Observaţii asupra microclimei Gheţarului de la Scărişoara

de

I. Viehmann, Gh. Racoviţă şi M. Şerban

551.584.65

Lucrarea prezintă rezultatele preliminare ale unei serii de cercetări periodice în Gheţarul de la Scărişoara, programate pe o perioadă de mai mulţi ani. Sînt demonstrate unele raporturi de cauzalitate între climatul exterior, microclima subterană şi limitele de extindere sezonieră a gheţii, precum şi prezenţa fenomenelor de sublimare şi volatilizare a gheţii.

Gheţarul de la Scărişoara este o peşteră verticală, situată la o altitudine de 1 200 m, în Munţii Apuseni. Una dintre caracteristicile acestei peşteri o constituie prezenţa blocului de gheaţă cu un volum de 50 000 m³ (M. Şerban, D. Coman şi R. Givulescu, 1948). În scopul cunoaşterii dinamicii blocului şi a formaţiunilor de gheaţă, s-a iniţiat un program de cercetări sistematice pe o durată de minimum trei ani. Prezenta lucrare expune preliminar cîteva dintre rezultatele obţinute în primii aproape doi ani (10 aprilie 1963 — 25 noiembrie 1964). Problemele pe care le vom expune sînt următoarele : 1. Întîrzierea efectului climatului exterior asupra microclimei peşterii ; 2. Limita anuală de extindere şi retragere a gheţii ; 3. Primenirea aerului din peşteră ; 4. Sublimarea şi volatilizarea gheţii. Pentru obţinerea datelor şi a observaţiilor necesare, peştera a fost vizitată lunar, în perioada mai sus amintită, cu excepţia lunilor august şi septembrie, adică în total de 17 ori.

Lucr. Inst. de speol. „Emil Racoviţă", t. IV, p. 105–115, Bucureşti, 1965

Descrierea cercetărilor noastre se referă, îndeosebi, la partea sud-estică a peșterii, formată din Sala Mare, Galeria de coborîre, Rezervația Mare și Galeria Coman (fig. 1).

Întîrzierea efectului climatului exterior asupra microclimatului peșterii

Din cauza unei intrări verticale, printr-un aven de 50 m adîncime, și a prezenței blocului de gheață, temperatura aerului în această peșteră prezintă variații atît în timp, cît și în spațiu, variații a căror amplitudine este neobișnuit de mare pentru microclimatul general al peșterilor din zona temperată (minima —5,5°C în Sala Mare în stația THG și maxima +5,2°C în capătul inferior al culoarului Coman [1]) (fig. 2). Apariția acestor minime și maxime se face cu un decalaj în timp față de valorile termice corespunzătoare de la suprafață, fenomen care se prezintă după cum urmează :

La exterior, înregistrările efectuate în jurul cabanei peșterii, la o distanță de 1,5 km de ghețar, au dat o maximă a temperaturii diurne medii de +13°C la 23.VII.1964 și o minimă a aceleiași temperaturi de —13°C la 10.I.1964.

În peșteră au fost luate în considerație două stații de măsurători : Sala Mare în stația THG și punctul numit „la lemn" din cîmpul stalagmitelor de gheață al Rezervației Mari. Maximele termice înregistrate în aceste puncte sînt în luna septembrie de +0,8°C, respectiv de +0,5°C pentru 10 septembrie 1963, și de +0,5°C pentru ambele stații la 12 septembrie 1964. Valorile minime subterane au fost înregistrate numai pentru anul 1964 și sînt de —5,5°C în Sala Mare și de —2,5°C în Rezervația Mare. Ambele valori au fost obținute la 16 februarie 1964 [2]).

Se constată că întîrzierea instalării maximelor termice în peșteră se face cu un decalaj de două luni față de exterior, în timp ce decalajul care se manifestă în cazul minimelor termice este de numai o lună. De asemenea, raportată la punctul de 0°C, amplitudinea minimelor este mult mai accentuată decît aceea a maximelor termice (de peste 5 ori mai mare).

