LE KARST DE PIATRA CRAIULUI (I)
PARTICULARITÉS DES COMPOSANTS GÉOSYSTÉMIQUES

TRAIAN CONSTANTINESCU

On présente les particularités des composants géosystémiques (géologie, morphologie générale, climat, eau). En fonction de leur *apport* dans la matérialisation des traits spécifiques du karst de Piatra Craiului, les composants ont été hiérarchisés en 3 catégories: apport *déterminant,* apport *substantiel,* apport *réduit.*

Situé dans les Carpates Méridionales, le Massif Piatra Craiului se remarque comme une individualité géomorphologique spectaculaire: *une crête calcaire ayant la direction générale NNE-SSO, longue d'environ 20 km et des altitudes de plus 2.000 m qui dominent de 500–1.000 m les régions limitrophes* (Fig 1).

Dans la littérature karstologique roumaine, le karst de Piatra Craiului a été défini comme *«karst de crête»* (Bleahu et Rusu, 1965), *«karst de crête proéminente»* (Bleahu, 1982), *«barre calcaire unitaire»* (Goran, 1983), *«karst de crête haute, proéminente et unitaire»* (Constantinescu, 1992). Tous les auteurs ont mentionné Piatra Craiului comme *unité représentative* pour le type (sous-type) respectif de karst, fait qui démontre son originalité.

Le karst représente la résultante de l'interaction des tous les composants géosystémiques (géologie, morphologie générale, climat, eau). On connaît que leur apport dans la genèse et l'évolution du karst est différent. Selon nous, 3 catégories de composants peuvent être différenciées:

– apport **déterminant,** c'est-à-dire les composants qui ont déterminé les traits spécifiques du karst de Piatra Craiului: ***la géologie*** et ***la morphologie générale;***

– apport **substantiel** dans la genèse et l'évolution du karst: ***l'eau*** et ***le climat;***

– apport **réduit,** aussi dans la genèse que dans l'évolution du karst: ***la végétation, le sol*** et ***la faune.***

Avant de présenter le sujet, nous considérons nécessaire de préciser que dans le processus de karstification **le rôle** de composants est, aussi, différent. On peut distinguer:

– composants **indispensables,** sans lesquels la karstification ne peut pas se manifester: ***la géologie*** et ***l'eau;***

Trav. Inst. Spéol. «Émile Racovitza», t. XXXV, p. 201–220, Bucarest, 1996

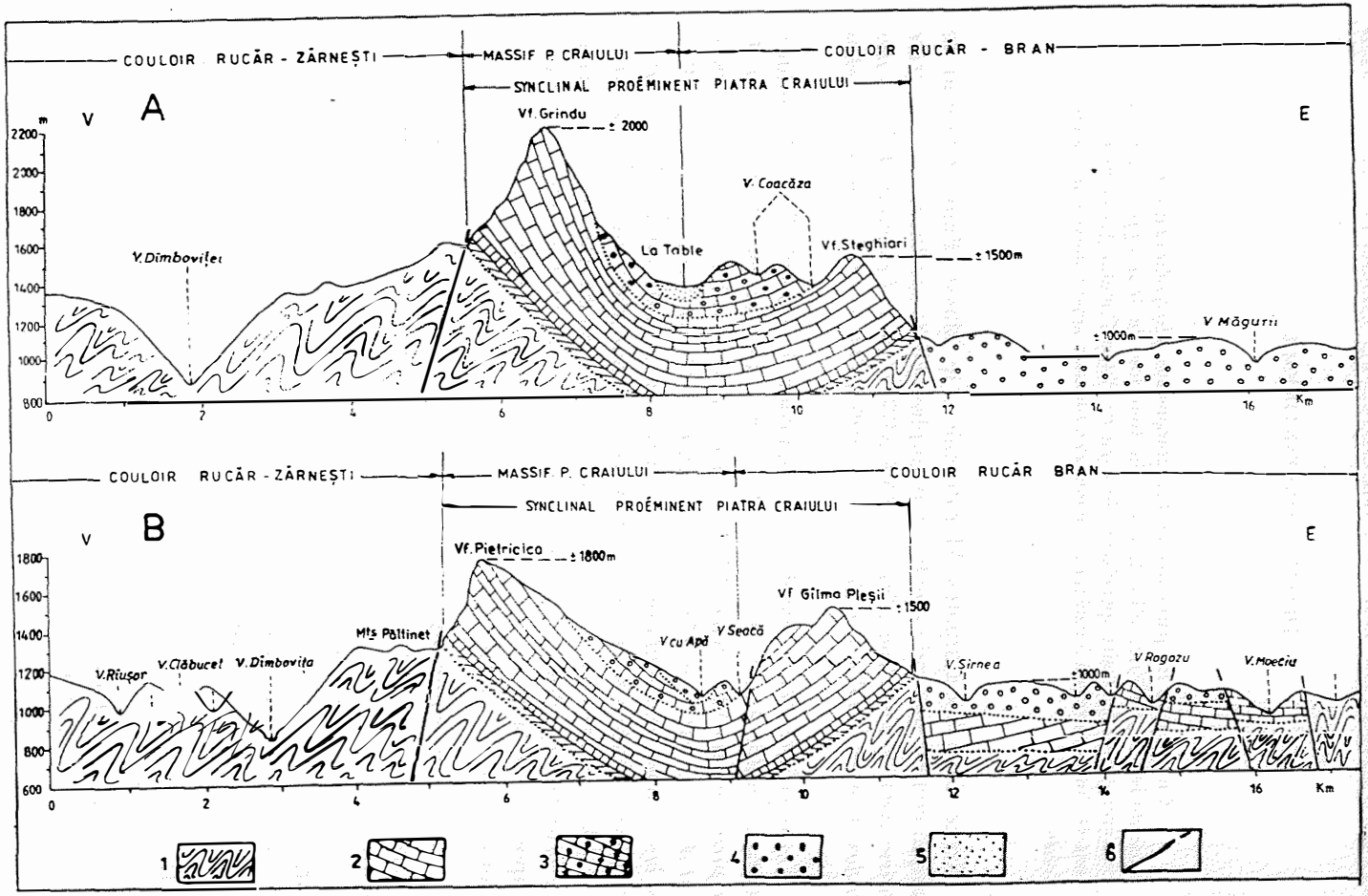


Fig. 1. – **Le synclinal et le massif Piatra Craiului** (Profils morphologiques). A: le compartiment nord; B: le compartiment sud; 1. Schistes cristallins; 2. Calcaires tithoniques; 3. Conglomérats (Aptien sup.); 4. Conglomérats (Cénomanien); 5. Grès (Vraco-Cénomanien); 6. Failles.

– composants ***permanents;*** théoriquement leur présence n'est pas obligatoire, mais en réalité l'existence des composants indispensables suppose automatiquement la présence de ceux-ci: ***la morphologie générale*** et ***le climat;***

– composants ***facultatifs,*** qui peuvent être absents: ***la végétation, le sol*** et ***la faune.***

1. GÉOLOGIE – MORPHOLOGIE GÉNÉRALE

Normalement, nous commençons la présentation avec des composants de la première catégorie, qui ont déterminé les traits spécifiques du karst: ***la géologie*** et ***la morphologie générale.***

1.1. GÉOLOGIE

Le composant géologique (surtout la lithologie, la structure et la tectonique) se remarque d'une manière catégorique, représentent le support et le générateur de la majorité des particularités du karst.

1.1.1. *Lithologie – stratigraphie*

Sur *le fondement* (schistes cristallins) repose *la couverture mésozoïque*, composée, en essence, des calcaires et des conglomérats (Oncescu, 1943). Les autres dépôts (Dogger, Barrémien, Hauterivien) occupent des surfaces restreintes, ayant un rôle insignifiant pour le karst.

Les calcaires (Kimméridgien-Tithonique) affleurent sur 22,9 km^2 (39,5% de la surface totale); 20,8 km^2 représentent *le flanc ouest* du synclinal Piatra Craiului, une surface calcaire continue, large de 1,0–1,8 km. C'est la crête du massif et la zone des altitudes maxima (Fig. 1).

Les conglomérats (Aptien sup.) sont mis au jour sur une surface de 21,5 km^2 (37,1% de l'aire totale), occupent environ 2/3 du versant est (Fig. 2). Ils sont composés d'éléments calcaires et cristallins bien cimentés dans une matrice grès-calcaire, ayant un comportement général proche de celui des calcaires.

