

MIROSLAV PULEC, DIONÝZ VASS*

LES TEXTURES ET LES STRUCTURES DES TUFS SOUDÉS DU NÉOGENE SUPÉRIEUR DE LA SLOVAQUIE ORIENTALE

(Fig. 1—23)

Résumé: Description des textures et des structures des tufs soudés de la Slovaquie orientale formant un complexe d'environ 100 m de puissance. Les tufs sont fortement soudés dans la partie moyenne, tandis qu'en bas et en haut ils ne le sont pas.

Le forage d'exploration percé dans le bassin de Košice (près du village Komárovce, environ 20 km au SW de Košice) en Slovaquie orientale a traversé au sein des dépôts lacustres et continentaux du Miocène supérieur (Sarmatien?) un niveau de presque 100 m de puissance de roches volcaniques (fig. 1).

La partie inférieure dudit niveau, puissante de 3 m à peine, est constituée de tufs biotitiques avec indices de triage et de stratification. Nous ne nous occuperons pas spécialement de ce niveau parce qu'il n'a probablement pas de liaison génétique directe avec les tufs qui le surmontent. Ces derniers se distinguent des tufs sous-jacents par plusieurs traits particuliers. Ils ne sont ni triés ni stratifiés, en majeure partie plus ou moins soudés (*welded tuff*); le niveau le plus aggloméré se trouve au milieu. La dureté des tufs dépend de l'intensité de la soudure (*agglomération*). Les niveaux de tufs non soudés sont incohérents, ceux des tufs soudés sont compacts.

Le matériel des tufs est représenté en majeure partie par cendres volcaniques renfermant souvent des poncees et des obsidiennes de forme „flamme“ (F. Zamboni 1919, A. N. Zavaritsky 1946). On n'a pas constaté de blocs. Le matériel exogène est plus abondant dans la partie supérieure. La grandeur des xénolithes ne dépasse pas 2 cm.

La puissance du complexe des tufs non triés, pour la plupart soudés, atteint 81,5 m. Les parties inférieure et supérieure de ce complexe ont une teinte claire, la partie



Fig. 1.

* RNDr. M. Pulec, RNDr. D. Vass, CSc., Institut géologique Dionýz Štúr, Bratislava, Mlynská dolina 1.

moyene, plus fortement soudés, est foncée. L'agglomération a provoqué une modification de la forme et de la couleur des pences: claires à l'origine, elles sont devenues plus foncées et affectèrent l'aspect d'obsidiennes. Le contraste des pences sombres avec la

pâte claire donne aux tufs un aspect tacheté, souligné par la présence de matériel exogène et de grands cristalloclastes. Les fragments de ponce sont déformés. En section perpendiculaire au plan de la foliation ils sont lenticulaires, fusiformes ou linguiformes („fiamme“), en section parallèle ils sont plus ou moins isométriques. On n'a pas observé que l'agglomération aboutisse à la formation d'un verre compact.

D'après l'intensité de l'agglomération et d'autres traits particuliers le complexe des tufs non triés et non stratifiés peut être divisé en cinq parties (voir coupe A-E) (fig. 2).

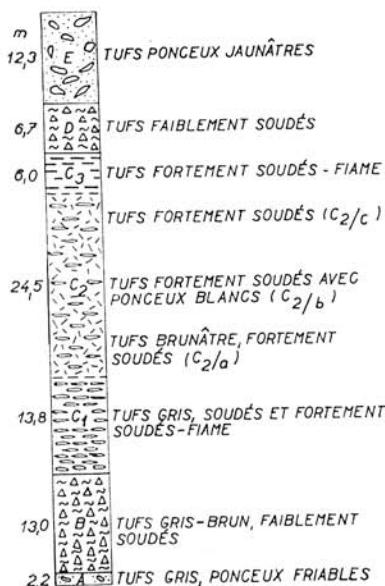


Fig. 2. Coupe géologique de la série des tufs soudés.

on observe la cristobalite et la calcédoine, plus souvent les andésites, moins fréquemment les schistes chloriteux, rarement les morceaux arrondis de roches sédimentaires.

A. Tufs ponceux gris, friables. Dans le forage, ils forment un niveau de 2.2 m. mais comme on est en présence d'un accident tectonique il s'agit d'une puissance réduite — la vraie n'est pas connue (fig. 3, 4).

B. Au-dessus on observe 13 m de tufs peu soudés d'un gris brun. Ils contiennent ici et là des fragments irréguliers d'obsidiennes et d'assez nombreux morceaux de ponce claire d'un diamètre pouvant atteindre 1 cm. Assez fréquemment on voit des fragments irréguliers de verre volcanique inclus dans la pâte vitreuse. Dans la partie inférieure de ce niveau on remarque des fragments de verre volcanique peu soudés, un peu allongés, semblables à de courtes cordelettes, parfois en forme de Y, et des fragments plus grands avec des pores. Dans la partie supérieure de ce niveau l'agglomération, plus poussée, se traduit par un étirement plus prononcé des fragments de verre volcanique, par un aplatissement plus fort des pences qui deviennent lenticulaires, allongées et ont des vacuoles déformées. La présence d'échardes de verre volcanique, qui sont probablement des restes de pences éclatées, montre que lors de la genèse du complexe ignimbritique les manifestations volcaniques se traduisaient par le violentes explosions. En fait de cristalloclastes on n'observe que des plagioclases dont la plupart

Description des tufs

Les tufs soudés dont on a fait l'analyse chimique montrent une structure vitrocristalline-lithoclastique. La pâte est vitreuse, sourbée par la pression. Parmi les minéraux on reconnaît principalement les plagioclases, pour la plupart hypidiomorphes, parfois avec angles arrondis par la fusion. Les minéraux accessoires ne sont représentés que par le zircon, les minéraux — par la magnétite limonitisée. Les minéraux secondaires sont la calcite, la chlorite, la chloropale; dans les alvéoles

a contours hypidiomorphes. Les fragments d'andésites et de grès sont rares. L'analyse de la fraction lourde l'en échantillon prélevé dans la partie inférieure du complexe a révélé la présence de la sidérite et de la calcite (98 %), du zircon et le l'apatite assez fréquents, cù et là de la staurolite. La fraction légère est constituée de verre

