

Milan MIŠÍK

DÉVELOPPEMENT STRUCTURAL DES KARPATHE
OCCIDENTALES INTERNES BASÉ SUR L'ANALYSE
PALÉOGÉOGRAPHIQUE ET FACIALE DU MÉSOZOÏQUE¹⁾

(2 Figs.)

*Rozwój strukturalny wewnętrznych Karpat Zachodnich
na podstawie analizy paleogeograficznej
i facjalnej mezozoiku*

(2 fig.)

Milan Mišík: Développement structural des Karpathes occidentales internes basé sur l'analyse paléogéographique et facial du Mésozoïque. Ann. Soc. Geol. Poloniae, 55 – 1/2: 45 – 54, 1985 Kraków.

R é s u m é : Les conglomérats d'Albien, Cénomaniens et Sénoniens de la zone de klippe renferment des galets de roches qui affleurent dans les unités les plus internes des Karpathes occidentales: Veporides, Hronides, Gémérides. Silicides. Ces galets ne peuvent provenir que d'une source interne, de la cordillère piénine. L'association des galets suggère l'hypothèse que les conglomérats procèdent de la rédeposition du matériel d'une mélange de subduction. Un brève critique des différentes reconstitutions palinspastiques est donné.

M o t s c l é s : Karpathes internes occidentales, zone de klippe piénines, cordillère piénine, développement structural, répartitions des facies, reconstitution palinspastique, Mésozoïque.

Milan Mišík: Chaire de géologie et paléontologie, Faculté de Sciences, Université de J.A. Komenský, Mlýnska Dolina B-2, 84215 Bratislava, Tchécoslovaquie.

manuscrit reçu: novembre, 1984

accepté: décembre, 1984

T r e ś ć : W zlepięncach albu, cenomanu i senonu pienińskiego pasa skałkowego występują otoczaki wapieni z Reifling, Halstatt i Wetterstein, płytkowodnych wapieni malmu, skał wulkanicznych, kredowych granitów, glaukofanitów oraz detrytus skał ofiolitowych. Analogiczne skały występują w najbardziej wewnętrznych jednostkach Karpat Zachodnich: w Weporydach, Hronidach, Gemerydach i Silicidach. Materiał tych zlepieńców nie może pochodzić jednak z Karpat wewnętrznych. Autor odrzuca trzy nasuwające się hipotezy: bezpośredniego sąsiedztwa basenów sedymentacyjnych jednostek południowych i basenu pienińskiego, nasunięcia jednostek wewnętrznych na pieniński pas skałkowy, długiego transportu rzecznych otoczek z południa na północ. Jedynym możliwym źródłem tych otoczek może być kordyliera usytuowana wewnątrz pienińskiego basenu sedymentacyjnego – kordyliera pienińska. Z przyjęcia takiego poglądu wynika, że już w środkowym i późnym triasie basen sedymentacyjny Karpat Zachodnich był znacznie zróżnicowany. W pracy krótko omówiono dotychczasowe rekonstrukcje palinspastyczne omawianego regionu.

¹⁾ L'ouvrage présenté à la conférence scientifique „Deux cents années des sciences géologiques à l'Université Jagellonne”.

Il y a dix ans, les opinions concernant l'évolution structurale des Karpathes occidentales semblaient stabilisées pour longtemps. Les conceptions nouvelles, parfois contradictoires, résultent des deux découvertes inattendues; notre chaire de géologie et de paléontologie y avait considérablement contribué:

1. Dans les conglomérats de la zone des klippes on a trouvé une suite de roches typiques des unités les plus méridionales des Karpathes.

2. Dans les Karpathes occidentales internes on a prouvé l'existence d'une vaste nappe, nommée nappe de la Silica. On suppose un transport tectonic dans le sens inverse pour cette nappe, ce qui provoque les nouveaux reconstitutions palinspastiques.