Les conglomérats et **les grès** (Vraco-Cénomanien) reposent sur les dépôts aptiens, se trouvant aux altitudes sous 1.500 m; ils occupent 19,8% et sont constitués d'éléments cristallins avec une matrice grès-argileuse, ayant un comportement général proche de celui des roches imperméables.

En conclusion nous retenons que les calcaires et les conglomérats aptiens, les roches plus ou moins karstifiables, occupent plus de 75% de la surface du massif. Ces dépôts représentent le *flanc ouest* du synclinal Piatra Craiului.

1.1.2. *Genèse et évolution du synclinal Piatra Craiului. Phases principales*

– La sédimentation des calcaires kimmeridgien-tithoniques est la phase plus importante. Les calcaires présentent et aujourd'hui une épaisseur considérable: 250–300 m au S et 750–800 m au N (Popescu, 1967). L'épaisseur mentionnée précise que jusqu'à cette date, l'espece de l'actuel synclinal était plus bas dans la partie nordique.

– La phase kimmérique nouvelle (Jurassique sup.), quand ont eu des mouvements verticaux, qui ont produit des inversions morphotectoniques importantes entre le N et le S.

– La sédimentation des conglomérats aptiens. Le caractère transgressif et la répartition actuelle confirment que ces conglomérats ont recouvert initialement les calcaires en totalité, mais ultérieurement ils ont été érodés dans la partie supérieure. Un argument concluant en ce sens est la présence des conglomérats jusqu'à 2.200 m d'altitude (Şaua Grindu – Fig. 2).

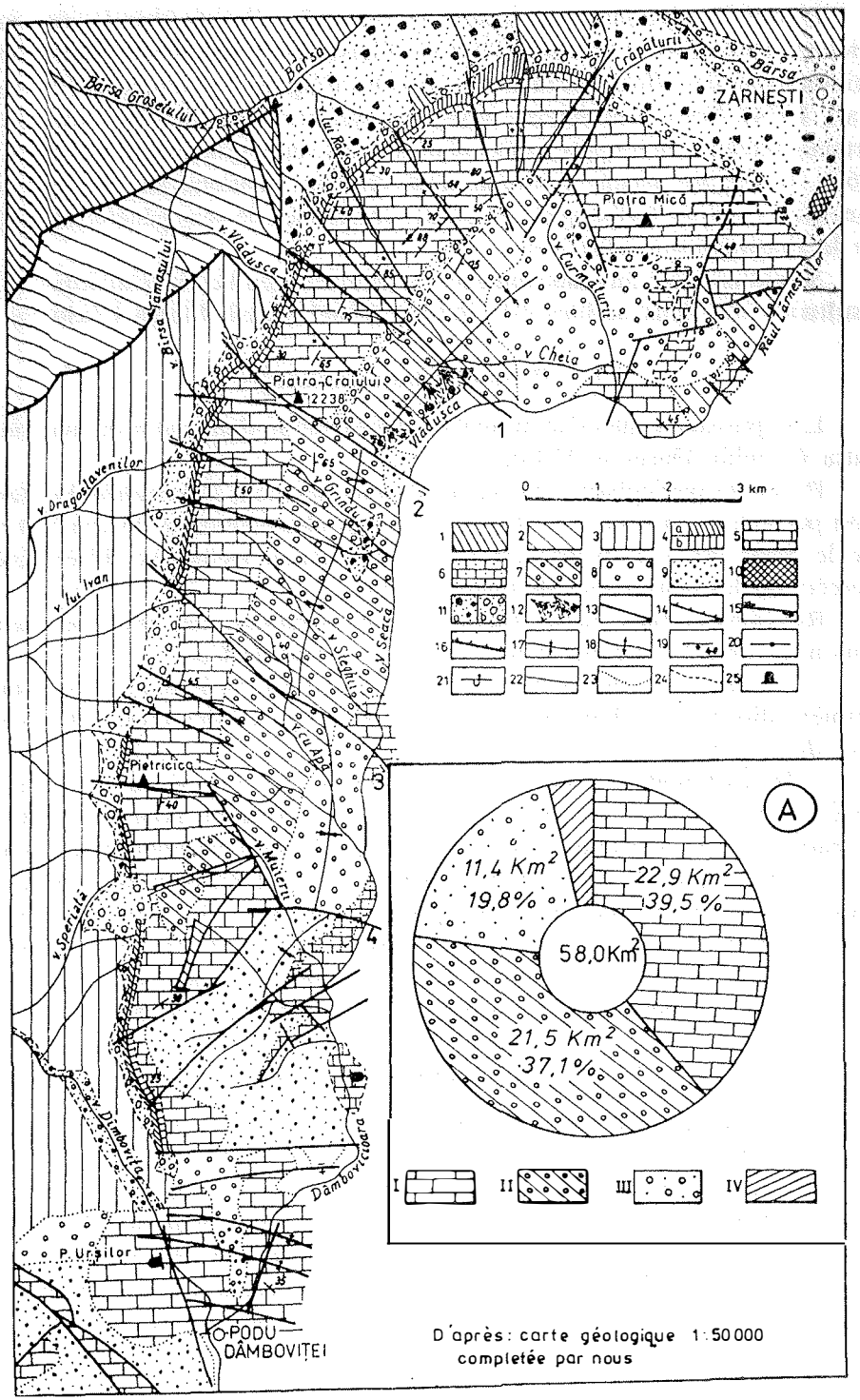
– La genèse du synclinal-le diastrophisme autrichien. C'est la première action du plissement des calcaires et des conglomérats aptiens, qui représente *le début de la genèse du synclinal.* Tous les géologues qui ont étudié la région soutiennent que le plissement est l'effet du diastrophisme autrichien. Nous avons signalé quelques arguments significatifs dans ce sens (Constantinescu, 1994).

Après ce «moment-cle», le synclinal a continué son évolution, en se perfectant comme unité géologique avec une série des caractéristique tectoniques. Par la notion «perfecter» nous désignons tout l'ensemble de processus et d'actions déroulées après le diastrophisme autrichien: *sédimentation, tectonique, dénudation.*

En ce qui concerne *la sédimentation* nous mentionnons *la transgression vraco-cénomanienne,* pendant laquelle ont été déposés les conglomérats et les grès.

Fig. 2. – **Carte géologique.** 1. Schistes cristallins (Série de Cumpăna); 2. Schistes cristallins (Série de Leaota); 3. Schistes cristallins (Série de Căluşu); 4a. Calcaires grèseux (Dogger); 4b. Calcaires rouges (Dogger); 5. Calcaires kimméridgien-tithoniques; 6. Calcaires barrémien-hautériviens; 7. Conglomérats (Aptien sup.); 8. Conglomérats (Vraco-Cénomanien); 9. Grès (Vraco-Cénomanien); 10. Grès (Eocène); 11a. Dépôts déluvio-proluviaux calcaires fixés; 11b. Dépôts déluvio-proluviaux mobiles; 12. Cône de déjection; 13. Faille: 14. Faille inversée; 15. Faille de décrochement; 16. Faille de charriage; 17. Axe du synclinal; 18. Axe d'anticlinal; 19. Direction et valeur d'angle d'inclinaison; 20. Couches verticales; 21. Couches renversées; 22. Limite lithologique; 23. Limite de transgression; 24. Limite de dépôts déluvio-proluviaux; 25. Grotte.

A: 1. Calcaires; 2. Conglomérats (Aptien sup.); 3. Conglomérats et grès (Vraco-Cénomanien); 4. Autres roches. →


ZĂRNEȘTI
Piatra Mică
Piatra Craiului
2238
Pietricica
P. Urșilor
OPODU DÂMBOVIȚEI
Bârsa
Bârsa Grașatului
Bârsa Tămașului
Valea Crăpăturii
Valea Cheia
Valea Vladușca
Valea Grindului
Valea Stecii
Valea Stelnicului
Valea Morii
Valea Dâmbovicioara
Valea Dâmboviței
Valea Dragoslavenilor
Valea lui Ivan
Valea Spetrului
Valea Turnăturii
Raul Zărnești
0 1 2 3 km
A
11,4 Km²
19,8%
22,9 Km²
39,5 %
58,0Km²
21,5 Km²
37,1%
I II III IV
D'après: carte géologique 1:50000
completée par nous

Parmi les actions *tectoniques* on remarque *l'orogenèse laramienne* (Crétacé supérieur) et *valaque* (Pliocène-Pléistocène), reconnues comme des actions ayant des effets considérables dans les Carpates Méridionales (Posea et al., 1974). Nous mentionnons, aussi, *la phase styrique* (Miocène), qui selon certains auteurs a eu les plus spectaculaires effets sur le synclinal (Partulius, 1969). Il n'existe aucune certitude, mais on peut, pourtant, affirmer que les principales actions tectoniques ont gardé, en essence, le sens général imprimé par le diastrophisme autrichien.