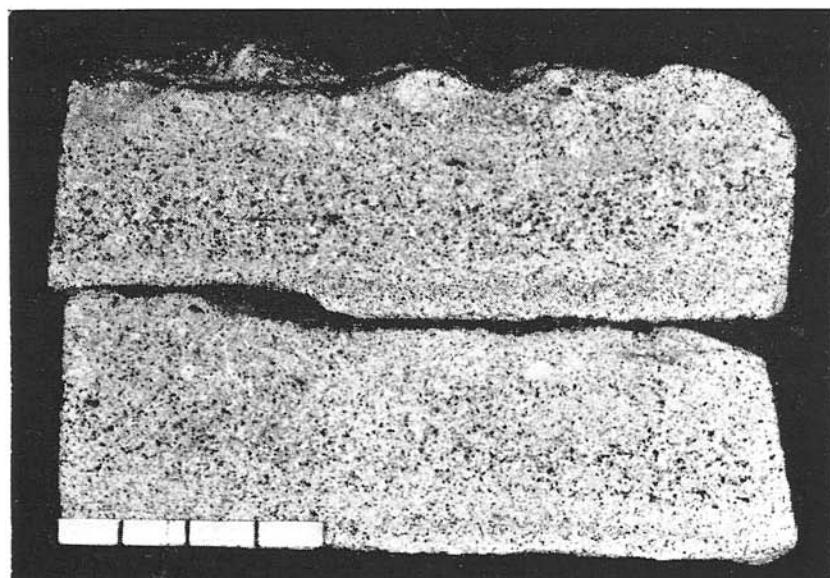


Fig. 3. Tufts gris-claire vitrocristallo-lithoclastiques avec biotite. (Coupe A.) Coll. M. Pulec, photo F. Vrbovský.

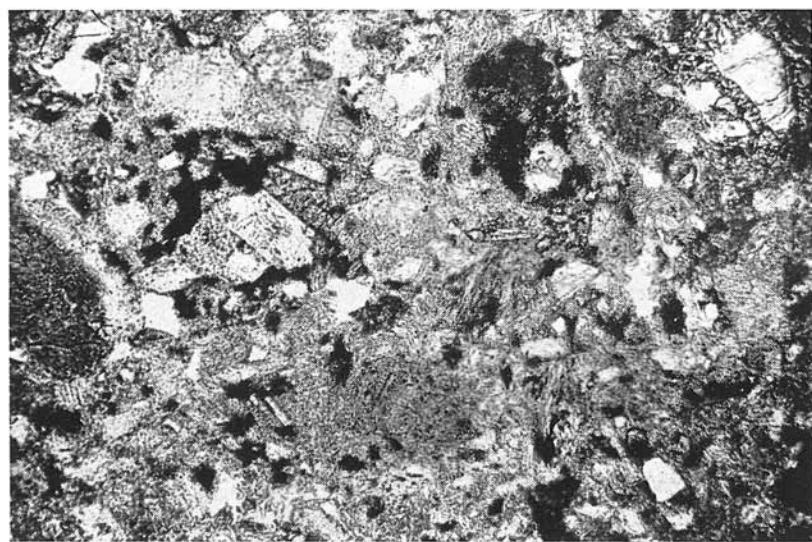


Fig. 4. Tufts vitrocristallo-lithoclastiques faiblement soudés. (Coupe A.) Agrandissement 24 X. Coll. M. Pulec, photo F. Vrbovský.

volcanique à indice de réfraction 1,494–1,515 répondant au magma rhyodacitique, de fréquents plagioclases (15%) et de β -quartz (fig. 5, 6, 7).

C. Tufts soudés et fortement soudés de 30,5 m de puissance.

C₁. La partie inférieure de ce niveau (13 m) comprend des tufts soudés gris avec fragments de roches étrangères — andésites, grès et argillites. Les premières sont en prédominance. Macroscopiquement on voit souvent des obsidiennes très allongées

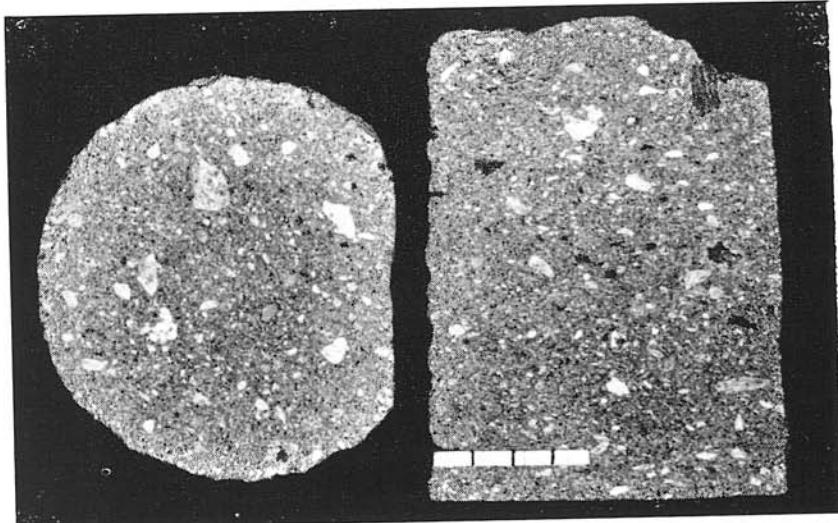


Fig. 5. Tufts gris-brun, faiblement soudés. (Coupe B.) Section parallèle (A) et section perpendiculaire (B) au plan de la foliation. Coll. M. Pulec, photo F. Vrbovský.

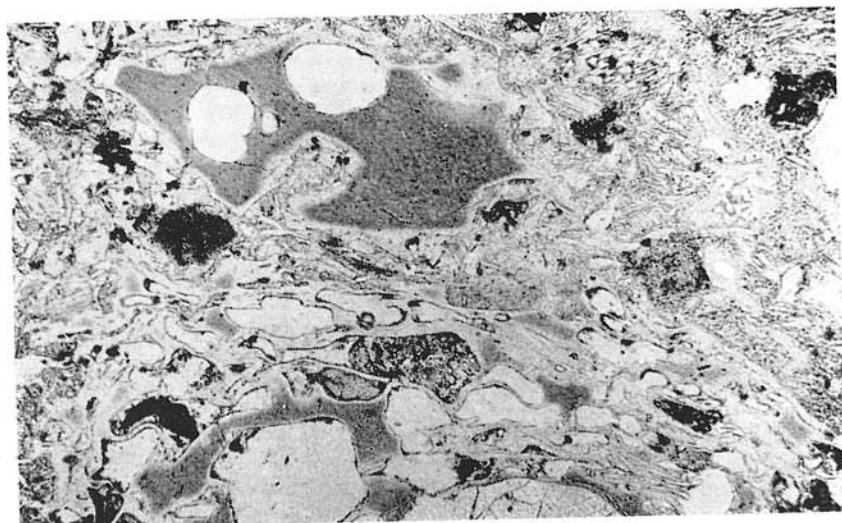


Fig. 6. Des fragments irréguliers de verre volcanique inclus dans la pâte vireuse. (Coupe B.) Agrandissement 72 X. Coll. M. Pulec, photo F. Vrbovský.