La zone des klippes piénines reste toujours la plus énigmatique des Karpathes. C'est une coulée diapirique des lentilles redressées de calcaires jurassiques et du Crétacé inférieur, englobées par les marnes et le flysch du Crétacé moyen et supérieur, contenant des intercalations des conglomérats en question. Ils ont été dernièrement étudiés en détails par Samuel, Borza, Köhler (1972), Simova, Krivý (1976), Mišík, Mock, Sýkora (1977), Marschalko, Kysela (1979), Mišík, Sýkora (1981). Ces chercheurs voyaient l'origine du matériel dans une source interne, nommée la cordillère piénine. Pour simplifier, nous nous bornerons aux quatre unités principales dans le segment central, c'est-à-dire à l'unité de Czorsztyn, de la Kysuca-Pieniny de la Klape et du Manín. Les deux dernières (Klape et Manín) sont parfois retirées de la zone des klippes; par exemple Mahel (1982) désigne la première comme la zone périklippe. Ce qui caractérise l'unité de la Klape, c'est la concentration maximale des conglomérats ainsi que les dimensions maximales des galets (conglomérats d'âge albien, cénomanien, sénonien). Moins abondants sont les conglomérats dans l'unité de la Kysuca – Pieniny (surtout Coniacien – Santonien) et dans celle du Manín (Albien – Cénomanien, rarement Sénonien).

Dans ces conglomérats nous avons prouvé (Mišík, Mock, Sýkora, 1977) la présence des roches qui ne sont connues que dans les zones les plus méridionales des Karpathes internes, c'est-à-dire dans les nappes de Choč, de la Silica et des Gémérides. Il s'agit des calcaires du faciès Wetterstein, d'âge anisien, ladinien, carnien, norien, les faciès pélagiques du type Reifling avec des conodonts ladinien, carniens, noriens, rarement aussi des calcaires rouges noduleux du type Halstatt. Nous sommes d'avis que l'espace sédimentaire karpathique a été bien différencié déjà dans le Trias moyen et supérieur (fig. 1) et que, dans le domaine sédimentaire piénine, il existait un bassin embryonnaire, avec des faciès analogues à ceux du Choč – Strážov – Silica.

Il faut y mentionner d'autres coïncidences avec les zones les plus méridionales: calcaires du Malm d'eau peu profonde à *Protopeneroplis striata*, *Conicospirillina basiliensis*, *Clypeina jurassica*, contenant des grains de glaucophane et chloritoïde, de très abondants grains des chromspinelides, de petits débris de serpentines et des galets des granites crétaciques. Ces roches n'affleurent que dans les Gémérides et dans la partie la plus interne des Véporides.

Pour simplifier l'image paléogéographique, plusieurs chercheurs ont nié l'existence de la cordillère piénine située dans la zone de la Klappe; ils tâchaient de

SE

NO

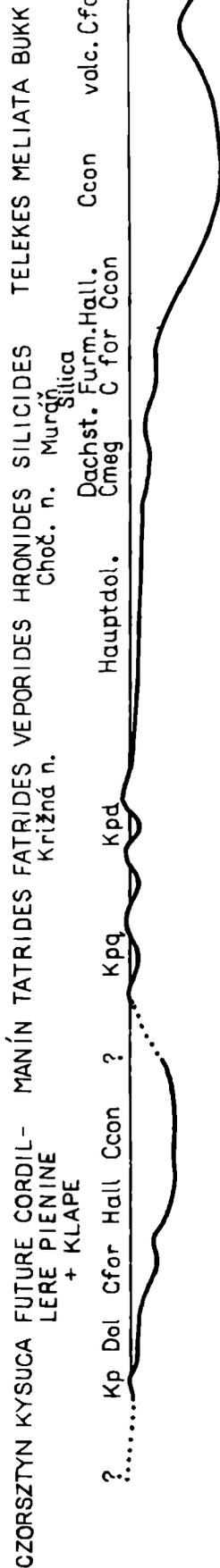


Fig. 1. Coupe schématique des zones sédimentaires dans les Karpathes occidentales internes pendant le Norien. Cfor – calcaire à foraminifères, Ccon – calcaires à silex renfermant des conodonts, Hall – calcaire noduleux rouge du type Hallstaat, Furm – calcaire de Furmanec, Dachst – calcaire de Dachstein; Hauptdol – Hauptdolomite, Kp – Keuper carpathique, Kpd – schistes argilleux bigarrés du Keuper avec intercalations dolomitiques, Kpq – même avec des intercalations surtout quartzitiques, dolo – dolomite, volc – extrusions volcaniques