Simultanément aux mouvements tectoniques a eu lieu la *dénudation.* **La résultante des deux actions est, aussi, l'actuel Massif Piatra Craiului.**

1.1.3. *Particularités structurales*

L'impressionnante crête du massif représente *le flanc ouest* du synclinal Piatra Craiului (Oncescu, 1943).

Parmi les particularités du synclinal nous signalons ***l'asymétrie.*** Le flanc ouest présente aujourd'hui des altitudes absolues plus élevées, d'environ 500 m, que le flanc est. L'asymétrie est l'effet de l'action tectonique différenciée exercée sur les deux flancs de phase initiale.

Revenant au flanc ouest (Massif de Piatra Craiului) nous précisons deux traits avec un rôle essentiel dans le développement du karst:

– le caractère de ***monoclin*** à la direction générale O–E, qui a imposé une première direction de drainage des eaux souterraines (O–E), c'est-à-dire vers l'axe du synclinal:

– ***la stratification excessive des calcaires,*** qui associée avec d'autres aspects tectoniques, a représenté une prémisse très favorable pour l'infiltration des eaux dans des calcaires, quoique la morphologie d'ensemble (crête avec des versants de plus de 25°) soit clairement propice à l'écoulement de surface, celui-ci ayant en réalité un pourcentage négligeable. Le développement considérable du relief structural, du relief résiduel *(pour les Carpates roumaines, c'est le massif avec la plus grande densité de relief résiduel)* et des formes exokarstiques spécifiques (lapiés de stratification) sont des effets de la stratification.

1.1.4. *Caractéristiques tectoniques*

Deux aspects spécifiques se remarquent par leur rôle dans la genèse et l'évolution du karst: *la tectonique différenciée du massif* et *les failles.*

– La tectonique différenciée du massif. L'essence du processus se résume au fait que la partie nord a été affectée plus fortement que la partie sud (Fig. 3 B).

La tectonique prononcée de la couverture mesozoïque dans la partie nord se reflête par l'angle d'inclinaison des couches calcaires, qui augmente graduellement vers la nord. Au S les couches s'inclinent en direction O-E sous un angle de 30–40°, mais au N elles sont verticales (Fig. 3 A). Cette

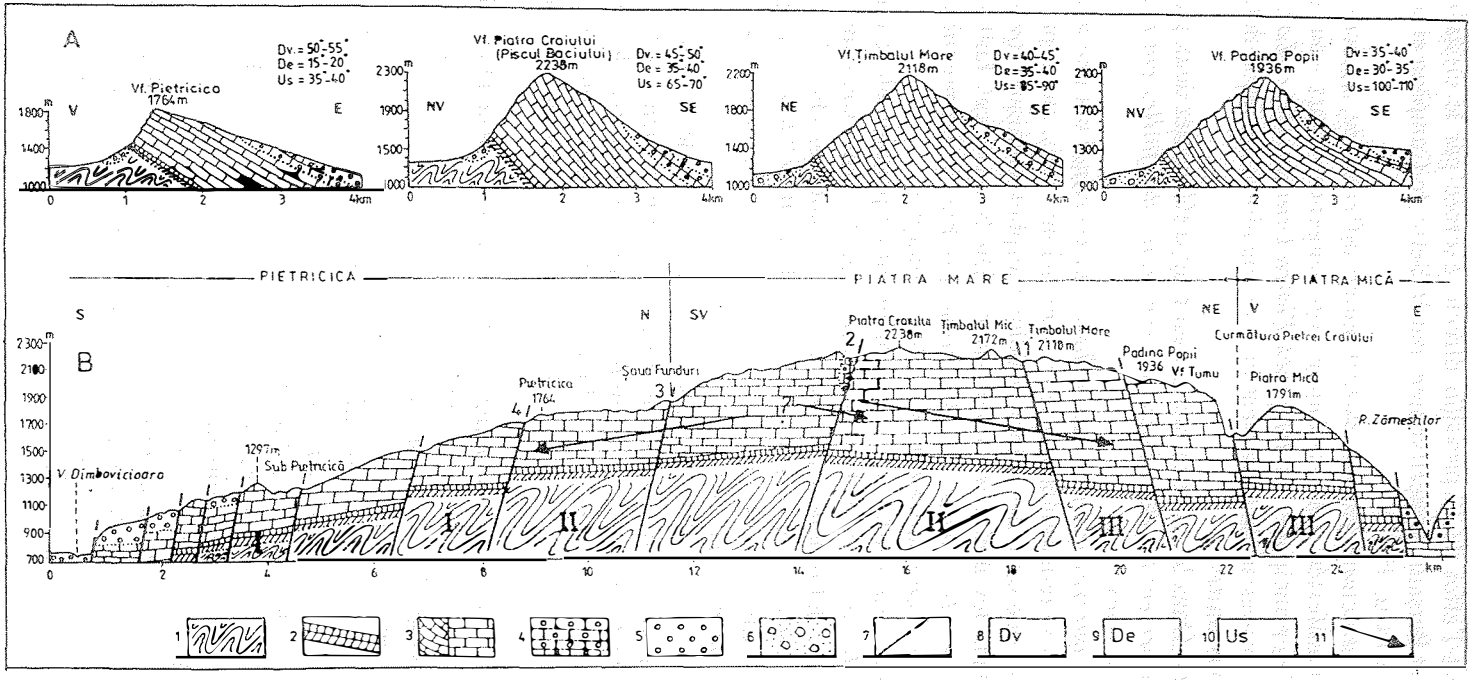


Fig. 3. – **Profils transversaux (A); Profil longitudinal généralisé (B).** 1. Schistes cristallins; 2. Grès et calcaires rouges (Dogger); 3. Calcaires kimmeridgien-tithoniques; 4. Conglomérats (Aptien sup.); 5. Conglomérats (Vraco-Cénomanien); 6. Dépôts proluvio-déluviaux calcaires; 7. Failles; 8. Déclivité du versant ouest; 9. Déclivité du versant est; 10. Angle d'inclinaison des couches; 11. Direction du drainage souterain; **I. II. III.:** Compartiments morphotectoniques. **Failles:** ***Căline (1), Grindu (2), Funduri (3), Gâlgoaie (4).***

caractéristique est l'effet de la pression directe exercée par le cristallin des massifs Făgăraş et Perşani, respectivement par la Série de Cumpăna et la Série de Leaota (Oncescu, 1943).

Sur le fond structural précisé, la tectonique différenciée, associée avec la dénudation manifestée simultanément, ont engendré deux sous-unités morphostructurales principales: ***Le Hogback Piatra Craiului*** (N) et ***La Cuesta Pietricica*** (S). Le processus de karstification s'est manifesté de façon différente dans les deux sous-unités.

– Les failles. Dans le cadre du massif on peut différencier deux groupes: *des failles qui traversent les deux flancs du synclinal; des failles qui affectent seulement le flanc ouest.*

– *Les failles qui traversent les deux flancs du synclinal* ont une direction générale O-E; elles se remarquent par leurs dimensions, mais, aussi, par le fait qu'elles délimitent une série des compartiments morphotectoniques, qui ont un rôle important dans les drainages souterraines. Du N au S ces failles sont: *Călineț (1), Grindu (2), Funduri (3), Gâlgoaie (4)* Fig. 2. La première et la dernière délimitent 3 compartiments morphotectoniques.

-- *Le compartiment central* avec le fondement en position élevé est situé entre la faille *Gâlgoaie* au S et la faille *Călineț* au N. Dans son cadre il y a encore 3 failles qui délimitent 4 compartiments secondaires (Fig. 3 B).

– *Le compartiment sud* se trouve au S de la faille *Gâlgoaie* ayant une position plus basse que le compartiment central. La faille représente, en même temps, la limite sud du synclinal.

– *Le compartiment nord* occupe la surface située au N de la faille *Călineț;* il se trouve, aussi, en position plus basse que le compartiment central.