---

[1] Acest culoar poartă numele descoperitorului (D a n C o m a n, Institutul de speologie, Cluj).

[2] Aceste valori nu au un caracter absolut, deoarece ele reprezintă înregistrarea dintr-o singură zi a lunii respective ; constanța relativă a microclimei peșterii permite însă utilizarea lor ca atare.

Explicaţia acestui fenomen de întîrziere a influenţei climatului exterior, precum şi a particularităţilor sale, se bazează pe trei elemente principale : 1) existenţa gurii verticale a peşterii (avenul de 50 m adîncime) ; 2) raportul dintre diametrul acestui aven şi volumul aerului cuprins în cavitatea subterană şi 3) volumul şi capacitatea calorifică a blocului de gheaţă.

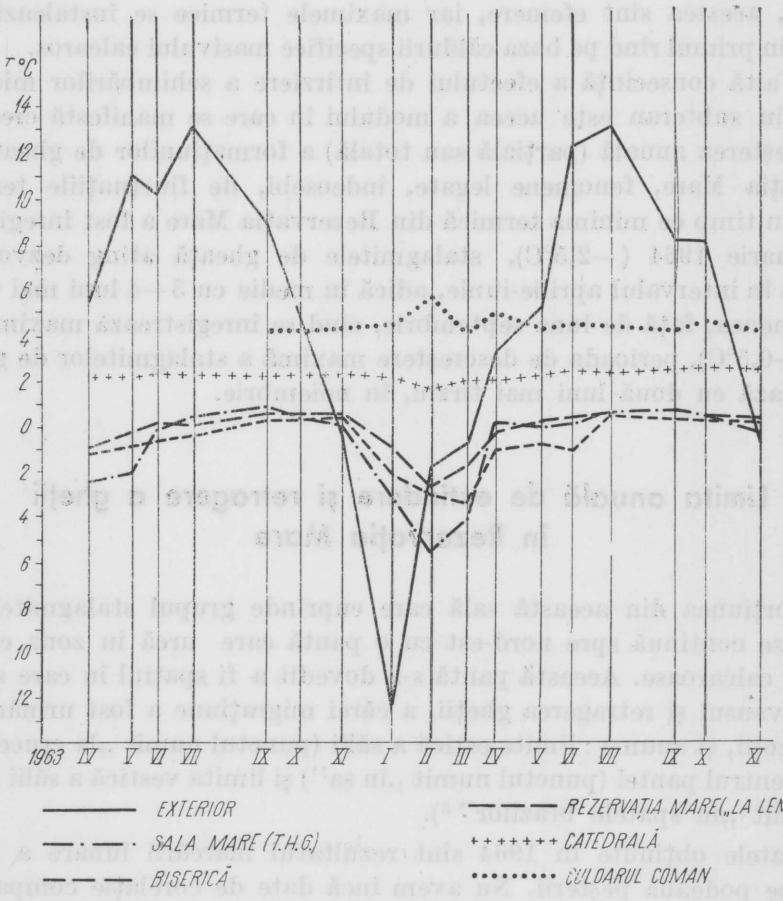

Fig. 2. — Variaţiile termice din cîteva puncte de observaţie din Gheţarul de la Scărişoara.

Coborîrea temperaturii de la exterior la un punct inferior valorilor termice din peşteră declanşează un curent de aer rece care pătrunde activ în subteran prin intermediul avenului. Dimensiunile mari ale acestuia (circa 50 m în diametru la gură) permit accesul în subteran al unei cantităţi de aer rece suficient de mari pentru a putea reduce temperatura

atmosferei înscrise în volumul golului peșterii [3]. Pe de altă parte, însăși prezența blocului de gheață este un factor de întreținere a temperaturilor scăzute. Din toate aceste motive, temperaturile negative sînt specifice Ghețarului de la Scărișoara [4], iar instalarea minimelor termice în subteran este un fenomen activ, care se realizează prin curenți atmosferici și cîștigă astfel și în intensitate, și în viteză. În ceea ce privește temperaturile pozitive, acestea sînt efemere, iar maximele termice se instalează mai greu, și în primul rînd pe baza căldurii specifice masivului calcaros.