Fig. 7. Faibles aplatissements des poncees dans les tufs faiblement soudés (B). Agrandissement 72 X. Coll. M. Pulc, photo F. Vrbovský.

(2 cm au maximum) qui rappellent beaucoup les „fiamme” des piperno (F. Zamboni 1919), mais ne sont pas divisées aux extrémités. Les tufs soudés sont vitrocristalliotlastiques, à pâte vitreuse. Cette dernière contient des fragments de verre ayant l'apparence de cordelettes qui sont en partie alignés, étirés et perdent leur forme originelle. La discontinuité de ces cordelettes est typique pour les tufs soudés (C. S. Ross et R. L. Smith 1961, p. 44). Les cristalloclastes de plus grande dimension sont partiellement moulés par la pâte vitreuse. Les poncees sont très aplatis, le plus souvent minces et étirées. Leur structure, initialement poreuse, est détériorée, les pores complètement dissipés, les surfaces gauchies affectent la forme de lamelles qui sont soit disposées dans un plan horizontal, soit — plus rarement — étirées tortueusement, courbées et se font parfois suite sans interruption; là et là on voit des lamelles déchirées et moins recourbées.

Les cristalloclastes sont pour la plupart des plagioclasse hypidiomorphes, parfois avec angles arrondis et faces portant de faibles traces de fusion.

On observe des fragments de verre dévitrifiés. Les sphérolites ne sont visibles qu'entre les nœuds croisés. La pâte vitreuse et les poncees aplatis ne sont jamais atteintes par la dévitrification. La pâte n'est qu'en très petite partie remplacée par les carbonates. Cette substitution s'observe en particulier sur les fragments de verre et notamment les phénocristaux (fig. 8, 9, 10).

C₂. Les tufs soudés décrits ci-dessus sont surmontés de 24,5 m de tufs dont l'aggrégation est encore plus forte. On y distingue trois parties. L'inférieure est formée de tufs soudés de couleur brun gris. Les fragments isométriques de roches sédimentaires qui s'y trouvent inclus ont un liséré blanc formé probablement de verre volcanique qui s'est collé pendant le transport. On constate en outre des fragments d'andésites. Il est probable que le tuf soudé s'est formé aux dépens des cendres fins car les poncees qu'il contient sont de petite dimension (0,3 cm au maximum). Les cristalloclastes sont

représentés surtout par les plagioclases hypidiomorphes. L'arrondissement des faces de pyramide dû à la fusion ne s'observe que rarement sur les grands individus. La pâte vitreuse renferme peu de fragments de verre volcanique. Les tufs soudés bruns sont inégalement atteints par la dévitrification; les fragments de verre volcanique et les pences aplatis le sont dans une faible mesure, tandis que les parties de la roche

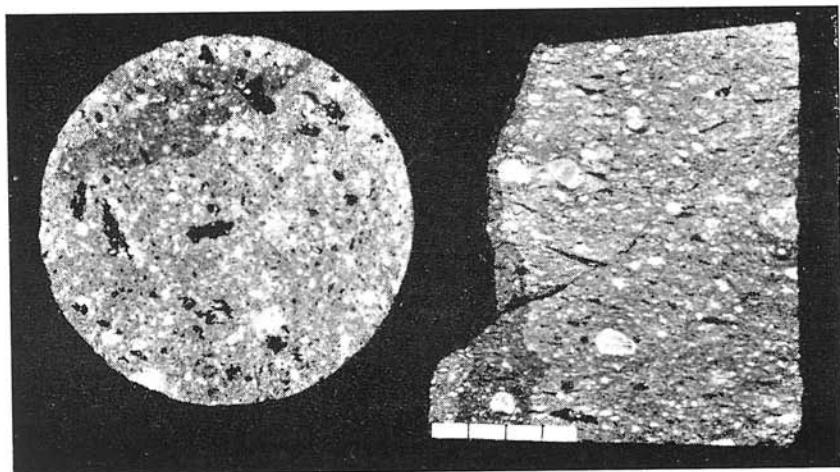


Fig. 8. Tufs gris, soudés et fortement soudés — fiamme avec des fragments de roches étrangères — andésite, grès et argillites. (Coupe C₁) Section parallèle (A) et section perpendiculaire (B) au plan de la foliation. Coll. M. Pulec, photo F. Vrbovský.

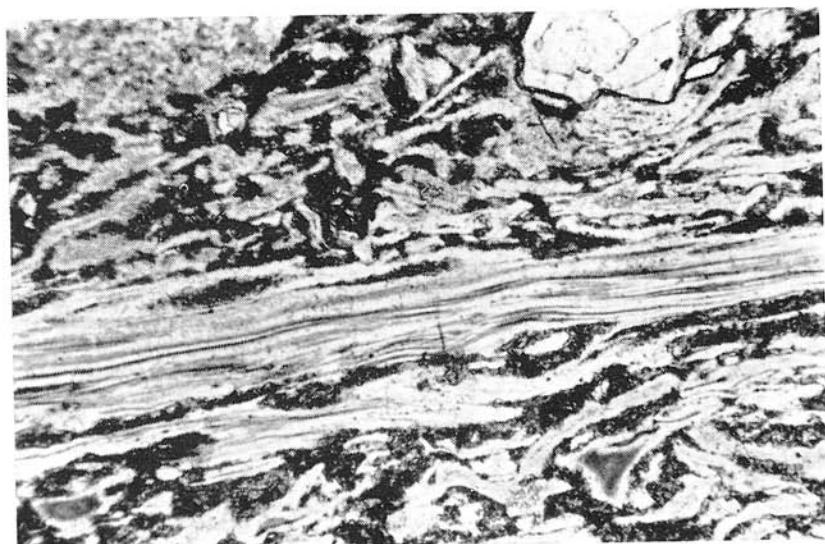


Fig. 9. Aplatissement plus fort des pences qui deviennent lenticulaires allongées. (Coupe C₁). Agrandissement 72 X. Coll. M. Pulec, photo F. Vrbovský.