La position tectonique des trois compartiments, associée avec le caractère monoclinal, a déterminé les principales directions de drainage souterrain. Après un court trajet en direction O-E vers l'axe du synclinal, les eaux se dirigent au N et au S.

– Les failles qui affectent seulement le flanc ouest présentent une dénsité grande; le nombre moyen este de 6–7/km^2, mais il y a, aussi, des nombreuses diaclases. Leur association avec la stratification excessive des calcaires se reflète par trois traits spécifiques:

– les vallées sont axées sur des failles, ce qui fait que le *versant nord-ouest* se remarque comme *le plus fragmenté versant calcaire des Carpates roumaines;* la dénsité moyenne dépasse 7 km/km^2 (Constantinescu, 1994);

– la délimitation des systèmes karstiques dans le cadre des deux bassins hydrokarstiques (nous considérons que la notion «bassin hydrokarstique» est plus opportune que celle de «bassin-versant»).

– le «couple» tectono-structural favorise l'infiltration rapide des eaux dans des calcaires et, en conséquence, l'écoulement superficiel est insignifiant.

En conclusion, on peut affirmer que la géologie se remarque comme le composant coordonateur dans la genèse et l'évolution du karst de Piatra Craiului.

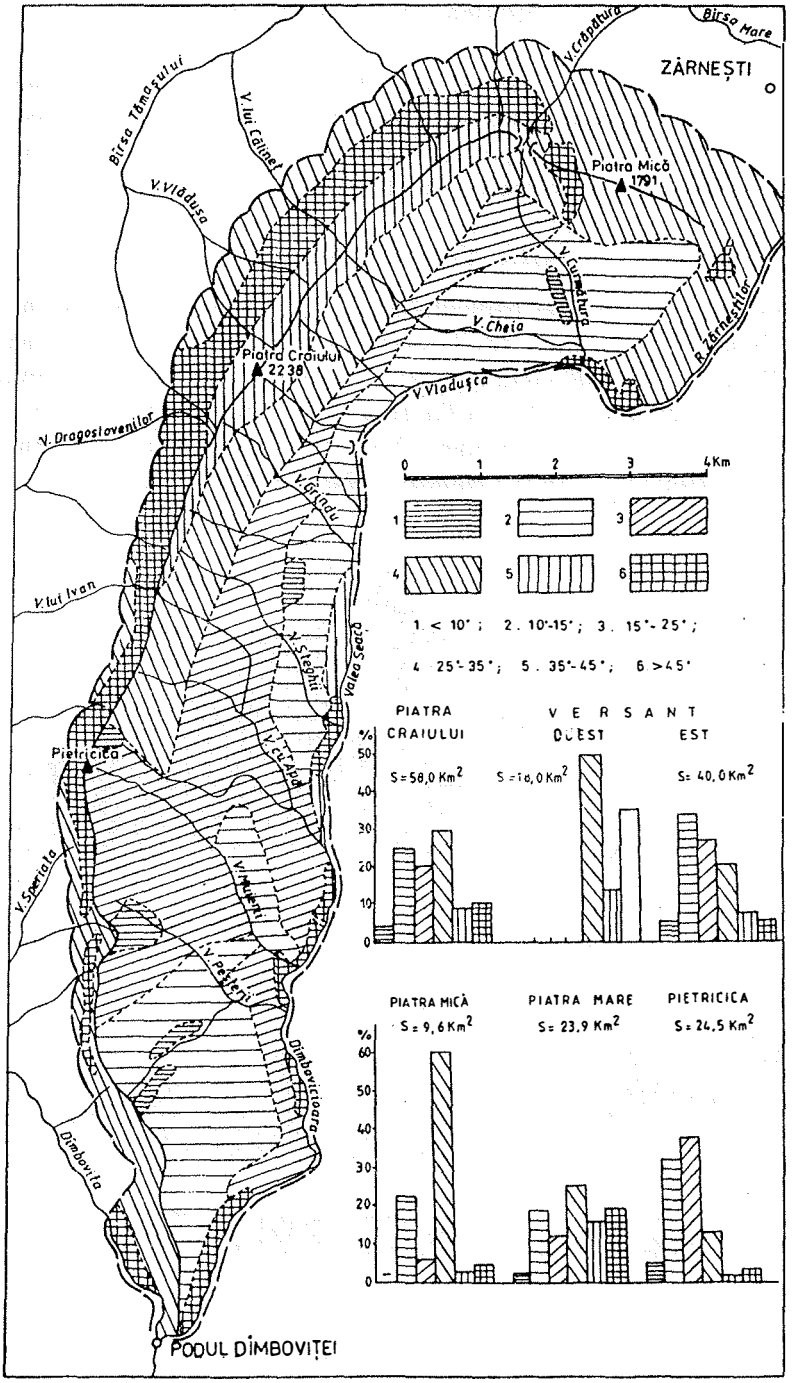


Fig. 4. – **Carte générale des pentes.**

1.2. MORPHOLOGIE GÉNÉRALE

La morphologie de ***crête*** se détache comme le trait morphologique essentiel et se matérialise par 2 versants (Est et Ouest) ayant des pentes de plus 25° (Fig. 1). La crête présente une série des particularités avec des implications directes ou indirectes sur le karst.

1.2.1. *Crête asymétrique*

L'asymétrie est une des particularités qui s'accentue graduellement vers le S. Si au N la différence entre les 2 versants est seulement de 5--10°, au S elle dépasse 20°. La forme de crête typique se maintient seulement 15 km (*Piatra Mare,* partiellement *Piatra Mică* et *Pietricica*). Les différences entre les secteurs nord et sud sont catégoriques, engendrant 2 sous-unités morphostructurales majeures: ***Le Hogback Piatra Craiului*** et ***La Cuesta Pietricica*** (Fig. 5).

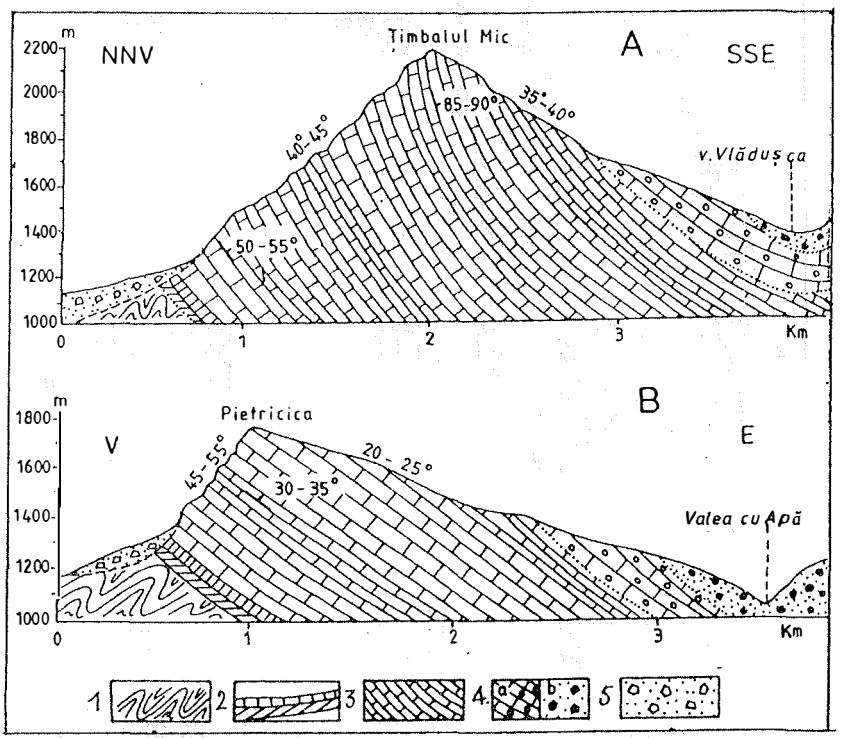


Fig. 5. – **Profils transversaux.** A: Le Hogback Piatra Craiului; B: La Cuesta Pietricica. 1. Schistes cristallins; 2. Calcaires gréseux et calcaires rouges (Dogger); 3. Calcaires kimmeridgien-tithoniques; 4 a. Conglomérats (Aptien sup.); 4 b. Conglomérats (Vraco-Cénomanien); 5. Éboulis calcaires.

Surtout la morphologie exokarstique de ces 2 sous-unités est différente. Dans Le Hogback Piatra Craiului manquent les formes exokarstique typiques (dolines, ouvalas, etc.), celui-ci présentant les autres formes spécifiques du massif.

