Types morphogénétiques et répartition des dolines dans les karst des monts Apuseni

par

Pompei Cocean

Le travail aborde, au niveau de tout le karst des Monts Apuseni, des aspects concernant les types morphogénétiques et les répartitions des dolines. On analyse les dolines de dissolution, d'effondrement et complexes, ainsi que les groupements territoriaux en champs de dolines.

Par leur nombre, leur répartition et leur individualisation paysagiste, les dolines constituent une *forme typique* pour le karst des Monts Apuseni. Cette affirmation est soutenue par leur variété morphologique, dérivée de la variabilité spatiale et temporelle des processus génétiques, la dernière relevant actuellement des stades divers d'évolution. Les implications de la lithologie et de la tectonique de la masse calcaire se ressentent dans la morphologie des dolines d'une manière qui est à son tour différente d'une zone à l'autre ou même dans le cadre d'une seule zone karstique.

Dans le karst des Monts Apuseni se rencontrent trois types de dolines : les dolines de dissolution, les dolines d'effrondrement (tectoniques) et les dolines complexes.

1. LES DOLINES DE DISSOLUTION

Elles se développent sur les surfaces planes ou en faible pente, comme suite de la solubilité différenciée des calcaires, dans le sens que là où les calcaires sont plus purs, avec une texture granulaire et un tectonisation avancée, leur dissolution est accélérée par rapport aux zones où ces conditions ne sont pas accomplies. C'est ainsi d'ailleurs que s'explique le large développement du processus de genèse des dolines dans les Monts Apuseni, région où la teneur en $CaCO_3$, des calcaires arrive fréquemment à des valeurs supérieures à 98%.

Les dimensions des dolines de dissolution oscillent entre des formes de début, simples concavités dont les bords sont à peine esquissés et la profondeur ne dépasse pas quelques centimètres, qui peuplent les surfaces horizontales ou faiblement inclinées des plateaux et versants karstiques (la cime Ciumerna-Bedeleu en premier lieu, puis des zones du plateau de Dumbrăviţa, de la dépression de Zece Hotare, etc.), jusqu'à des dolines de plus de 200 m de diamètre et de 50 m de profondeur (les dolines de Cărmăzan, Damiş, Imaşul Bătrînului dans la Pădurea Craiului ; celles de Padiş — Cetăţile Ponorului, Groapa de la Barsa, Scărişoara dans le Bihor ; celles de la zone Coleşti — Cîmp — Cîmp Moţi et la borpure du plateau de Vaşcău).

Trav. Inst. Spéol. «Emile Racovitza», t. XIX, p. 253—260, Bucarest, 1980

Une catégorie à part de dolines de dissolution est formée par les *dolines à fond plat*, qui abritent souvent des lacs temporaires (fig. 1). Elles résultent par le colmatage accentué du fond de la doline avec des matériaux résiduels nivelés par les eaux écoulées sur les versants. On rencontre des exemples révélateurs sur le plateau de Vaşcău dans la dépression de Damiş-Ponoraş et dans la Groapa de la Barsa, où ces lacs sont utilisés dans l'économie pastorale comme sources d'eau.

2. LES DOLINES D'EFFONDREMENT (TECTONIQUES)

Le second type de dolines, bien plus limité comme nombre et répartition, est celui des dolines d'effondrement. Cette affirmation pourra surprendre dans le contexte dans lequel d'autres auteurs (I. P. Argeşel, 1977; T. Rusu, 1973, 1975) ont considéré ce type comme beaucoup plus représentatif pour certaines zones karstiques des Monts Apuseni; c'est pour cela que nous croyons qu'il est utile de faire quelques précisions.

Ainsi, la définition d'un certain type de forme doit avoir surtout en vue le facteur principal, en soulignant son mode d'action et sa résultante. Or, par leur direction verticale de développement, les effondrements ont généré des formes à versants abrupts, sur la surface desquels sont mis en évidence les plans de fracture, et à plancher comportant un microrelief chaotique, caractéristiques qui différencient nettement les dolines d'effondrement de celles de dissolution et qui ne se rencontrent que d'une manière tout à fait accidentelle dans la région étudiée (dans la partie nord de la dépression de Damiş, sur le plateau de Vaşcău et celui de Ciumerna, etc.). Ceci est dû au fait que le phénomène de déplacement par gravitation des masses calcaires qui mène à l'apparition de ce type de dolines ne peut avoir lieu que dans le contexte de la présence des creux souterrrains dont l'évolution conduisse à un moment donné à la rupture de l'équilibre mécanique des couches calcaires qui surmontent. Des éboulements qui ont lieu dans le périmètre de tells surfaces avec une forte endokarstification résultent des formes négatives de type dolinaire, dans la genèse desquelles la dissolution de surface n'a qu'un rôle négligeable.