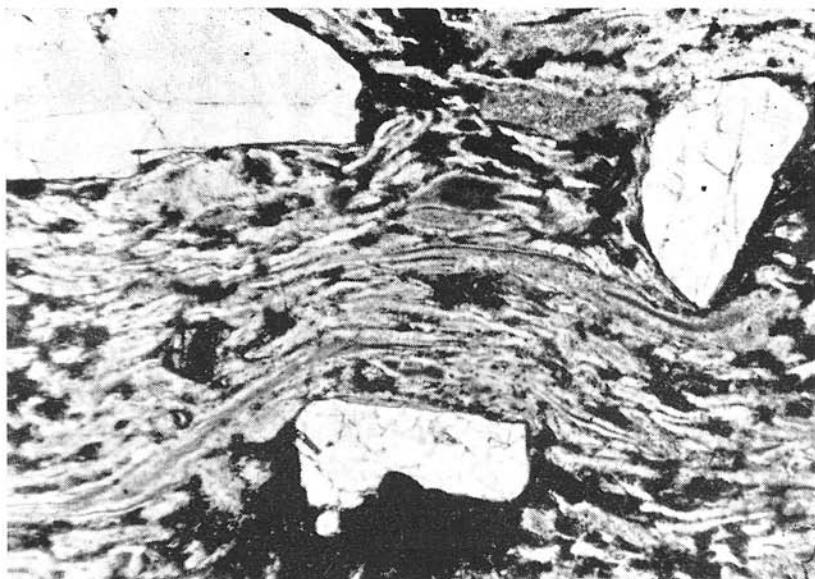


Fig. 10. Les cristalloclastes sont partiellement moulés par la pâte vitreuse. Les cristalloclastes sont sur angles arrondis et de faibles traces de fusion. (Coupe C₄) Coll. M. Pulec, photo F. Vrbovský. Agrandissement 72 X.

avoisinant les fissures sont à tel point dévitrifiées que les tufs perdent leur caractère initial et acquièrent une structure sphérolitique.

La partie moyenne de ce niveau est représentée par des tufs soudés gris à pences aplatis blanches de grande dimension (5 cm au maximum), très caractéristiques. À l'origine, leur structure était celle des tufs fortement soudés avec des fragments étirés de verre volcanique. Le niveau en question a subi une altération inégale. La dévitrification du verre volcanique et des pences plusieurs degrés. Ses produits sont disposés de différentes façons, le plus souvent ils croisent les fragments aplatis de verre, les pences et la pâte vitreuse.

La disposition alignée des éléments des agrégats n'est manifestée qu'entre les nicks croisés. On ne voit pas fréquemment des produits de dévitrification disposés parallèlement aux fragments aplatis de verre volcanique. Dans la règle, les morceaux de verre inclus dans la pâte sont plus fortement atteints par l'altération. De ce fait, la structure axiolitique, typique pour les tufs des coulées de cendres (ash-flow tuffs, C. S. Ross et R. L. Smith 1961, p. 37), ne s'est conservée que par places. La forte dévitrification accompagnée de la formation de spérolites et d'agrégats rayonnés de feldspaths (et, probablement, de cristobalites) masque le caractère tufacé de la roche.

Rarement, on voit dans les tufs dévitrifiés des vacuoles tapissées de druses de cristobalite et remplies de verre amorphe. La formation de ces vacuoles est probablement due au dégagement de matières volatiles au cours de la dévitrification. La teneur en verre en matières volatiles serait donc élevée (comp. C. S. Ross et R. L. Smith 1961, p. 37).

La partie supérieure du niveau en question est formée des tufs fortement soudés

d'un gris sombre allant au noir. Par leur aspect ils rappellent les perlites. Comme dans la partie inférieure on y observe des fragments isométriques de roches sédimentaires avec un liséré blanc. Les obsidiennes sont parfois lenticulaires (jusqu'à 3 cm de longueur).

Les fragments de verre volcanique sont disposés dans la pâte dans un plan horizontal et ont, pour la plupart, de nombreuses fissures de torsion. Les cristalloclastes sont

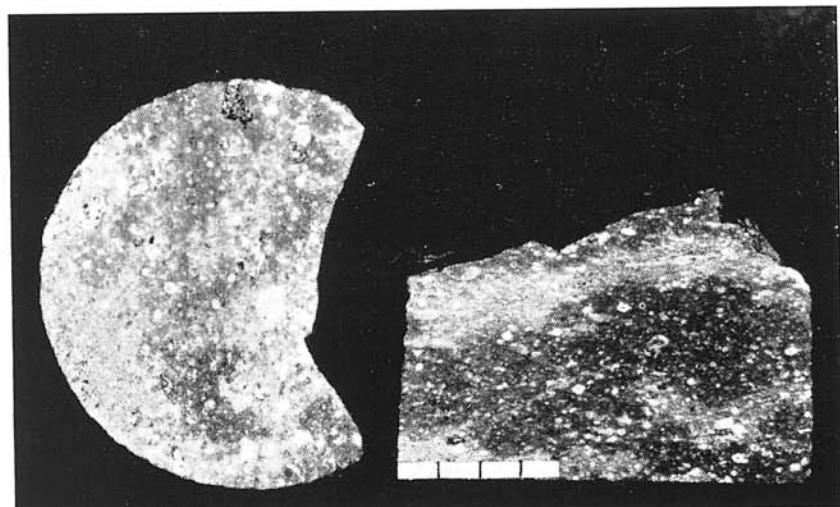


Fig. 11. Tufts brunâtres soudés et fortement soudés avec les fragments isométriques des roches sédimentaires qui ont une lisière blanche et les fragments d'andesites. (Coupe C_{2a}) Section parallèle (A) et section perpendiculaire (B) au plan de la foliation. Coll. M. Pulec, photo F. Vrbovský.

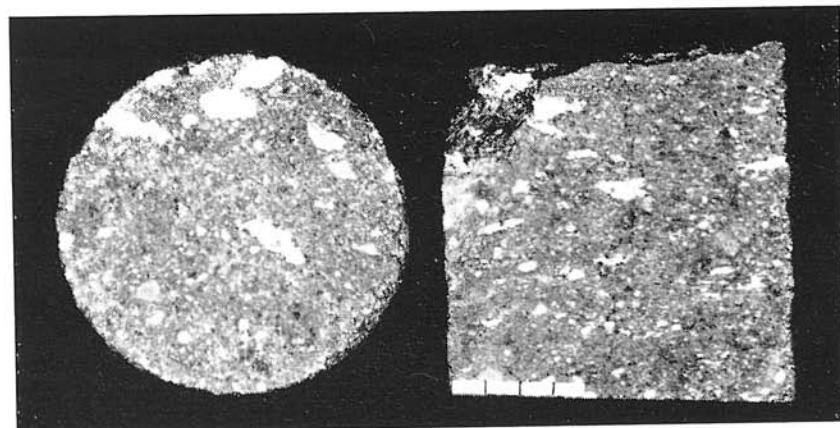


Fig. 12. Tufts fortement soudés gris à pences aplatis, blanches de grande dimension 5 cm au maximum, très caractéristiques. (Coupe C_{2b}) Section parallèle (A) et section perpendiculaire (B) au plan de la foliation. Coll. M. Pulec, photo F. Vrbovský.