1.2.2. *Crête proéminente et unitaire*

Le massif s'impose comme un immense témoin d'érosion, situé entre des couloirs dépressionnaires (Fig. 1 et Photo 1). Au point de vue géomorphologique, la crête représente un *flanc de synclinal proéminent.* Ce fait trahit l'essence du processus évolutif (Velcea, 1960).

Sur le fond structural mentionné, en sa qualité de *crête proéminente,* elle a influencé aussi l'évolution du karst. *Les eaux souterraines qui circulent dans l'espace du massif sont en totalité le résultat des précipitations qui tombent seulement en Piatra Craiului* (**karst autigène,** Bleahu, 1982). Les infiltrations des vallées Râul Zărneştilor, Dâmbovicioara, Dâmboviţa affectent un espace très réduit du massif. Il faut souligner que le débit des rivières Dâmbovicioara et Râul Zărneştilor est assuré en proportion de 95% par des ruisseaux qui ont les sources, aussi, dans le massif de Piatra Craiului. Les infiltrations de la Dâmboviţa (qui s'alimente aussi par d'autres unités limitrophes) sont effectivement négligeables. Cette caractéristique facilite la délimitation des bassins hydrokarstiques.

Le caractère accentué de *crête proéminente,* associé avec la déclivité prononcé, provoque des ***avalanches,*** l'un des processus actuels caractéristiques du massif.

L'action des avalanches sur les versants ouest et nord détermine le déplacement d'une quantité de neige jusqu'à la base des versants, en dehors du massif. Nous n'avons pas eu la possibilité d'évaluer exactement la quantité de neige transportée, mais nos observations et calculs effectués pendant une période de 15 ans, nous permettent d'affirmer qu'au moins 25% de la neige des versants est transportée en dehors, sans avoir la possibilité de revenir dans l'espace du massif.

Les avalanches, surtout celles du versant nord-ouest, sont impliquées, aussi, dans l'évolution des *lapiés de stratification,* qui sont des formes exokarstiques spécifiques, avec un large développement. Par l'action physico-mécanique des avalanches, les crêtes situées entre lapiés sont détruites et «transformées» en éboulis calcaires et les lapiés de stratification en *des megalapiés (petites vallées très inclinées),* dénommées dans la région *«hornuri».*

Le même caractère de *crête proéminente* a détermine la délimitation des bassins hydrographiques secondaires (est et ouest) dans le cadre de ceux principaux.

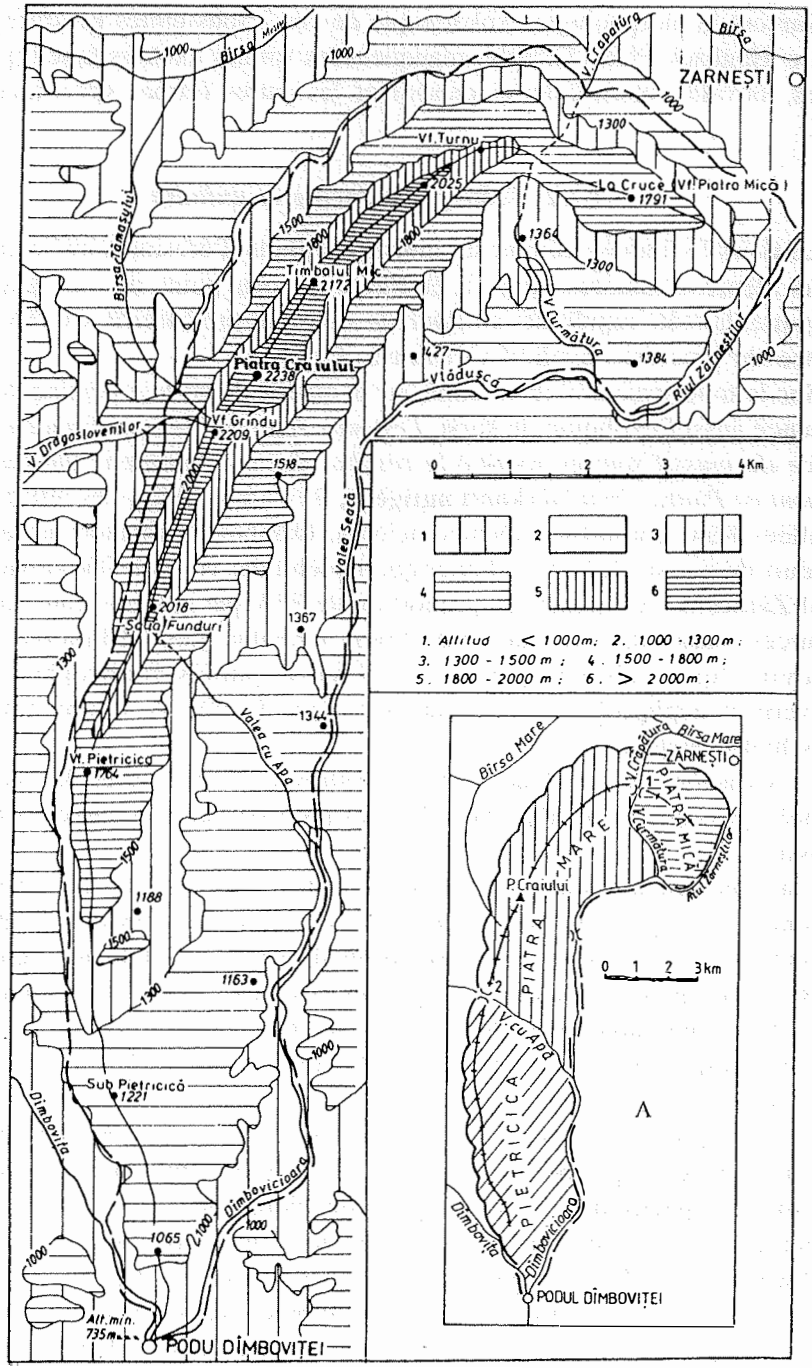


Fig. 6. – **Carte hypsométrique.** A: Sous-unités morphographiques.

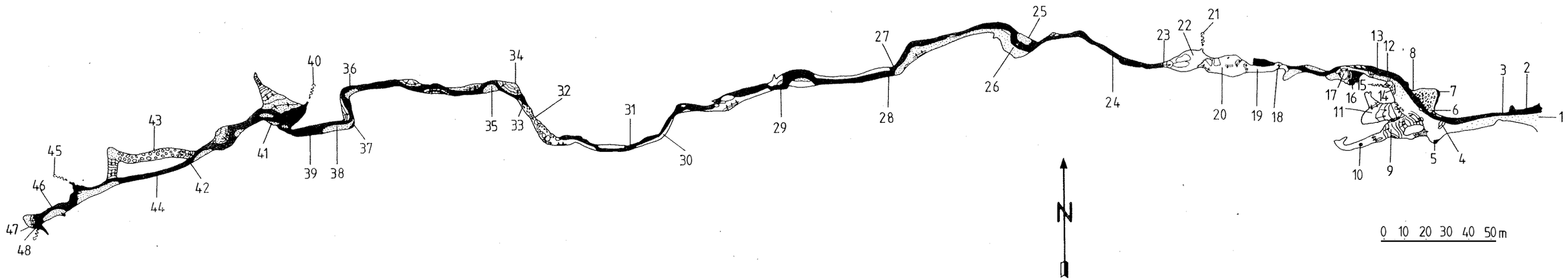


Fig. 1.– La grotte «Peştera de la Vadu-Crişului», le plan (d'après PLEŞA, 1969):

1. L'entrée,
2. L'échelle limnimétrique,
3. La porte de fer,
4. Le «Cercueil de pierre»
5. Mare sur le sol argileux,
6. Plage de gravier,
7. Lac,
8. Plage de gravier,
9. Galerie latérale I,
10. Colonne,
11. Galerie latérale II,
12. «La Fleur de Lotus»,
13. «La Barbe de Mahomet»,
14. «L'Aigle Blanc»,
15. Source temporaire,
16. Lac,
17. «Le Globe terrestre»,
18. La montée vers l'étage,
19. «Le Corridor à carrènes»,
20. «L'Eden»,
21. La source «Izvorul Dragostei»,
22. «Salle du Balcon»,
23. La descente vers le «Iad»,
24. Le «Iad»,
25. Plage de gravier,
26. La Grande Salle,
27. Le «Passage à travers les Trois Rails»,
28. «Les Carènes»,
29. Plage de gravier,
30. «Le Corridor des Baldaquins»,
31. «Le Passage à travers le Rail»,
32. Le Passage étroit,
33. «Le Refuge des Carabides»,
34. Banc d'argile sur des cailloux,
35. Plage de gravier,
36. Plage de gravier,
37. Mare sur argile,
38. La plage du premier lac-siphon,
39. Le premier lac-siphon,
40. Source,
41. Plage de gravier,
42. «La Torpille Géante»,
43. «Le Corridor des Blocs Effondrés»,
44. «Le Tunnel à l'Eau»,
45. Source
46. Spéléothèmes,
47. Plage de gravier,
48. Le 2^{e} siphon.