O altă consecință a efectului de întîrziere a schimbărilor microclimatice în subteran este aceea a modului în care se manifestă creșterea și descreșterea anuală (parțială sau totală) a formațiunilor de gheață din Rezervația Mare, fenomene legate, îndeosebi, de fluctuațiile termice. Astfel, în timp ce minima termică din Rezervația Mare a fost înregistrată în februarie 1964 (−2,5°C), stalagmitele de gheață ating dezvoltarea maximă în intervalul aprilie-iunie, adică în medie cu 3—4 luni mai tîrziu. De asemenea, față de luna septembrie, cînd se înregistrează maxima termică (+0,5°C), perioada de descreștere maximă a stalagmitelor de gheață se situează cu două luni mai tîrziu, în noiembrie.

Limita anuală de extindere și retragere a gheții în Rezervația Mare

Porțiunea din această sală care cuprinde grupul stalagmitelor de gheață se continuă spre nord-est cu o pantă care urcă în zona concreționarelor calcaroase. Această pantă s-a dovedit a fi spațiul în care are loc anual avansul și retragerea gheții, a cărei migrațiune a fost urmărită pe trei direcții, și anume : limita estică a sălii (punctul numit „la crucea neagră"), centrul pantei (punctul numit „în șa") și limita vestică a sălii (punctul numit „în spatele brazilor" [5]).

Datele obținute în 1964 sînt rezultatul marcării lunare a limitei gheții pe podeaua peșterii. Nu avem încă date de corelație comparativă cu alți ani și, din acest motiv, nu putem raporta — decît în mică măsură — mișcarea gheții la climatul exterior. Datele obținute, cuprinzînd momentul, durata și limita extremă a extinderii gheții, pot fi redate astfel :

[3] Detalii asupra acestui mecanism vor fi date în altă lucrare.

[4] Cu excepția zonelor celor mai profunde ale peșterii (partea lipsită de gheață a Rezervației Mari și culoarul Coman) care reprezintă o „rezervație termică", fiind ferite de influența directă a blocului de gheață și a climatului exterior.

[5] Nume dat unor masive stalagmitice calcaroase.

	Sectorul estic	Sectorul central	Sectorul vestic
Interceptarea retragerii	17. III. 64 coborîre cu 5 cm	17. III. 64 coborîre cu 22 cm	17. III. 64 coborîre cu 25 cm
Durata relativă a retragerii	pînă la 12. IX. 64 (6 luni)	pînă la 25. XI. 64 (8 luni)	pînă la 12. IX. 64 (6 luni)
Limita inferioară a retragerii (cm)	330	345	385

Examinarea datelor de mai sus şi interpretarea valorilor termice subterane şi de suprafaţă (în măsura posibilităţilor), corespunzătoare în timp, ne permit desprinderea cîtorva concluzii :

— Retragerea gheţii începe cînd temperatura în limita estică a sălii a urcat la 0°C (17.III.1964).

— Durata şi amplitudinea retragerii sînt maxime pentru zona centrală a sălii, lipsită de un relief stalagmitic care poate împiedica mişcarea curenţilor de convecţie din peşteră. Un asemenea relief, cu forme negative, nişe etc., există în celelalte două sectoare.

— Comparată cu evoluţia stalagmitelor de gheaţă din vecinătate, durata retragerii gheţii corespunde aproape perfect cu perioada de menţinere a dezvoltării maxime a stalagmitelor. Această constatare — aparent paradoxală — se explică prin condiţiile de microclimat diferit din cele două porţiuni ale sălii.

Cunoaşterea migraţiunii gheţii va deveni un element esenţial în studiul dinamicii formaţiunilor de gheaţă cînd ea va putea fi comparată cu anii învecinaţi şi corelată datelor de climat exterior.