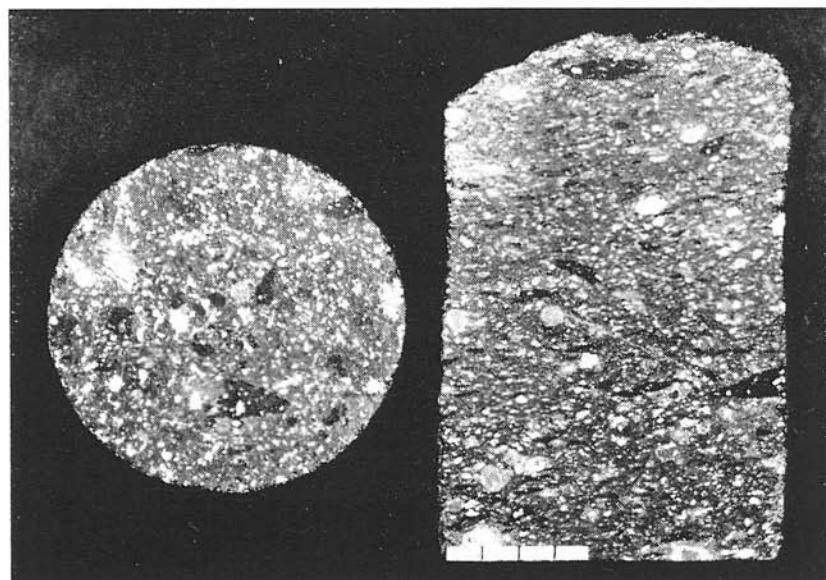


Fig. 13. Tufts fortement soudés d'un gris sombre au noir. Par leur aspect, il rappellent les perlitites. On y observe des roches sédimentaires avec une lisière blanche. Les obsidiennes sont parfois lenticulaires (Coupe C_{2c}). Section parallèle (A) et section perpendiculaire (B) au plan de la foliation. Coll. M. Pulec, photo F. Vrbovský.

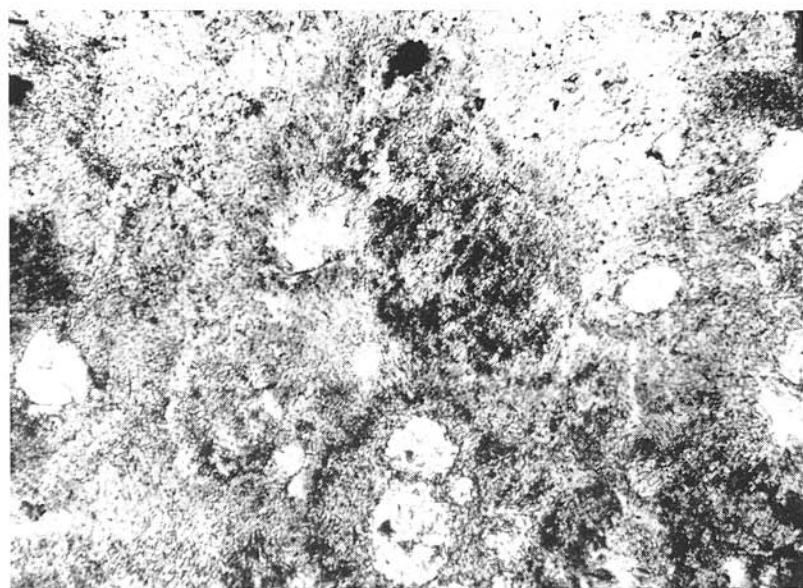


Fig. 14. Dévitrifié plus fort que les tufts perdent leur caractère initial et acquièrent une structure sphérolitique. Agrandissement 72 X. (Coupe G₂) Coll. M. Pulec, photo F. Vrbovský.

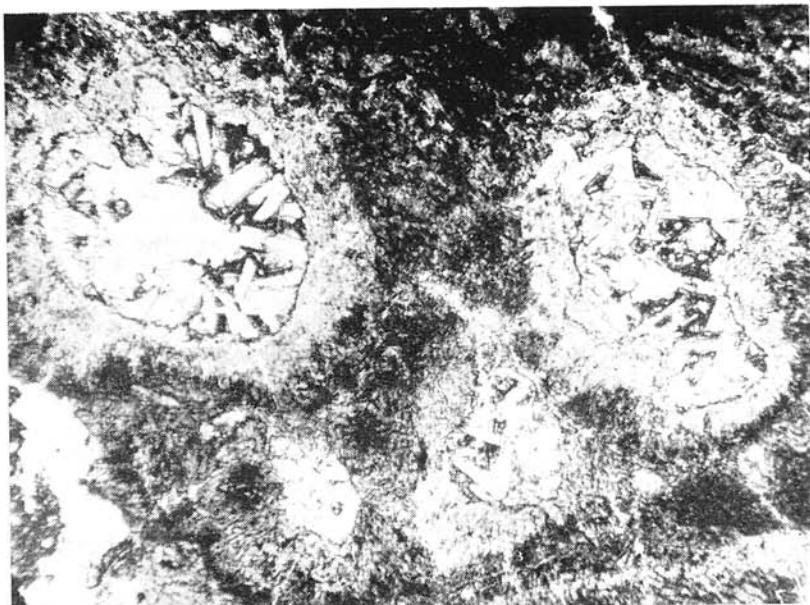


Fig. 15. Des vacuoles tapissées des druses de cristobalite. Tufts fortement soudés dévitrifiés plus fort. (Coupe C₂) Agrandissement 72 X. Coll. M. Pulec, photo F. Vrbovský.



Fig. 16. La vacuole tapisée de verre amorphe. Tufts fortement soudés dévitrifiés plus fort. (Coupe C₂) Agrandissement 72 X. Coll. M. Pulec, photo F. Vrbovský.

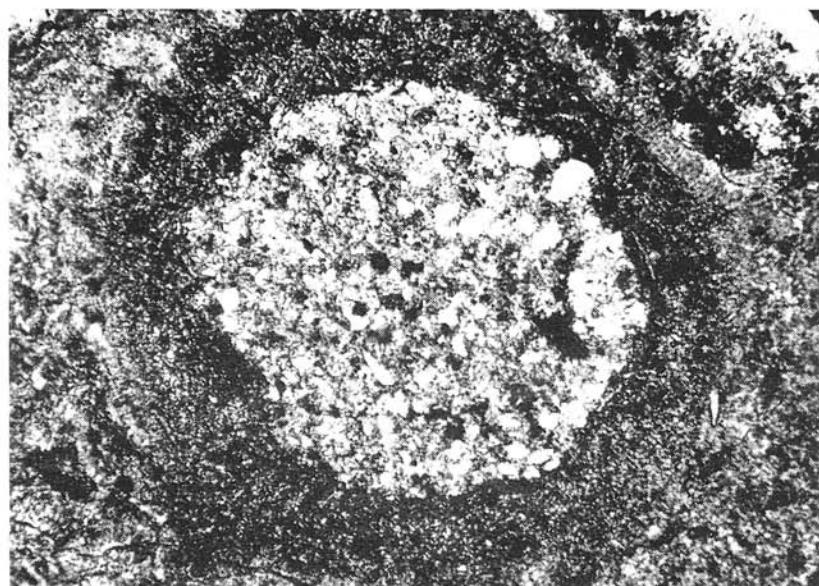


Fig. 17. Le fragment isométrique des roches sédimentaires. (Coupe C₂) Coll. M. Pulec, photo F. Vrbovský. Agrandissement 72 X.