Le faible nombre de dolines d'effondrement dans les Monts Apuseni est déterminé aussi par leur viabilité limitée en tant que formes de gravitation proprement dites. Ainsi, immédiatement après leur apparition, elles tombent sous l'incidence des processus de corrosion et d'érosion, de même que de ceux de colmatage avec des matériaux éluvio-déluviaux, qui masquent fréquemment, par le dépôt de ces matériaux dans les zones de raccord, les surfaces abruptes des versants. Par la suite, la séparation des dolines d'effondrement de celles complexes devient de plus en plus difficile.

D'autre part, lorsque l'évolution souterraine est accélérée, le matériel d'effondrement qui a constitué leur plancher est transporté ou entraîné dans d'autres processus de gravitation, en transformant la doline dans un *aven*. Pour pouvoir tout de même différencier les deux formes — les dolines d'effondrement et les avens — nous proposons de prendre en

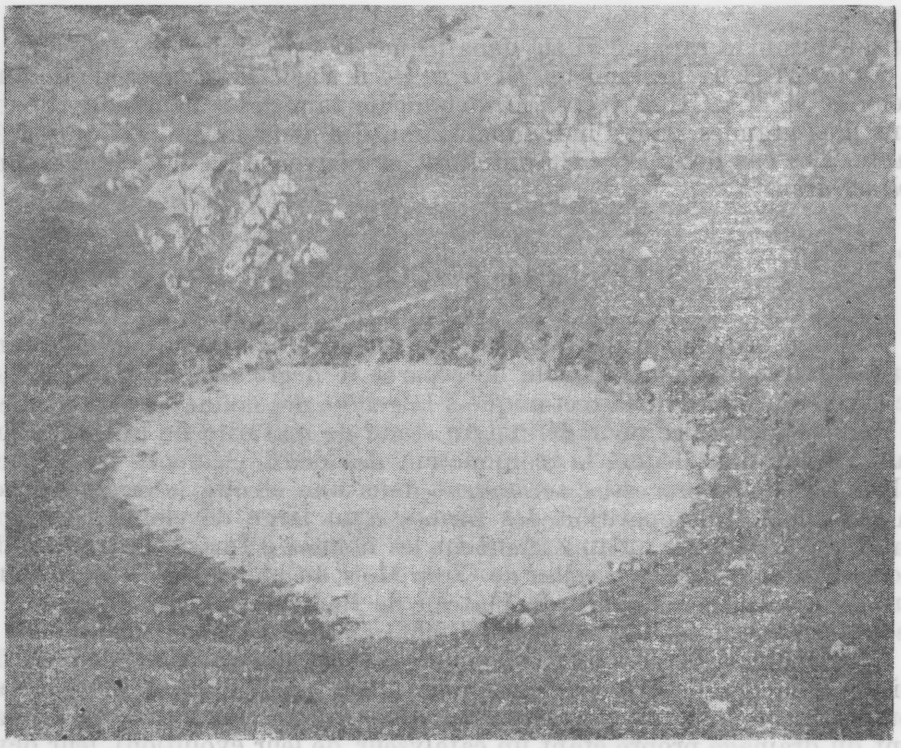

Fig. 1. — Doline de dissolution sur le plateau de Vaşcău.