Enfin, la crête de Piatra Craiului, longue de plus 20 km, se présente parfaitement ***unitaire;*** aucune vallée n'a pas réussi sa traversée. Normalement, cette caractéristique n'a pas favorisé la karstification. Nous mentionnons qu'en Roumanie ont été différenciés, aussi, les types de karst: *plateau karstique suspendu* ***unitaire,*** *plateau karstique suspendu* ***traversé,*** *barre calcaire* ***unitaire,*** *barre calcaire* ***fragmentée*** (Goran, 1983).

1.2.3. *Crête haute*

Piatra Craiului se remarque comme *la plus haute crête calcaire de Roumanie* (altitude maxima 2.238 m – Vf. Piscul Baciului ou Vf. Piatra Craiului). Les principales dates sont synthétisées dans la Carte Hypsométrique (Fig. 6) et le Tableau 1. Nous signalons seulement que les surfaces avec des altitudes de plus de 1.000 m (affectées par des processus périglaciaires) occupent 93% de la surface du massif; celles de plus de 1.500 m (soumises à l'action combinée gélifraction-dissolution) occupent 1/3, dont 63% (14,5 km^2) représentent des calcaires.

L'analyse géosystémique précise qui l'altitude s'impose comme un élément essentiel du système morphogénetique général, qui normalement inclut, aussi, la karstification. Ce fait est, en principe, clairement mis en évidence, surtout par des formes exokarstiques, mais il y a, aussi, des conditions lorsque *la karstification est masquée par d'autres actions de modelage.* De ce point de vue, Piatra Craiului est un exemple concluant. La carte et les profils géologiques (Fig. 1–3) précisent que les surfaces calcaires représentent la zone des altitudes maxima (le secteur supérieur de la crête), fait qui détermine *l'association des processus périglaciaires* (surtout *la gélifraction*) *avec la dissolution,* phénomène qui se remarque comme la plus importante action de

Tableau 1

Répartition des surfaces par rapport aux altitudes

Altitude absolue (m)	**Surface (Km^2)**	**Surface (%)**
< 1.000	4,1 (2,1)	7,1 (3,5)
1.000–1.500	35,1 (6,3)	60,4 (10,9)
1.500–2.000	15,3 (11,0)	26,5 (19,1)
> 2.000	3,5 (3,5)	6,0 (6,0)
Total	**58,0 (22,9)**	**100,0 (39,5)**

Entre parenthèses les surfaces calcaires.

modelage actuel dans la partie supérieure du massif. Le spécifique est donné par le fait que *la gélifraction masque la dissolution.* La grande quantité d'éboulis calcaires et la densité considérable du relief résiduel suggèrent (à première vue) que la gélifraction est nettement prédominante. En réalité, *la karstification a un apport substantiel,* même en genèse d'éboulis.

Enfin, l'influence de l'altitude sur le climat s'est manifesteé, aussi, pendant la période pléistocène, quand le climat d'ici a favorisé le développement *des petits glaciers de cirque.* Ultérieurement, la morphologie des cirques a été supprimée par l'action combinée des processus périglaciaire et la karstification (Constantinescu, 1984).

2. CLIMAT – EAUX

Le climat et ***les eaux*** ont été définis comme des composants géosystémiques de la *deuxième catégorie.* Ils ont eu un apport substantiel dans le développement du karst, *mais sans être déterminant dans le modelage des formes karstiques spécifiques du massif.* Il faut souligner, aussi, que les éléments hydroclimatiques d'aujourd'hui sont représentatifs seulement pour la période actuelle.

2.1. CLIMAT

Sur le fond du climat *tempéré-continental,* caractéristique pour la Roumanie, Le Massif Piatra Craiului présente un *climat de montagne* (Bogdan, 1984).

– Précipitations atmosphériques

Pour le massif, les précipitation atmosphériques représentent l'unique source d'eau. Donc, au moins pour le karst, elles s'imposent comme le plus important élément climatique. La corrélation des caractéristiques pluviométriques (Tableaux 2 et 3) avec la morphologie de crête met en évidence des aspects importants pour le karst.

– Les surfaces calcaires, situées aux altitudes maxima, recevant 1.250 mm/an. de précipitations.

– La période mai-août est la plus pluvieuse (aprox. 1/2 de la quantité moyenne annuelle), quand l'écoulement superficiel a les plus grandes valeurs.

– Pendant la période novembre-février s'enregistre la moindre quantité des précipitations; elles se manifestent sous la forme de neige.

– Le versant ouest reçoit une quantité de précipitation plus grande que le versant est (100–150 mm/an).

Tableau 2

Précipitations atmosphériques

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Moyen.
Quanti. (mm)	65	60	80	90	145	165	140	120	100	90	80	65	1.200

Tableau 3

Précipitations par rapport aux altitudes

Altitude absolue (mm)	Précipitations Moyenne annuelle (mm)	Nombre moyen annuel des jours à couche de neige
800–1.000	900–1.000	90–95
1.000–1.200	1.000–1.100	105–110
1.200–1.500	1.100–1.150	125–135
1.500–1.800	1.150–1.250	145–155
1.800–2.000	1.250–1.350	155–165
> 2.000	1.150–1.200	170–180

– **Température de l'air.** La synthèse des principales caractéristiques est présentée dans le Tableau 4. Sur 2/3 de la surface du massif sont enregistrées des températures moyennes annuelles de 0–4°, valeurs compatibles avec la manifestation des processus périglaciaires, surtout de la gélifraction. Les surfaces dont la température moyenne annuelle est de plus de 5° et sous 1° sont

Tableau 4

Température par rapport aux altitudes

Altitude absolue (m)	Température moyenne annuelle (°C)	Surface (%)
< 1.000	6–5	7,1
1.000–1.500	5–3	60,4
1.500–2.000	3–1	26,5
>2.000	1–0	6,0

négligeables. Le massif n'est pas inclus dans des régions avec des températures moyennes annuelles négatives (Teodoreanu, 1980). *Le climat de montagne* est argumenté aussi par le fait que 4/5 du massif n'enregistrent pas des *jours de l'été.*

Le climat s'implique, aussi, par autres éléments (vent, nébulosité, humidité de l'air, température du sol, etc.), mais leur influence est réduite.

2.2. EAUX. RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE

Dans le processus de karstification, l'eau joue un rôle fondamental, puisqu'il s'agit essentiellement d'un phénomène de dissolution (Mangin, 1994). Donc, l'eau est, sans doute, un des composants géosystémiques indispensables pour la karstification.

Dans le Massif Piatra Craiului sont présentes deux catégories principales d'eaux: **les rivières** et **les eaux souterraines.**

Les rivières du massif appartiennent a 2 *bassins hydrographiques:* ***B.H. Bârsa Mare,*** *au N et* ***B.H. Dâmbovița,*** au S. La morphologie de crête et l'orientation générale N–S ont déterminé la délimitation des bassins hydrographiques secondaires (est et ouest). Ainsi, au N il y a: **B.H. Râul Zărneştilor** (E) et **B.H. Bârsa Supérieure** (O); au S: **B.H. Dâmbovicioara** (E) et **Dâmbovița Supérieure** (O), Fig. 7.

– Tout réseau hydrographique est en réalité un ***réseau de torrents*** plus ou moins typique. Sans doute, ce fait est l'effet de la morphologie de crête avec des versants très inclinés.