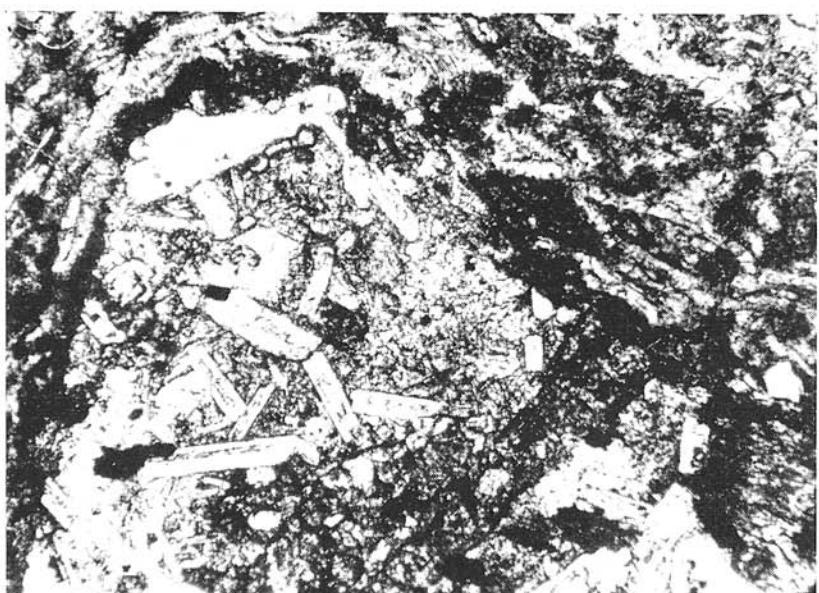


Fig. 18. Le fragment de feldspat est partiellement moulé par la pâte vitreuse. (Coupe C₂) Agrandissement 72 X. Coll. M. Pulec, photo F. Vrbovský.

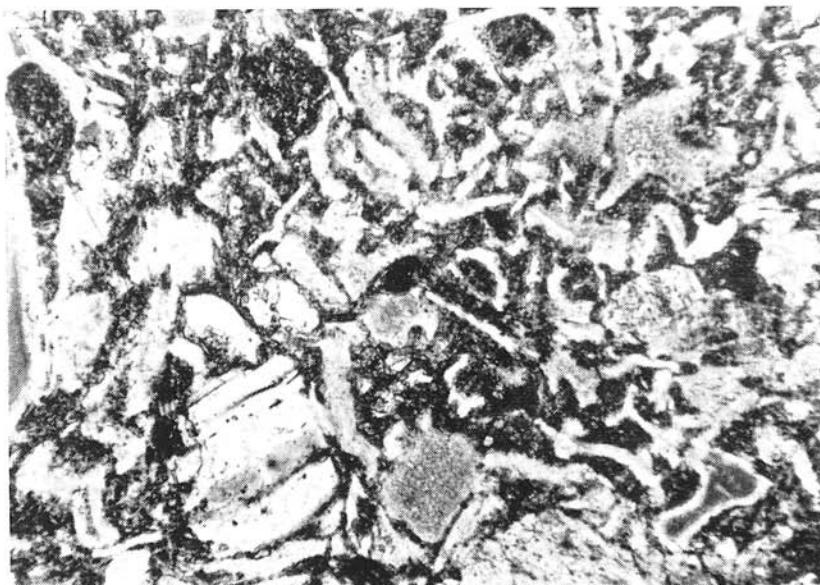


Fig. 19. Dans la section parallèle au plan de la foliation, on ne voit pas le redressement de verre volcanique. (Coupe C₂) Agrandissement 72 X. Coll. M. Pulec, photo E. Vrbovský.

hypidiomorphes ou avec des faces de pyramide arrondies. La dévitrification, qui est faible, n'affecte que certaines parties de la roche et ne modifie pas la structure originelle. Entre les nicols croisés on distingue des agrégats sphérolitiques (fig. 11-19).

C₃. Au-dessus des tufs fortement soudés vient un niveau de 6 m de puissance de tufs soudés gris avec des obsidiennes étirées — „fiamme“. Ces tufs se distinguent de ceux du niveau inférieur à „fiamme“ (C₁) par une plus grande abondance de matériel étranger, une coloration plus claire, l'absence de phénomènes de dévitrification et le caractère différent de leurs „fiamme“ qui sont divisées aux extrémités (fig. 20).

D. Tufts faiblement soudés (6,7 m). L'intensité de l'agglomération diminue progressivement de bas en haut, et finalement on a des tufs non soudés. Analogues aux tufs faiblement soudés et soudés inférieurs (B), ils s'en distinguent par leur teinte qui est d'un brun gris passant insensiblement vers le haut au gris jaunâtre, par leur teneur plus élevée en fragments de roches étrangères et la présence de rares „fiamme“ (fig. 21, 22).

E. Tufts ponceux jaunâtres de 12,3 m de puissance. Peu cohérents dans la partie inférieure, friables dans la partie supérieure. Contiennent en assez grande quantité des fragments de ponce atteignant 2 cm de diamètre (fig. 23).

Composition chimique

Les analyses chimiques des tufs fortement soudés (niveau C₂) montrent qu'ils se rattachent aux rhyolites (voir table ci-jointe).

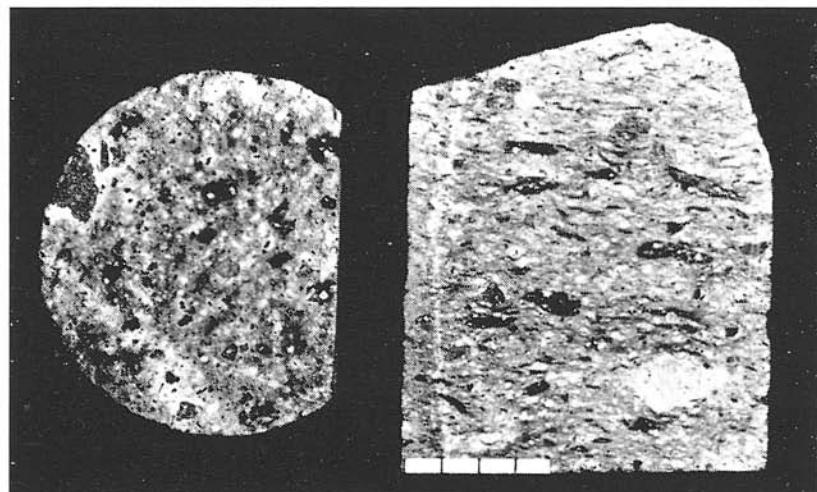


Fig. 20. Tufts gris, fortement soudés avec des obsidiennes étirées — flamme. (Coupe C₃) Section parallèle (A) et section perpendiculaire (B) au plan de la foliation. Coll. M. Pulc e, photo E. Vrbovský.