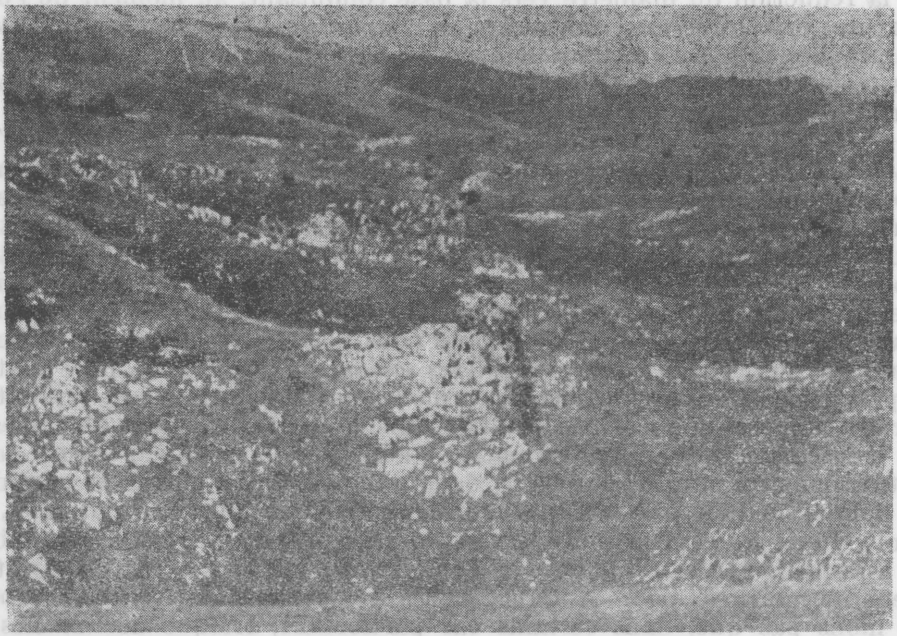

Fig. 2. — Le champ de dolines d'Imaşul Bătrînului.

considération le rapport D/H, dans lequel D représente le diamètre de la forme et H sa profondeur. Si D > H, il s'agit de dolines d'effondrement et si D < H, d'avens. Evidemment, tant les valeurs du rapport sont plus grandes, tant l'individualisation des deux formes est plus prégnante. Les cas dont D = H sont rares et peuvent être étiquetés comme *dolines-aven.*

3. LES DOLINES COMPLEXES

Nous croyons utile d'introduire cette catégorie de formes parce qu'il est fréquemment difficile de séparer le degré réel de participation de la dissolution et de la tectonique à la genèse des dolines et parce qu'elle se montre nécessaire pour définir un stade de maturité de la forme dolinaire, stade dans lequel la conjonction des deux éléments est indiscutable. Les deux processus actionnent dans une étroite interdépendance, en déterminant l'apparition des formes d'un large développement spatial. C'est à ce type qu'appartiennent les dolines d'Imaşul Bătrînului des monts Pădurea Craiului, celles de Cîmp Moţi du plateau de Vaşcău, ainsi que de nombreuses dolines du plateau de Padiş — Cetăţile Ponorului et de Lumea Pierdută des monts du Bihor.

Quoique la finalité morphologique des ces dolines coïncide bien des fois à celle des dolines d'effondrement (leur superposition à un réseau souterrain organisé ou l'organisation d'un réseau endokarstique en partant du drainage propre étant un catalyseur de leur évolution), leur développement se fait de haut en bas, l'élargissement dans la partie supérieure et la réduction du diamètre vers la base conduisant, au moment de l'ouverture vers le réseau souterrain, à l'apparition *d'entonnoirs karstiques* de grandes dimensions. C'est dans ce stade que se trouvent actuellement les trois dolines de Cetăţile Ponorului, qui communiquent dans le souterrain, les dolines de Gheţarul Scărişoara, etc.

En ce qui concerne d'identification par I. P. Argeşel (1977), dans le karst de Trascău, de deux générations de dolines (au moins) nos observations effectuées dans des zones karstiques beaucoup plus caractéristiques (Damiş-Ponoraş, Zece Hotare, Pusta Călăţea, Imaşul Bătrînului, le plateau de Vaşcău et de Dumbrăviţa de Codru, Padiş-Cetăţile Ponorului, le plateau Scărişoara-Ocoale et même le plateau de Ciumerna de Trascău) ne nous autorisent pas à soutenir cette affirmation. Dans aucun de ces champs de dolines nous n'avons rencontré des dolines majeures qui circonscrivent des *dolines sculptées dans la roche*, plus petites et plus jeunes. Le fait est explicable : le modelage d'une forme dans une autre forme suppose une corrosion différentielle, axée seulement au niveau de creusement de la jeune formation, tandis que la zone supérieure doit entrer dans un stop évolutif. Or, dans n'importe quel climat et période, la doline, en tant que système morphodynamique de faible potentiel, a évolué (ou a stagné) sur toute sa surface, rendant pratiquement impossible — à l'échelle générale — la mise en évidence des rythmes évolutifs, strictement nécessaires pour différencier les générations des dolines. (Nous ne nions pas que, dans certains cas particuliers, lorsque des dolines à large développement évoluent sur des roches dont la solubilité et la fissu-

ration sont différentes, le processus d'approfondissement peut être plus accentué dans les points de grande labilité, en donnant naissance à des microdépressions de type dolinaire, tandis que le reste de la surface de la doline a une évolution plus lente.)