Primenirea aerului din peşteră

În cursul înregistrărilor microclimatice din peşteră, la 17.III.1964, în Sala Mare, a fost obţinută o termohigrogramă cu totul deosebită de cele obţinute anterior. Noua înregistrare prezenta, pentru orele dinspre dimineaţă, o coborîre a umidităţii pînă la 80%, iar a temperaturii pînă la —10°C. După ora 11 a.m., umiditatea şi temperatura au revenit la normal. Continuarea înregistrărilor în zilele următoare a demonstrat repetarea anomaliei amintite pe încă două termohigrograme de 24 de ore. În 18.III.1964 umiditatea a scăzut la 72%, iar temperatura de la —4°C la —7°C. În zilele de 20—23.III.1964 umiditatea a revenit constant la 100%, iar temperatura relativ constant (±1,5°C) la —3°C.

Formulăm în continuare o explicație ipotetică a fenomenului descris :

Prezența unei atmosfere cu o umiditate de numai 72% în Sala Mare este improprie peșterii, accidentală. Umiditatea relativă a aerului din Ghețarul de la Scărișoara este peste tot de 98—100%. Considerăm că interceptarea unei atmosfere cu umiditatea și temperatura atît de scăzute se datorește pătrunderii spontane de aer rece și uscat de la exterior în peșteră.

În serile corespunzătoare celor trei zile în care în orele dinspre dimineață au fost înregistrate anomaliile, temperatura exterioară era de —13°C la ora 20,30. Evident, pătrunderea de aer pe care o presupunem a trebuit să dislocuiască un volum corespunzător de aer din subteran. Credem că acest fenomen s-a produs printr-o primenire relativ spontană a porțiunilor cu aer cald (peste +3°C) din bolțile foarte înalte ale Rezervației Mari. Dacă această explicație este valabilă, asemenea dislocuiri de aer au loc atunci cînd se creează un dezechilibru între cantitatea de aer rece și greu din aven și zonele cu aer cald din bolțile Rezervației Mari.

Ca o consecință a fenomenului de primenire spontană a atmosferei peșterii apare și comportamentul termic al culoarului Coman. Se constată că în februarie 1964, cînd au fost înregistrate minimele termice subterane, temperatura din această galerie atinge o maximă. Această anomalie este determinată, probabil, de cantitatea masivă de aer rece care pătrunde în peșteră în perioada de timp în care, la exterior, temperatura scade mult sub valoarea din subteran. În aceste condiții, curentul de aer rece care se scurge în mod normal numai la nivelul planșeului galeriei de intrare ocupă cea mai mare parte sau chiar toată secțiunea acesteia, silind aerul cald (al cărui punct de origine principal îl constituie tocmai culoarul Coman) să se acumuleze în bolțile tavanului Rezervației Mari. O astfel de acumulare diminuează sau chiar oprește curentul de ieșire din culoarul Coman (care poate fi observat direct din pricina secțiunii mici a acestuia), producînd ridicarea temperaturii. Revenirea la normal se poate produce cu ocazia primenirilor spontane ale aerului din peșteră, cu condiția ca acestea să aibă o amplitudine suficient de mare, ocazie cu care are loc o dislocuire masivă de aer cald din peșteră. Menționăm că, din lipsa datelor experimentale directe, și această explicație rămîne ipotetică.

Fenomenul de sublimare și volatilizare a gheții

Cercetările efectuate pentru descoperirea acestui fenomen au plecat de la presupunerea teoretică a necesității apariției prin sublimare a gheții în peșteră. Determinarea compoziției izotopice a gheții, realizată pentru un număr de 25 de straturi din planșeul de gheață al Sălii Mari (M. Ş e r -

b a n, L. B l a g a şi colab., 1961), a arătat deosebiri semnificative în privinţa conţinutului în deuteriu şi în O^{18} între diferitele straturi de gheaţă, depuse probabil în diferiţi ani. Or, aceste deosebiri nu se pot constitui decît în condiţiile în care sublimarea participă fie la depunerea gheţii, fie la ablaţiunea ei. Fenomenul a fost descris de H. S e i f e r t (1927) din peştera Eisrisenwelt din Austria.