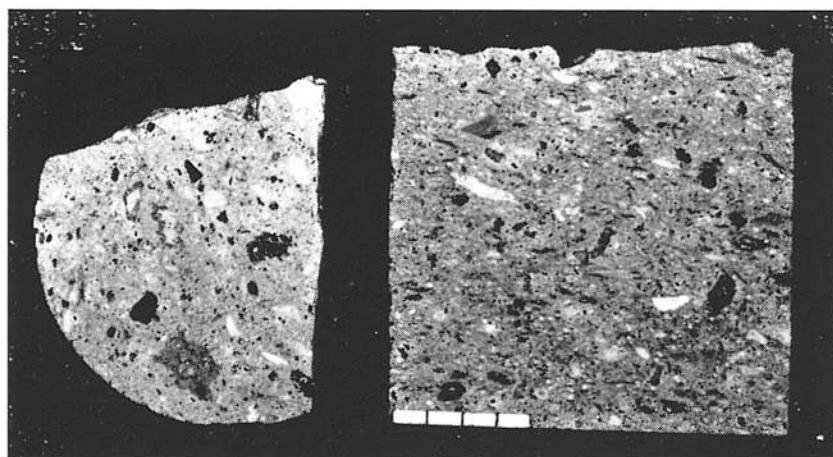


Fig. 21. Tufts gris-jaunâtre, faiblement soudés. (Coupe D.) Section parallèle (A) et section perpendiculaire (B) au plan de la foliation. Coll. M. Pulc e, photo E. Vrbovský.

Age

L'âge absolu des tufs soudés a été déterminé par deux méthodes qui contrôlent l'une l'autre, à savoir par la méthode Ar/K volumétrique et la méthode Ar/K de dilution isotopique. On a trouvé deux valeurs, 13,4 et 12,1 millions d'années, qui

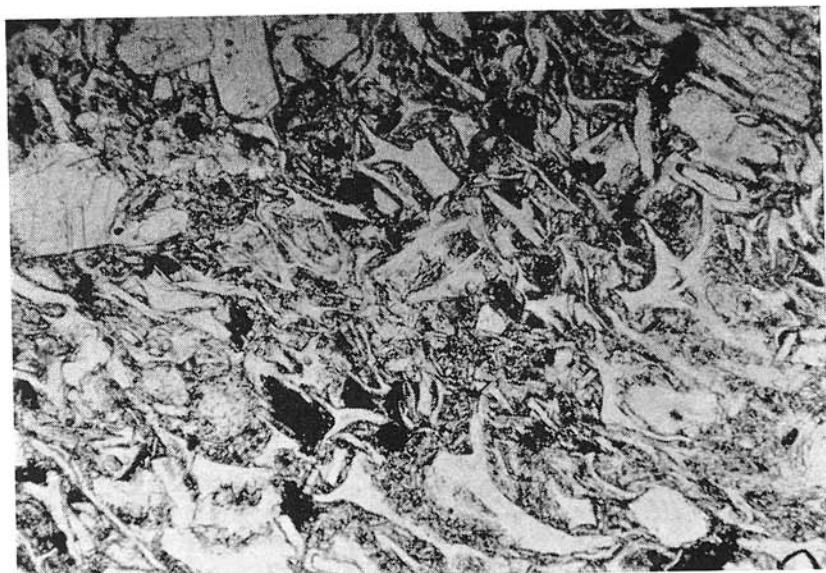


Fig. 22. Tufs faiblement soudés partie des fragments de verre volcanique est caractérisée par la forme de Y. (Coupe D.) Agrandissement 72 X. Coll. M. Pulec, photo F. Vrbovský.

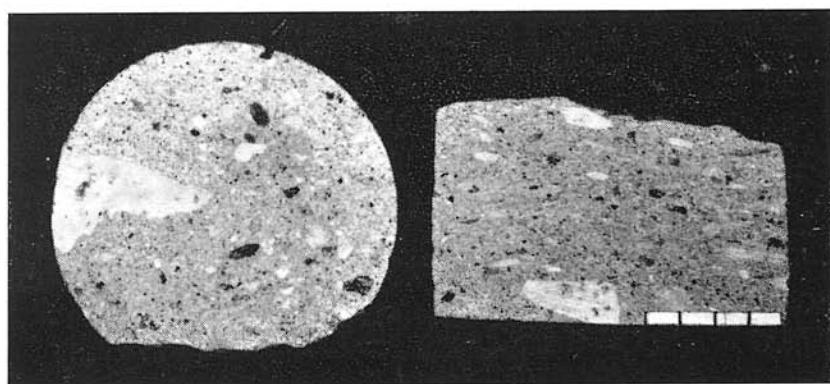


Fig. 23. Tufs ponceux jaunâtres, peu cohérents avec quantité des fragments de ponce atteignante. (Coupe E.) Section parallèle (A) et section perpendiculaire (B) au plan de la foliation. Coll. M. Pulec, photo F. Vrbovský.

donnent comme moyenne $12.75 \pm 0,75$ millions d'années pour l'âge absolu (G. P. Baldasarjan, D. Vass, V. Konečný 1968).

En comparant ces résultats avec les données sur les âges absolus de quelques autres tufs et roches néovolcaniques de la Slovaquie on peut préciser la position des roches décrites dans la séquence stratigraphique du Tertiaire supérieur de l'Europe centrale.