Notre soulignement ci-avant concernant les dolines *sculptées dans la roche* qui devraient être rencontrées, sinon d'une façon générale, au

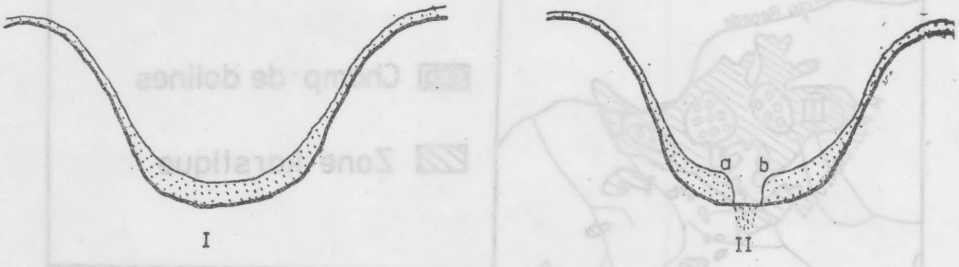

Fig. 3. — Schéma de la genèse des pseudodolines.

moins dans une proportion suffisamment grande pour les cataloguer comme génération à part, a été imposé aussi à cause du fait que, dans de nombreuses zones peuplées par des dolines (Damiș—Ponoraș, Zece Hotare, plateau de Vașcău, Padiș) ont été observées, dans le cadre des dolines plus développées, des dolines de petites dimensions, qu'une analyse moins détaillée pourrait les considérer comme appartenant à une génération récente de pareilles formes. Il s'agit dans ce cas de *pseudo-dolines*, modelées dans le matériel de colmatage de la doline majeure, par effondrement d'une partie de celui-ci dans un espace souterrain (fig. 3).

Evidemment, ces dolines ne se conservent qu'une période limitée, car, par apport nouveau de matériel déluvial, la dénivelation est effacée ou, au cas où la perte d'eau qui se trouve à la base de la doline reste ouverte, active, une grande partie de la couverture pédogénétique est lévigée, en commençant par deux épaules (*a* et *b*) qui sont les plus exposées.

LA RÉPARTITION DES DOLINES

Dans le karst des Monts Apuseni, les dolines présentent une répartition hétérogène, se trouvant soit comme des formes isolées, soit associées en véritables *champs de dolines* (fig. 4).

Les dolines isolées caractérisent les versants et les interfluves relativement étroits, ainsi que les massifs karstiques de faibles dimensions. Elles sont spécifiques du karst de Trascău-Metaliferi (à l'exception du plateau de Ciumerna), pour la bande karstifiée d'entre Dumbrăviţa de Codru et Moneasa dans le Codru Moma et pour certaines aires karstiques de Pădurea Craiului et du plateau de Poieni.

Par l'extension, les dimensions et la densité des formes, les champs de dolines créent sur de vastes surfaces un paysage typique, relativement unitaire en plan majeur (dont la ligne coïncide d'habitude avec celle

des plateaux sur lesquels il est greffé) mais extrêmement fragmenté en plan mineur. Un profil transversal d'un champ ressemble à une ligne sinusoïdale, dont les boucles sont plus serrées ou plus larges, d'amplitude plus faible ou plus grande suivant le nombre et la profondeur des dolines.