Primele noastre observaţii au fost făcute asupra chiciurei care apare pe pereţii de calcar ai Sălii Mari. Apariţia acesteia este însă determinată de existenţa unor surse de evacuare a aerului cald din zonele mai profunde ale peşterii, nefiind deci în identitate cu cauzalitatea volatilizării şi sublimării [6].

Existenţa fenomenului de volatilizare a fost determinată şi demonstrată experimental în sala numită Biserica pe stalagmitele de gheaţă. Aceste stalagmite, a căror dinamică este, de asemenea, urmărită lunar, au prezentat, în lunile februarie, martie şi aprilie 1964, o zonă reliefată, de 2—5 mm grosime, delimitată în suprafaţă de limitele reperelor de staniol care au fost folosite pentru marcarea periodică a înălţimii formaţiunilor. Este evident faptul că, în timp ce gheaţa a putut să se volatilizeze pe laturile coloanelor, reperul instalat pe partea superioară a acestora a împiedicat trecerea vaporilor în atmosferă, dînd naştere unui „martor de volatilizare".

Pentru urmărirea fenomenelor de sublimare şi volatilizare în Sala Mare au fost instalate în puncte diferite, la nivelul planşeului de gheaţă, trei staţii experimentale, alcătuite fiecare dintr-un disc de lemn şi o placă de sticlă (fig. 3). Apariţia de cristale (fig. 4) şi dispariţia lor de pe aceste corpuri şi chiar îngroparea în gheaţă şi apoi revenirea lor la suprafaţa planşeului au demonstrat existenţa sublimării şi a volatilizării şi în perimetrul Sălii Mari.

Menţionăm că manifestarea fenomenului de volatilizare (fig. 5) (lunile februarie, martie şi aprilie 1964) corespunde perioadei în care s-au obţinut termohigrogramele anormale, cu înregistrări de umiditate de numai 72—80%. Condensarea gheţii a fost observată în lunile martie, aprilie şi mai 1964, adică într-o perioadă în care umiditatea se păstrează constant la 100%, iar temperatura nu se ridică peste 0°C. Se pare că cele două fenomene sînt în echilibru ; nu ştim însă dacă ele determină sau nu creşterea sau scăderea nivelului gheţii din Sala Mare, cu toate că, în această privinţă, R. S a a r (1955) observă faptul că sublimarea gheţii se face uneori cu viteze foarte mari (*explosiven Regeneration des Höhleneises*). De

[6] Termenii de volatilizare şi sublimare sînt stabiliţi după P. A. Sumski (1955).

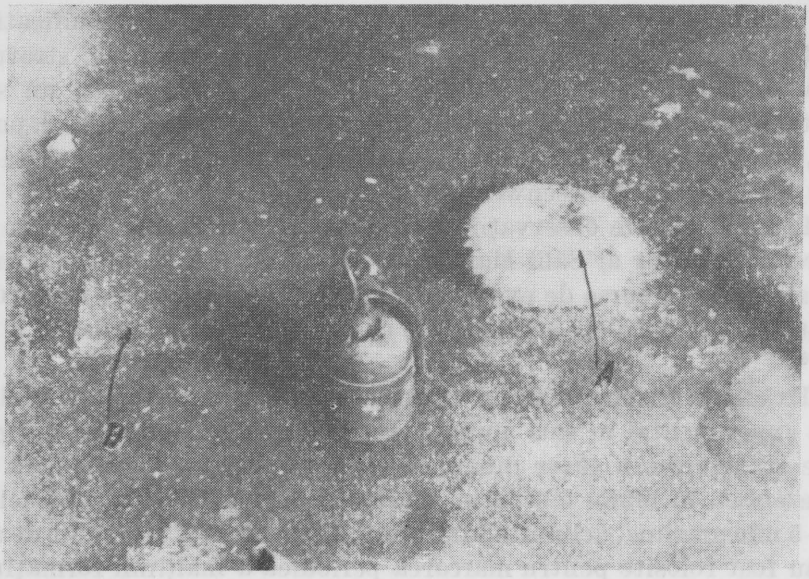

Fig. 3. — Staţie experimentală pentru urmărirea fenomenului de sublimare a gheţii. Se observă cristalele de gheaţă pe discul de lemn (A) şi placa de sticlă îngropată în gheaţă (B).