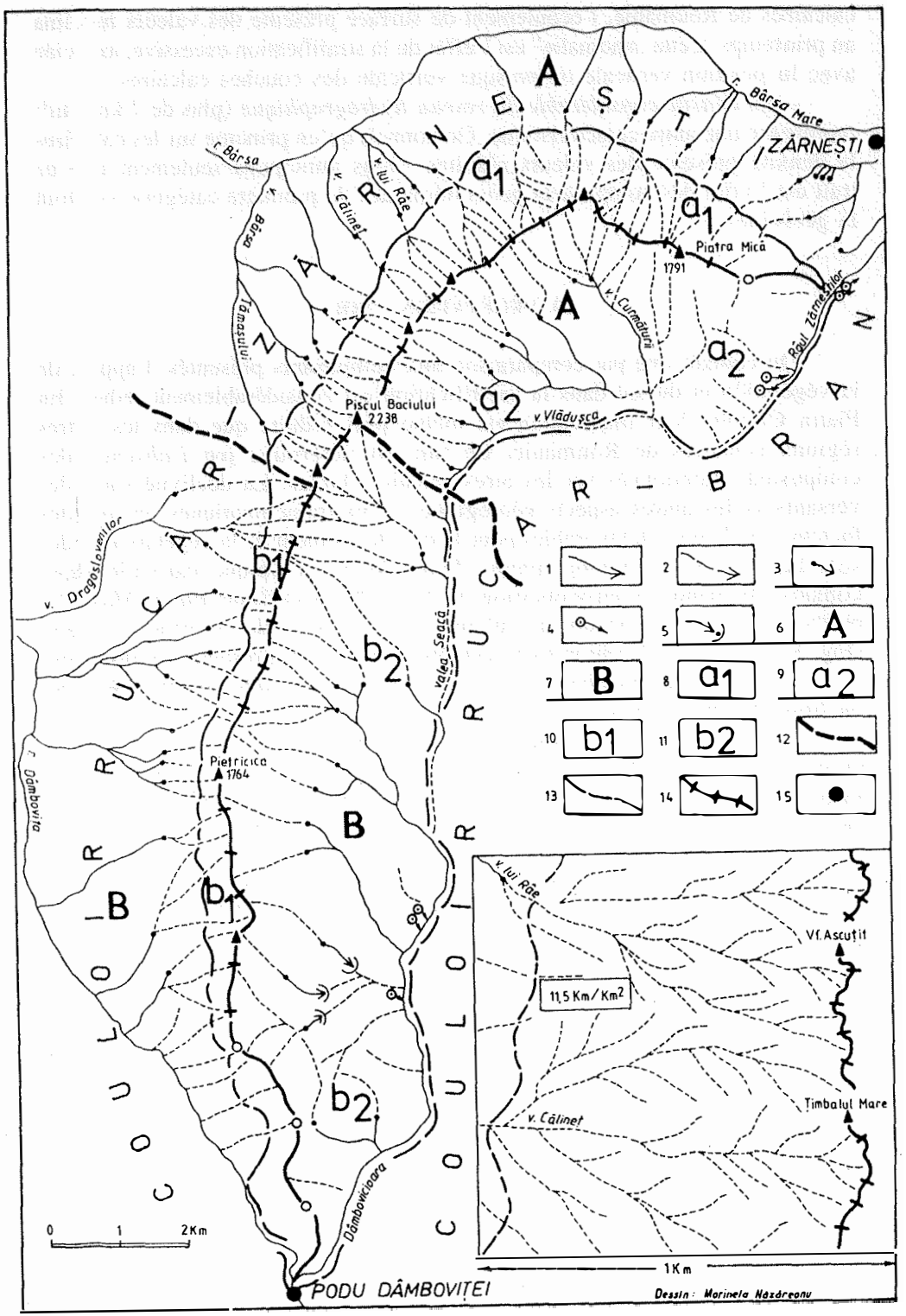
– le caractère ***temporaire des rivières*** est, aussi, un trait représentatif pour le massif (Fig. 7). Cette réalité représente, évidement, l'effet de la lithologie (présence des calcaires). La quantité des précipitations (1.200 mm/an.) est approximativement double que l'évapotranspiration. Le caractère temporaire des rivières met en évidence, donc, une *forte infiltration,* respectivement, *un écoulement de surface réduit.* C'est un aspect spécifique parce que la déclivité forte, théoriquement, favorisé l'ecoulement superficiel.

– On doit souligner, aussi, que l'écoulement de surface ne présente pas les plus grandes valeurs au printemps *(eaux crues de printemps);* mais pendant l'été, lorsque sont enregistrées les plus nombreuses pluies torrentielles *(crues de l'été).* C'est, aussi, un aspect spécifique parce que dans les autres régions

→

Fig. 7. – **Réseau hydrographique.** 1. Rivière permanente; 2. Rivière temporaire; 3. Source; 4. Source karstique; 5. Ponor; 6. Bassin hydrographique (B.h.) ***Bârsa Mare;*** 7. B.h. ***Dâmbovița;*** 8. B.h. *Bârsa Sup.;* 9. B.h. *Râul Zărneştilor;* 10. B.h. *Dâmbovița Sup.;* 11. B.h. *Dâmbovicioara;* 12. Ligne de partage des eaux entre A et B; 13. Limite morphologique du massif; 14. La crête principale de Piatra Craiului; 15. Localité.

A: Réseau hydrographique dans le secteur *Călineț;* 11,5: valeur de la fragmentation horizontale.


MASIVUL PIATRA CRAIULUI
r. Bârsa Mare
ZĂRNEȘTI
r. Bârsa
v. lui Râe
v. Cătinet
v. Bârsa
v. Tomașului
Piatra Mică
1791
v. Curmătura
Râul Zărneștilor
Piscul Baciului
2238
v. Vlădușca
v. Dragoslavenilor
Valea Seacă
Pietricica
1764
r. Dâmbovița
Dâmbovicioara
PODU DÂMBOVIȚEI
0 1 2Km
v. lui Râe
Vf. Ascuțit
11,5 Km/Km²
v. Cătinet
Țimbalul Mare
1Km
Dessin: Marinela Năzăreanu

calcaires de Roumanie, l'écoulement de surface présente des valeurs maxima au printemps. Cette „anomalie" est l'effet de la stratification excessive, associée avec la position verticale ou presque verticale des couches calcaires.

– ***La densité considérable du réseau hydrographique*** (plus de 7 km/km^2) représente une autre caractéristique. On connaît qu'en principe sur les calcaires la densité présente des valeurs réduites. Nous anticipons seulement que ce trait est l'effet des composants géosystémiques de première catégorie (surtout la géologie).