Fig. 1. Schematyczny przekrój palinspastyczny przez strefy sedymentacyjne Karpat zachodnich w noryku. Cfor – wapienie otwornicowe, Ccon – wapienie z rogowcami zawierające konodonty, Hall – wapienie bulaste czerwone typu Hallstadt, Furm – wapienie z Furmanec, Dachst – wapień z Dachstein, Hauptdol – Hauptdolomit (dolomit główny), Kp – kajper karpacki, Kpd – pstre łupki ilaste kajpru z wkładkami dolomitów, Kpq – to samo z wkładkami kwarcytowymi, dol – dolomity, volc – wulkanity

démontrer que les galets dérivait directement des unités les plus méridionales. Il y aurait alors trois possibilités:

1. Le voisinage immédiat des Piénides avec les Véporides, les Gémérides et la Silica dans le bassin sédimentaire ancien.

2. Le déplacement de la nappe hypothétique des Gémérides et Silicides sur la sédimentation des conglomérats.

3. Le transport sédimentaire des galets provenant des Silicides et des Gémérides jusqu'à l'aire sédimentaire de la zone des klippes.

1. La première possibilité a été proposée par Leško, Kullmanova, Mořskovsky (1977) et Leško, Varga (1980). Ces chercheurs estiment que le bassin sédimentaire de la zone des klippes s'étalait dans le voisinage des Véporides et des Gémérides. Les unités constituant les montagnes centrales, leurs noyaux cristallins inclus, ont été charriées en forme de grande nappe sur le Gémérides et les Véporides (fig. 2C). C'est ainsi que les affleurements actuels des Véporides et des Gémérides auraient représenté une grande fenêtre tectonique.

Cependant cette alternative n'élimine pas la différenciation supposée du bassin sédimentaire triasique. Ainsi, après la formation, dans les Gémérides, de la série Méliata avec des conodonts et des radiolarites, et quand des sédiments d'eaux peu profondes avec des dolomites et des produits du keuper se sont formés – les faciès à conodonts se seraient répétés dans les Hronides et les Silicides. Pas un galet d'amphibolite n'a été trouvé

dans les conglomérats en question. Soulignons que les amphibolites sont particulièrement caractéristiques pour la partie septentrionale des Véporides, se trouvant probablement près de la zone des klippes, jusqu'au Crétacé.

D'autre part, le voisinage de la cordillère piénine avec la zone du Manin et des Tatrïdes (haut-tatrique) est facile à prouver grâce à la présence du faciès Urgon du Crétacé inférieur qui n'a pas existé dans les Véporides et les Gémérides. Les calcaires microoncolithiques à Saccocoma ne sont connus que dans deux unités des Karpathes occidentales: dans la cordillère piénine et dans la zone haut-tatrique. En ce qui concerne l'arrangement classique des domaines sédimentaires, le schéma présenté (fig. 2A) confirme la polarité du géosynclinal karpathique. Ce schéma ne prend pas en considération l'enracinement de la nappe de la Križna dans les Véporides. Le grand charriage supposé, englobant aussi les nouyaux cristallins, se serait effectué au cours du Néocomien, pendant lequel, dans les unités en question, une calme sédimentation pélagique a eu lieu.

2. La deuxième possibilité est le charriage des Gémérides et des Silicides dans la zone des klippes. Les Silicides sont représentées dans les montagnes à noyau cristalline en forme de nappes les plus supérieures: nappe du Stražov, du Nedzov etc. Comme les roches en question se trouvent déjà dans les conglomérats albiens, le charriage c'est probablement réalisé avant l'Albien. Or, ceci semble impossible parce que la nappe de la Križna, la plus inférieure, dans la proximité de la zone des klippes a été charriée sur le Cénomaniens supérieur et localement sur le Turonien.