Tableau I. Composition chimique (Forage Komárovce)

	632,10 m	644,60 m	648,50 m
SiO ₂	70,08	72,65	74,12
TiO ₂	0,34	0,32	0,29
Al ₂ O ₃	13,61	13,66	13,41
Fe ₂ O ₃	1,12	0,79	1,16
FeO	0,85	0,85	0,85
MnO	0,09	0,09	0,09
MgO	0,68	0,54	0,54
CaO	1,82	1,54	1,75
Na ₂ O	3,20	3,59	3,53
K ₂ O	4,42	4,58	4,48
P ₂ O ₅	0,04	0,02	0,05
H ₂ O ⁺	0,33	0,24	0,22
H ₂ O ⁻	3,28	0,98	1,00
SO ₃	0,04	0,05	0,04
total	99,90	99,81	101,53

L'âge absolu des tufs rhyolitiques sarmatiens inférieurs des couches de Myšla (J. Švagravský 1964) affleurant près de Nižná Myšla serait de $13,6 \pm 2,6$ millions d'années. L'âge absolu des tufs rhyolitiques qu'on observe au milieu des tufs sarmatiens inférieurs dans les environs de Levice (près du village Sazdice) au SW de la Slovaquie peut être exprimé par des chiffres plus précis, à savoir: $13,0 \pm 0,3$ millions d'années. L'âge absolu des rhyolites de Stará Kremnička (Slovaquie centrale) est de $11,2 \pm 0,3$ millions d'années. D'après les spectres polliniques des argiles qui accompagnent les rhyolites et d'autres données géologiques ces tufs se rapportent le plus probablement au Pannonien.

Il ressort de tout ce qui a été dit que les tufs soudés (ignimbrites) du forage de Komárovce sont d'âge sarmatien. Cette conclusion n'est pas en désaccord avec la position géologiques des tufs soudés — ignimbrites telle qu'elle a été déterminée par l'un de nous dans l'ouvrage „The Age and Petrographie Composition of the Neogene Filling of the Komárovce Depression“ (D. Vass in litt.).

Conclusions

L'étude macroscopique et microscopique des tufs volcaniques du niveau traversé par le forage KO-1 permet de faire les conclusions suivantes:

1. La partie tout inférieure du niveau qui n'a pas été étudié de plus près est constituée de tufs avec indices de stratification et de triage du matériel — ce sont très probablement des dépôts éoliens partiellement triés.

2. La majeure partie du niveau — le complexe des tufs triés et non triés, soudés et non soudés — représente les tufs des coulées de cendres dans le sens de C. S. Ross et R. L. Smith (1961) ou bien le complexe ignimbritique dans le sens de V. Vlčáková (1964). Les caractéristiques de ces tufs peuvent être résumées comme suit:

- a) Tufs non stratifiés et non triés;
- b) Leur puissance correspond à celles qui sont données dans la littérature pour les tufs analogues (comp. C. S. Ross et R. L. Smith 1961);
- c) Les tufs de la partie inférieure (A) et de la partie supérieure (E) sont incohérents,

éventuellement cohérents, mais non soudés. Dans la partie moyenne (B—D) les tufs sont soudés. L'agglomération est particulièrement intense dans le niveau C₂.

d) Les tufs les plus fortement soudés sont dévitrifiés. Une dévitrification particulièrement avancée s'observe dans les parties inférieure et moyenne du niveau C₂ où l'on remarque des indices de structure axiolitique.

e) La couleur et la dureté des tufs des différentes parties du complexe (A—E) ne sont pas les mêmes.

f) Au point de vue minéralogique le complexe des tufs est homogène.

La trouvaille de tufs soudées — ignimbrites typiquement développés permet de compléter et de préciser le caractère de l'activité volcanique qui s'est manifestée en Slovaquie orientale au Néogène. La présence du corps ignimbritique — masse puissante d'environ 100 m — prouve qu'un ancien volcan existe dans la partie SW de la dépression de Košice les tufs soudés s'observent à la périphérie des volcans, à une faible distance des caractères par lesquels des matériaux élastiques incohérents et les gaz sont projetés sous forme de suspension ardente. Cet ancien volcan était particulièrement actif au Miocène supérieur. Par son mécanisme l'activité du volcan de Komárovce était semblable aux éruptions dites ignimbritiques (F. Marshall 1935) ou aux éruptions appelées flux de cendres (ash flows, C. S. Ross et R. L. Smith 1961) ou „sand flows” (C. M. Fennner 1937).

On voit d'après l'emplacement du volcan de Komárovce que les manifestation volcaniques étaient étroitement liées à la tectonique. Le volcan se trouve à l'endroit où la faille de Hornád (zone tectonique complexe s'étendant le long de la vallée du Hornád) coupe le horst de Zemplín-Berchovo (J. Slávik 1968, J. Slávik, J. Čverčko, R. Rudinec 1968). Plusieurs centres d'activité volcanique sont situés le long de ladite zone tectonique; cette dernière a donc joué un rôle important dans les manifestations volcaniques durant le Néogène (J. Slávik 1968). Les centres dont on parle se trouvent au SE de la Slovaquie, au NE de la Hongrie et au SW de la région Subkarpatique (URSS). Au Miocène supérieur, sur tout cet espace, le mécanisme des éruptions était typiquement celui des ignimbrites (G. Pantó 1962, E. G. Dahlövič 1966).

Traduit du slovaque par Valentína Andrusová.

BIBLIOGRAPHIE

- Badgasarjan G. P., Vass D., Konečný V., 1968: Results of Absolute Age Determination of Neogene Rocks in Central and Eastern Slovakia. Geol. zborn. Slov. akad. vied 19, 2, Bratislava. — Danilovic L. G., 1966: Miocenovye vulkaničeskie obrazovaniia i ich roľ v strojenii i tektoničeskem razvitiī Karpat. Problemy geologii i rudnosnosti neogena Zakarpatskogo. Evoy. — Fennner C. M., 1937: Tuffs and other volcanic deposits of Katmai and Yellowstone Park. Am. Geophys. Union Trans. 18, 1. — Ross C. S., Smith R. L., 1961: Ash-Flow Tuffs: Their Origin Geologic Relations and Identification. Geol. Surv. Prof. Paper 366, Washington. — Pulec M., 1966: Sedimentárno-petrografické, chemické a technologické analýzy z virtu KO-1 — Komárovce. Archiv Geol. úst. D. Štúra, Bratislava. — Slávik J., 1968: Chronology and tectonic background of the Neogene volcanism in Eastern Slovakia. Geol. práce, Zprávy 44—45, Bratislava. — Slávik J., Čverčko J., Rudinec R., 1968: Geology and Neogene volcanism in East Slovakia. Geol. práce, Zprávy 44—45, Bratislava. — Švagrovscký J., 1964: Hranica tortón-sarmat v neogéne východného Slovenska. Geol. zborn. Slov. akad. vied 15, 1, Bratislava. — Vass D., 1969: The age and petrographic composition of the Neogene filling of the Komárovce depression (Resumé). Sborn. Východoslovenské múzea, Košice. — Vlodatavec V., 1964: O termíne ignimbrit. Izv. AN SSSR 6, Moskva. — Zambonini F., 1919: Il tufo Pipernoide della Campania e i suoi minerali. Italy. R. Comitato Geologico 7, 2. — Zavaritsky A. N., 1946: On the Quaternary Volcanic Tuffs of Armenia. Dokl. AN SSSR 53, 8, Moskva.

Revu par V. Konečný.