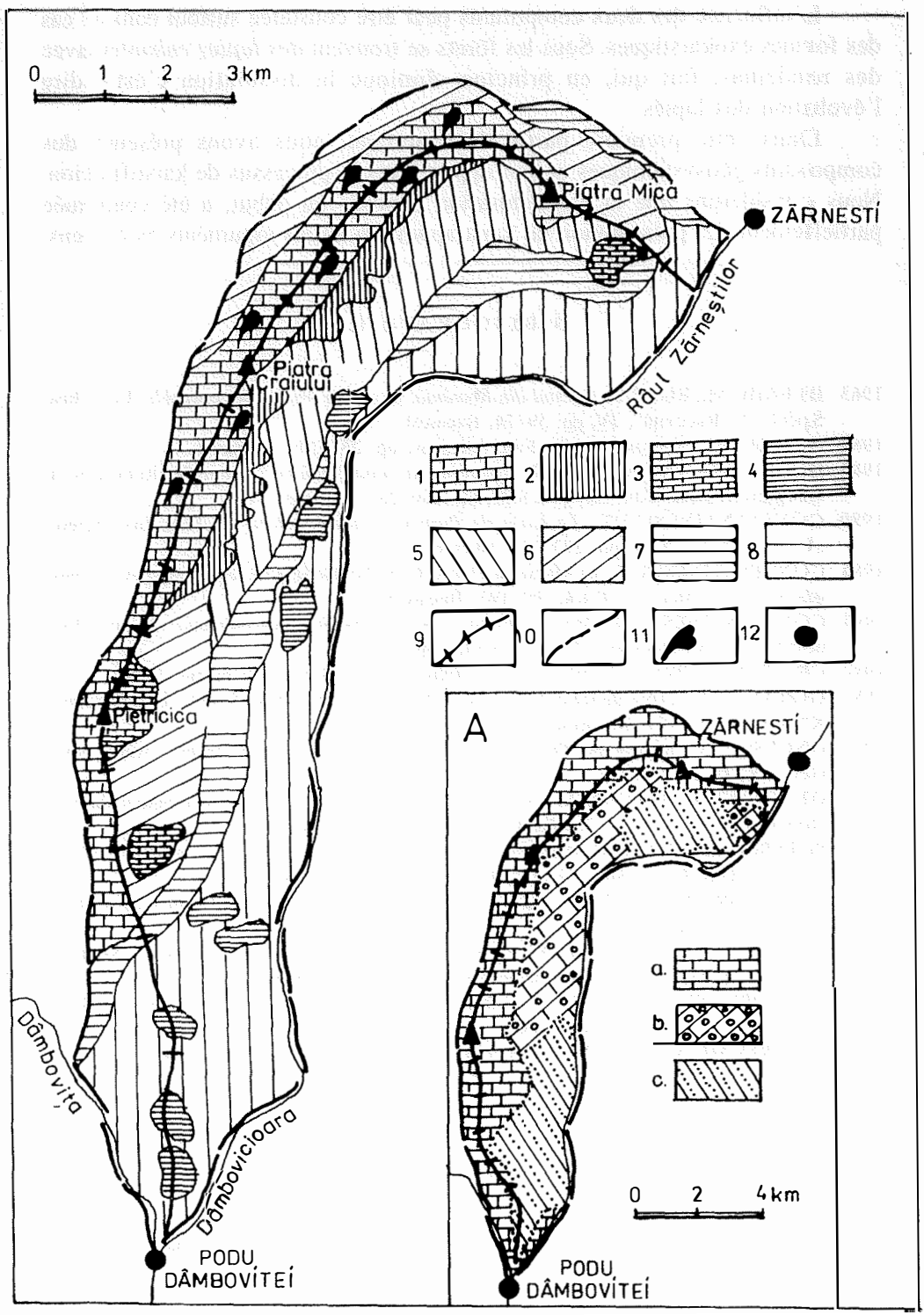
3. VÉGÉTATION – SOL

On connaît que par comparaison aux composants présentés, l'apport de la végétation et du sol dans la karstification est considérablement réduit. En Piatra Craiului leur implication est même plus réduite que dans les autres régions calcaires de Roumanie. Ce fait est déterminé par *l'absence* des composants mentionnés sur les aires calcaires larges. La déclivité forte des versants et les autres aspects géologiques et morphoclimatiques ont été des facteurs totalement défavorables pour le développement de la végétation et des sols. La sous-unité morphographique *Piatra Mare* est typique, car ici les deux composants manquent en proportion de 75% (Photo 1). Dans *Piatra Mică* (N) et *Pietricica* (S) ils manquent seulement sur 35–40% de la surface calcaire (Fig. 8). Une caractérisation très synthétique peut être présentée comme suit:

– *végétations sous-alpine et alpine, développées* sur *des rendzinas lithiques ou litosols rendziniques;*

– *fôrets*, surtout de *Picetum carpaticum*, sur *des rendzinas, sols eu-mésobasiques* et *bruns acides;* normalement, les fôrets se développent jusqu'à 1.800 m d'altitude; les plus larges surfaces avec des fôrets se trouvent en *Piatra Mică* (versant nord) et en *Pietricica* (versant est).

Fig. 8. – **Végétation et sols** (Carte généralisée). 1. Roche (calcaire) nue avec des rares îlots de végétation alpine et sous-alpine *(Rhododendron sp., Vaccinum sp., Centaurea sp., Sesleria sp.).* 2. Végétation sous-alpine (prés) de *Festuca sp., Poa sp., Calamagrostis sp.;* sols *eu-mésobasiques* développes sur les conglomérats calcaires. 3. Végétation sous-alpine (prés) de *Ranunculus sp., Geranium sp., Poa sp.;* sols *rendziniques* développés sur les calcaires. 4. Près de montagne *(Festuca sp., Nardus sp., Carex sp., Poa sp.);* sols *bruns acides* à gros profil (plus de 1,5 m) sur des conglomérats et grès vraco-cénomaniens. 5. Forêts de *Picea sp., Abies sp.;* sols *eu-mésobasiques* et *bruns acides* sur des conglomérats calcaires et conglomérats cristallins. 6. Forêts de *Picea sp.* et *Abies sp.;* sols *rendziniques* et *eu-mésobasiques* développés sur les calcaires. 7. Forêts de *Abies sp.* et *Fagus sp.;* sols *bruns acides* développes sur des conglomérats cristallins. 8. Forêts de *Fagus sp.* et *Abies sp.;* sols *bruns acides* à gros profil (1,0–1,5 m). 9. La crête principale de Piatra Craiului. 10. Limite du massif. 11. *Dianthus callizonus,* l'espèce endémique et spécifique du massif *(Dianthus de Piatra Craiului).* 12. Localité.
A. Carte lithologique générale. a. Calcaires; b. Conglomérats calcaires (Aptien sup.); c. Conglomérats cristallins (Vraco-Cénomanien). →


0 1 2 3km
Piatra Mică
ZĂRNEȘTI
Piatra Craiului
Râul Zărneștilor
1 2 3 4
5 6 7 8
9 10 11 12
Pietricica
Dâmbovița
Dâmbovicioara
PODU DÂMBOVIȚEI
A
ZĂRNEȘTI
a.
b.
c.
0 2 4km
PODU DÂMBOVIȚEI

L'influence des deux composants peut être constatée surtout dans le cas des formes exokarstiques. Sous les fôrets se trouvent *des lapiez colmatés* avec des rendzinas, fait qui, en principe, diminue la dissolution c'est-à-dire l'évolution des lapiés.

Dans cette première partie de l'ouvrage, nous avons présenté des composants géosystémiques et leur apport dans le processus de karstification. Nous considérons que la hiérarchisation exposée au début, a été confirmée partiellement. La présentation du karst apportera autres arguments en ce sens.

BIBLIOGRAPHIE

1965 BLEAHU M., RUSU T., *Carstul din România. O scurtă privire de ansamblu.* Lucr. Inst. Spéol. „E. Racoviță", **IV,** pp. 59–74, Bucarest.

1982 BLEAHU M., *Relieful carstic.* Edit. Albatros, pp. 235–249, Bucarest.

1983 BOGDAN OCTAVIA, *Regiunile climatice și topoclimatice.* Geografia României, **I,** Geografia Fizică, Edit. Acad. R.S.R., pp. 280–282, Bucarest.

1980 CONSTANTINESCU T., *Le karst de Piatra Craiului. (Note I).* Trav. Inst. Spéol. „E. Racovitza", **XIX,** pp. 203–217, Bucarest.

1984 CONSTANTINESCU T., *Le Massif de Piatra Craiului. Genèse et l'évolution des torrents; glaciation pléistocène.* ***T.A.K.,*** 99–105, Bucarest.

1994 CONSTANTINESCU T., *Masivul Piatra Craiului. Studiu geomorfologic.* Rezum. Teză doctorat, Univ., București, Fac., Geograf., pp. 1–21.

1984 CRISTEA E., *Piatra Craiului. Turism-alpinism.* Edit. Sport-Turism, pp. 36–41.

1983 GORAN C., *Les types de relief karstique de Roumanie.* Trav. Inst. Spéol. „E. Racovitza", **XXXII,** pp. 91–101, Bucarest.

1943 ONCESCU N., *Région de Piatra Craiului – Bucegi. Étude géologique.* Anuar. Inst. Geol., **XXII,** pp. 1–124.

1984 ORĂȘEANU I., BULGĂR AL., GAȘPAR E., TERTELECAN N., *Hydrological study of Dâmbovicioara passage.* ***T.A.K.,*** **1,** pp. 153–164, Bucarest.

1967 POPESCU ILEANA, *Contribuții la cunoașterea structurii geologice a Masivului Piatra Craiului.* D.S. Com., Stat., Geol., **LII,** pp. 157–178, Bucarest.

1974 POSEA GR., POPESCU N., IELENICZ M., *Relieful României.* Editura Științifică, pp. 27–93, Bucarest.

1977 SANDA V., POPESCU A., DOLTU M., *Vegetația Masivului Piatra Craiului.* Studii și comunic., Științ. Naturii, Muz. Bruchental, pp. 123–144, Sibiu.

1980 TEODOREANU ELENA, *Culoarul Rucăr-Bran. Studiu climatic și topoclimatic.* Edit. Acad. R.S.R., pp. 27–56, Bucarest.

1960 VALERIA MICALEVICH VELCEA, *Piatra Craiului. Considerații geomorfologice.* Anal. Univ. Bucarest, **27,** pp. 145–152.

Institut de Spéologie «Émile Racovitza»
Bucarest

Reçu le 25 novembre 1996