților Ciucas-Zăganu și împrejurmi. *Probl. geogr.*, 2.
- MARTONNE, E. DE, 1926 — Géographie physique. Le relief du sol. T. II, Paris.

- MCINTYRE, A., 1977 — Winter and summer reconstructions of the ocean surface, 18,000 years ago, by CLIMAP. *Abstracts, X<sup>th</sup> INQUA Congress*, Birmingham.
- MICALEVICH-VELCEA, V., 1961 — Masivul Bucegi. *Studiu geomorfologic*. Bucarest.
- MIHAILESCU, V., MORARIU, T., 1957 — Considerații generale asupra periglaciariului și stadiul actual al cercetărilor în România. *Acad. R.P.R., Fil. Cluj, St. cerc. geol.-geogr.*, 8.
- MIHAILESCU, V., DRAGOMIRESCU, S., 1959 — Franjuri periglaciari în faleză Mării Negre. *Com. Acad. R.P.R.*, 9.
- MORARIU, T., 1959 — Le stade actuel des recherches sur les phénomènes périglaciaires en Roumanie. *Rév. Roum., géol., géoph., géogr., sér. géogr.*, 3.
- MORARIU, T., 1976 — Der periglaziale Formensatz der Ostkarpaten. *Geografski Glasnik, Gdania, Broj*, 38.
- MORARIU, T., SAVU, A., 1966 — Quelques problèmes du périglaciaire en Roumanie. *Biuletyn Peryglacjalny*, 15.
- MURGOCI, G., 1904 — Studiu de geografie fizică în Dobrogea de nord. *Bull. Soc. Géogr. Rom.*, 33 (1912).
- NICULAESCU-PROPSOR, C. S., 1958 — Les phénomènes périglaciaires et la géochronologie du Paléolithique supérieur des terrasses en Roumanie. *Dacia*, 2.
- NICULESCU, G., 1965 — Munții Godeanu. *Studiu geomorfologic*. Bucarest.
- PÉWÉ, T. L., 1966 — Palaeoclimatic significance of fossil ice wedges. *Biuletyn Peryglacjalny*, 15.
- PISSART, A., 1970 — Les phénomènes physiques essentiels liés au gel, les structures périglaciaires qu'en résultent et leur signification climatique. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, 93.
- POSEA, G., 1962 — Tara Lăpușului. *Studiu geomorfologic*. Bucarest.
- POSEA, G., POPESCU, N., Ielenicz, M., 1974 — Relieful României. Bucarest.
- PROTOPOESCU-PAKE, E., CRACIUN, F., POPESCU, D., 1966 — Loessuri și pământuri loessoide în R.S.R. *Hidrotehnica, Meteorologia și Gospodărirea Apelor*, 11.
- ROSIGNAL-STRICK, M., 1974 — Palinologie des dépôts sapropèles méditerranéennes du Villafranchien à l'Holocène. Paris.
- SCHREIBER, W., 1974 — Das periglazial Relief des Harghita Gebirges. *Rév. Roum., géol., géoph., géogr., sér. géogr.*, 18.
- SIRCU, I., 1978 — Munții Rodnei. Bucarest.
- SUZUKI, H., 1971 — Climatic zones of the Würm glacial age. *Bull. Dept. Geogr., Univ. Tokio*, 3.
- TRICART, J., 1973 — Quelques observations relatives aux limites de l'action du froid au Quaternaire supérieur en Yougoslavie et en Roumanie. *Bull. Assoc. franç. étud. Quaternaire*. Paris.
- VANGENGEJM, E. A., 1975 — Sur la faune périglaciaire du Pléistocène. *Biuletyn Peryglacjalny*, 24.
- VIJMSTRA, T. A., 1969 — Palynology of the first 30 metres of a 120 m deep section in Northern Greece. *Acta Bot. Nierl.*, 18.
- WASHBURN, L. A., SMITH, D. D., GODDARD, R. H., 1963 — Frost cracking in a middle latitude climate. *Biuletyn Peryglacjalny*, 12.