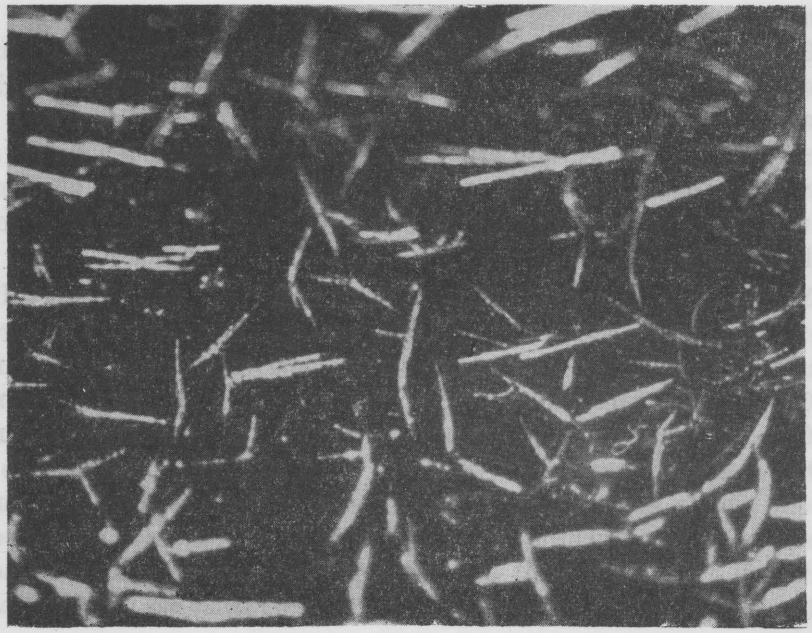

Fig. 4. — Macrofotografie a cristalelor de sublimare obţinute pe plăcile de sticlă (1/2).

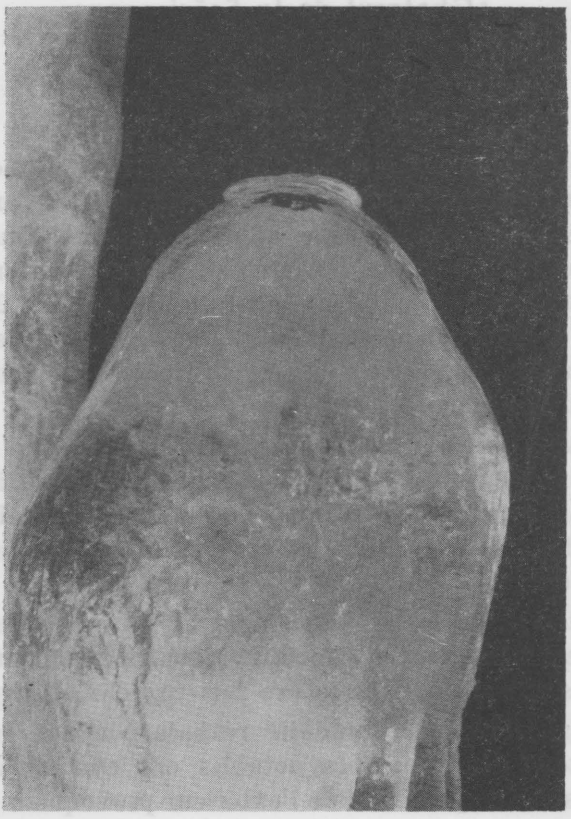

Fig. 5. — „Martor de volatilizare" pe vîrful unui stalagmit de gheaţă din sala Biserica.

asemenea nu putem încă preciza dacă apariţia cristalelor de gheaţă pe plăcile de sticlă reprezintă un fenomen clasic de condensare sau dacă această apariţie trece şi printr-o fază lichidă, chiar efemeră (P. A. S u m s k i, 1955).