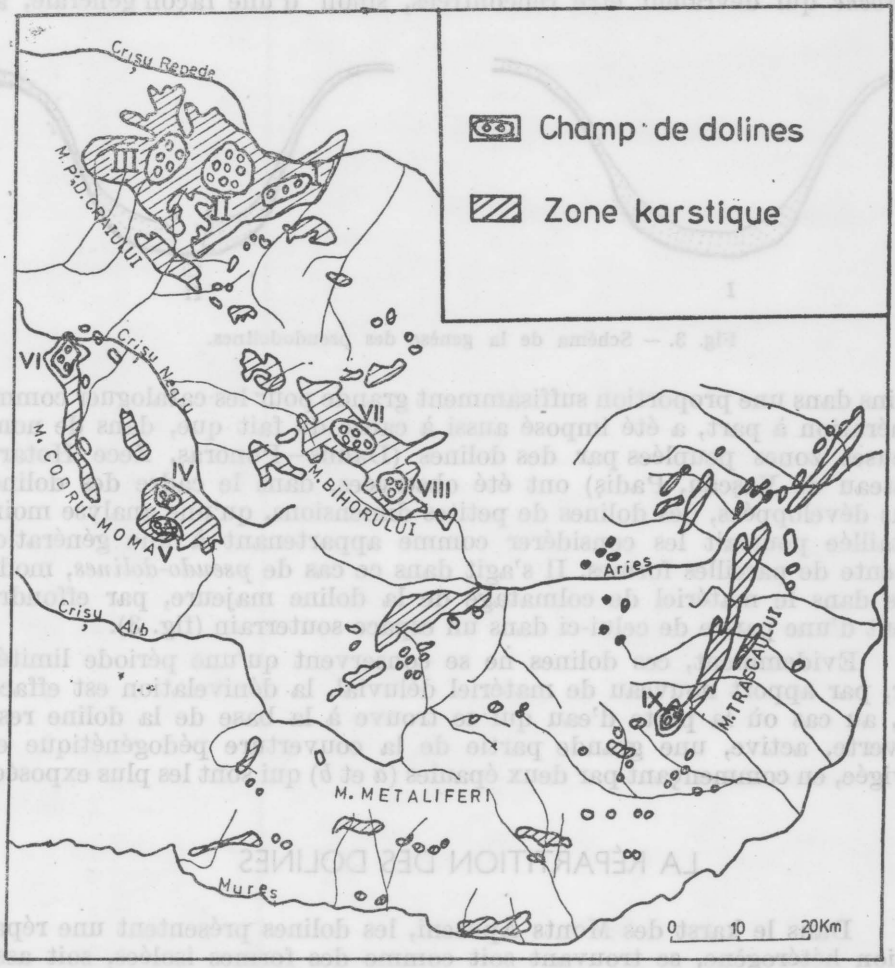

Fig. 4. — Les champs de dolines des Monts Apuseni.

Les champs de dolines les plus connus dans les Monts Apuseni sont les suivants :

Ponoare-Damiş-Ponoraş (fig. 4, I). Il flanque vers le nord-est les dépressions du même nom, s'étendant vers les vallées de Brătcuţa, Crişul Repede et Mişid. Les dolines qui le composent appartiennent surtout au type de formes de dissolution et complexes, ayant jusqu'à 150 m de diamètre et 30—45 m de profondeur. On rencontre des dolines avec des lacs et des pseudo-dolines. Au point de vue de leur position, elles

forment des alignements orientés généralement SE — NO, dans le sens d'inclinaison générale du relief, respectivement dans le sens de drainage du réseau hydrographique.

Cărmăzan-Imaşul Bătrînului (fig. 4, II). S'étend à l'ouest de la vallée du Mişid, dans la bordure de celle-ci. Il comprend des dolines complexes et de dissolution, de dimensions variables (140 — 180 m en diamètre et 40 — 60 m en profondeur), disposées d'après des alignements orientés E — O dans la zone de Cărmăzan, SE — NO à Zece Hotare et approximativement N — S sur l'Imaşul Bătrînului (fig. 2). La densité des dolines est d'environ 60 par km², mais les espaces séparant des dolines sont restreints à cause de la grande extension de ces dernières.

Răcaş-Călăţea (fig. 4, III). Se développe dans les zones de plateau qui flanquent vers le nord et le sud le couloir dépressionnaire de la vallée de Mniera. La densité des dolines est plus forte que dans les cas précédents, arrivant jusqu'à 90 — 100 dolines/km², à cause de la solubilité accentuée des calcaires et de leurs dimensions réduites. Les principaux alignements sont orientés NO — SE. Le champ est dominé par des formes de dissolution, beaucoup d'entre elles abritant des lacs temporaires.

Cîmp Moţi (fig. 4. IV). Ce champ de dolines se développe dans la partie nord du plateau de Vaşcău, ayant comme point central la localité du même nom. Il se développe des deux côtés de la vallée de Ponoare, avec des ramifications vers le sud-ouest (le sommet de Chicera et la colline de Sarsaurul) et le nord-est (Colești, la colline d'Osoi). Les dolines, certaines d'entre elles extrêmement évoluées, forment ici aussi des alignements, disposés d'après la direction SO — NE à Cîmp Moţi et N — S entre Colești et Cîmp ou sur la colline d'Osoi. Les formes dominantes sont les dolines de dissolution, parmi lesquelles celles avec des lacs temporaires sont assez fréquentes et utilisées à Cîmp Moţi et Cîmp comme sources d'eau. Sur la colline d'Osoi on rencontre aussi des dolines d'effondrement ou complexes.

Le champ de dolines de la partie ouest du plateau de Vaşcău (fig. 4, V). Suit de près la zone de contact des calcaires avec le cristallin de la crête principale de Codru Moma, entre la colline du Ronţar au nord et le sommet du Ponor au sud. Il se caractérise par le large développement des dolines de contact lithologique.

Dumbrăviţa de Codru (fig. 4, VI). C'est le champ de dolines développé sur le plateau du même nom, entre le sommet de Dumbrăviţa (434 m) et le sommet des Pini (592 m). Comme dans les autres cas, ce sont les dolines de corrosion ou complexes qui prédominent, ayant une densité moyenne (environ 50 par km²) et étant disposées d'après un alignement orienté N — S, parallèlement à la Valea Seacă.

Padiş — Cetăţile Ponorului (fig. 4, VII). S'étend sur le karst de la zone centrale des monts du Bihor, comprenant le plateau de Padiş, la dépression Groapa de la Barsa et le plateau de Lumea Pierdută. La note caractéristique est donnée par la présence fréquente des dolines complexes arrivées dans la stade d'entonnoirs karstiques (Cetăţile Ponorului), ainsi que des dolines d'effondrement (Padiş, Lumea Pierdută). Cette zone présente le relief dolinaire le plus représentatif de tout le karst de Monts Apuseni, par la variété morphologique et génétique des dolines, par leur développement et leur répartition spatiale.

Scărişoara-Ocoale (fig. 4, VIII). Représente une autre zone karstique importante des monts du Bihor, qui se superpose au plateau du même nom. Le long de la vallée d'Ocoale se développe un alignement de dolines, la majorité des formes étant le résultat des processus de corrosion et de soutirage endokarstique. Dans la zone de Gheţarul Scărişoara on rencontre aussi des dolines d'effondrement, dont la genèse est liée à l'évolution endokarstique de la vallée d'Ocoale.

Ciumerna (fig. 4, IX). Constitue le seul champ de dolines plus développé des monts Trascău et Metaliferi. Il se superpose au plateau de Ciumerna et présente, à côté des dolines de dissolution, de nombreuses dolines complexes, de grandes dimensions (200 — 250 m de diamètre et 10—25 m de profondeur). Leur orientation suit de près les lignes tectoniques majeures de la région, disposées surtout d'après les directions N — S ou NE — SO. La densité la plus forte apparaît à l'ouest du sommet du Băieşu et vers l'origine de la vallée d'Ighiu.

Afin de souligner le rôle du relief dolinaire dans l'économie des zones karstiques, nous croyons utile d'introduire la notion *d'indice d'aplatissement* des dolines, définie par le rapport D/H, où D représente le diamètre dans la partie supérieure de la forme et H sa profondeur. Ce rapport illustre l'énergie de relief dans le cadre de dolines et, en premier lieu, la grandeur de l'angle de pente des versants. Plus cet indice a des valeurs grandes, plus l'énergie de relief est faible et l'aplatissement de la doline accentué ; par la suite, les possibilités de valorisation par pâturage, herbage et même culture sont plus nombreuses (comme c'est le cas de dolines cultivées du plateau de Vaşcău ou de Zece Hotare — P. Cocean, 1979).

Lorsque $D \leqslant H$, l'angle de pente augmente, la doline tend vers une doline-aven, la pédogenèse sur ses versants est déficitaire, tandis que sur son fond s'accumule en grandes quantités le matériel érodé. Le degré d'utilisation des dolines de ce type est limité, à cause des difficultés déterminées par la déclivité accentuée et le substratum édaphique faiblement représenté. Par contre, lorsque $D > H$, la pente des versants diminue, l'énergie de relief de la forme se réduit et la transforme dans un élément favorable à l'intervention anthropique.

Bibliographie

1977 Argesel I. P. — *Munţii Trascăului*, Ed. Acad. R. S. România.
1974 Bleahu M., *Morfologia carstică*, Ed. ştiinţifică, Bucureşti.
1979 Cocean P., *Valorificarea agricolă a reliefului carstic din Munţii Apuseni*, St. cerc. geol. geof. geogr., Geografie, **XXVI**, Bucureşti.
1973 Rusu T., *L'évolution des vallées karstiques des monts Pădurea Craiului*, Trav. Inst. Spéol « E. Racovitza », **XII**.
1975 — *La dépression de capture karstique de Pusta Călăţea (Monts Pădurea Craiului)*, Trav. Inst. Spéol. « E. Racovitza », **XIV**.

Institut de Spéologie « Emile Racovitza »
Section de Cluj-Napoca

Reçu le 1 février 1980