Observations sur le microclimat de la grotte «Gheţarul de la Scărişoara»

Résumé

Le travail présente les résultats préliminaires d'une série d'observations effectuées périodiquement dans la grotte « Gheţarul de la Scărişoara » chaque mois pendant une année et demie. Quatre problèmes principaux font l'objet de ces recherches : 1. Le retardement des effets du climat extérieur sur le microclimat de la grotte ; 2. Le processus d'avancement et de reculement de la glace ; 3. La ventilation spontanée de l'atmosphère de la grotte ; 4. Le phénomène de sublimation et de volatilisation de la glace.

On a établi que les modifications saisonnières des paramètres climatiques de l'extérieur provoquent un changement proportionnel du climat souterrain, mais avec un retardement de quelques mois. Plus la distance entre la zone donnée de la grotte et l'extérieur est grande, plus ce retardement est accentué.

Les limites annuelles d'avancement et de reculement de la glace sont en étroite liaison avec les modifications microclimatiques, mettant en évidence les variations locales des facteurs climatiques de la grotte.

Des enregistrements d'humidité réalisés pendant les mois d'hiver et qui présentent des anomalies notables ont conduit à la conclusion que les très basses températures de l'extérieur provoquent une ventilation spontanée de la grotte. Cette ventilation se traduit par une pénétration active de l'air froid dans la grotte, qui provoque un grand abaissement de la température et surtout de l'humidité, en dehors des limites entre lesquelles peut varier d'habitude le microclimat souterrain.

La découverte du phénomène de sublimation et de volatilisation de la glace a été faite par la détermination de sa composition isotopique. Des expériences originales ont démontré plus tard que ces deux phénomènes sont généraux pour la grotte. Il n'est pas encore possible de dire s'ils contribuent ou non à la modification du volume du bloc de glace.

Explication des figures

Fig. 1. — La carte de la grotte « Gheţarul de la Scărişoara ».

Fig. 2. — Les variations thermiques dans quelques points d'observation de la grotte « Gheţarul de la Scărişoara ».

Fig. 3. — Station expérimentale pour l'étude du phénomène de sublimation de la glace. On voit les cristaux de glace sur le disque de bois (A) et la plaque de verre enfoncée dans la glace (B).

Fig. 4. — Macrophotographie des cristaux de sublimation obtenus sur les plaques de verre (1/2).

Fig. 5. — « Témoin de volatilisation » sur le bout d'une stalagmite de glace dans la salle nommée « l'Église ».

Bibliografie

1927 Racoviță E. G., *Observations sur la glacière naturelle dite „Gheţarul de la Scărişoara"*, Bull. Soc., Sci. Cluj, t. III.

1955 Saar R., *Die Dachstein-Rieseneishőhle nächst Obertraun und ihre Funktion als dynamische Wetterhőhle*, Jahrbuch des Oberösterreichischen Musealvereines, vol. 100.

1927 Seifert H., *Studien an Höhleneis, Mitt. über Hőhlen u. Karstforschung*, Z. d. Hauptverbandes deutscher Höhlenforscher, nr. 4, p. 105—125.

1948 Şerban M., Coman D. et Givulescu R., *Découverts récents et observations sur la glacière naturelle dite „Gheţarul de la Scărişoara"*, Bull. Soc. Sci. Cluj, t. X.

1961 Şerban M., Blaga L., Chifu A. u. Ciobotaru T., *Beiträge zur Stratigraphie der Eisablagerungen aus der Scărişoara-Eishőhle*, Zusammenf. der Vorträge beim 3. Internat. Kongress für Speläologie, *Die Hőhle*, Vienne, an. 12., sept. 1961, nr. 2/3, p. 102.

955 Sumski P. A., *Principes de Glaciologie structurale*, Ann. du Centre d'études et documentation paléontologiques., nr. 22 (trad. de J. Pietresson de Saint-Aubin şi A. Bauer).

Institutul de speologie „Emil Racoviță"
secţia Cluj.

Primit la redacţie la 14 martie 1965.