Pour expliquer la présence des glaucophanites, des schistes à chloritoïdes et des roches ultrabasiques des Gémérides, il faut imaginer une nappe transportée avec son socle jusqu'à la zone des klippes. Mais les nappes subtatriques moyennes et supérieures se caractérisent par la troncature basale, p.ex. la nappe du Choč dans ses parties proximales possède le Carbonifère et Permien à sa base; dans les distances plus grandes – le Trias moyen et dans le front elle ne commence que par le Jurassique (Hautes–Tatras). On ne peut admettre aucun charriage de nappe superficielle sur l'espace de la future zone des klippes. De même, on ne pourrait pas expliquer un décollement si parfait des membres jurassiques et crétaciques du Trias et du Paléozoïque, détachés dans la profondeur sous la zone des klippes.

3. La troisième possibilité c'est le transport en forme de galets provenant du Sud. Il s'est probablement réalisé au cours de l'Albien et a parcouru l'espace antier des Fatrïdes et des Tatrïdes. Cette hypothèse a été soutenue par Bystrický (1978); il la basait sur la présence exclusive de *Munieria grambasti* dans les Silicides ainsi que dans les galets de la zone des klippes. Comme nous l'avons démontré' (Mišík, Sýkora, 1980), dans la zone des klippes cette algue charophytique se trouve associée avec des orbitolines du Barrémien–Aptien; cependant, les découvertes dans le territoire des Silicides appartiennent à un calcaire post-tectonique d'eau douce avec des sporophormes du Sénonien.

La question du transport du Sud par les rivières au cours de l'Albien redevenait actuelle quand nous avons constaté (Mišík *et al.*, 1981) que les rares intercalations de conglomérats dans l'Albien des Tatrïdes et des Fatrïdes (nappe de la Križna)

renfermaient, elles aussi, des galets de calcaires à conodonts ladinien, carniens, noriens ainsi que les calcaires ladinien du faciès Wetterstein, les roches volcaniques et les spinels détritiques, dont la composition chimique est identique à celle dans la zone des klippes. Bien entendu, une provenance locale des Tatrïdes et des Fatrïdes est impossible. Nous avons interprété ces conglomérats comme un remplissage des chénaux sur la surface des éventails (“fans”) du glacié sous-marin. Selon nous, il s’agit du matériel transporté de la cordillère piénine le plus loin vers le Sud.

Si les galets venaient du Sud, de la partie frontale des nappes superficielles des Hronides ou des Silicides en mouvement, ils devraient avoir une composition uniforme, ne comprenant que les membres stratigraphiques les plus supérieurs. Cette hypothèse n’explique pas la présence des grains de quartz clastique formant le grès albien et les galets de granite. On aurait alors trouvé de grands olistostromes déchirés et glissés du front d’une nappe en mouvement – or, rien de tel n’a pas été découvert dans l’Albien des Tarides et des Fatrïdes.

Il serait intéressant de noter que le même phénomène existe dans les Alpes orientales, dans l’unité “Oberostalpin”. On peut notamment trouver l’analogie de l’Albien-Cénomaniens des Tatrïdes et de la nappe de la Križna dans les couches de Losenstein, dans le “Tiefbajuvarikum”. On trouve, dans ces formations, les intercalations conglomératiques, desquelles proviennent les porphyres quartzeux et les grains des spinels dans l’“Ultrapienidische Rücken”, donc dans la continuation de la cordillère piénine. Mais on suppose que d’autres galets, surtout ceux de calcaire comportant divers faciès mésozoïques, seraient venus du Sud (Tollmann, 1976).

Cependant Lócsei (1974) a démontré que les intercalations conglomératiques représentaient les remplissages de chénaux sur l’éventail sous-marin; dans ce cas, dans un affleurement le transport des deux directions opposées est impossible. Faupl (1978, fig. 4) prouve que tout le matériel du Nord provient du “Rumunische (= Ultrapienidische) Rücken”.

C’est ainsi que l’origine interne d’une crête exotique piénine semble la plus probable. Inspirés par les travaux du professeur Książkiewicz concernant les cordillères de la zone de flysch, nous avons essayé de reconstituer l’évolution de la cordillère piénine.

Le stade embryonnaire de cette cordillère peut être situé dans le Malm supérieur, quand le fond dans l’aire sédimentaire de la future cordillère est devenu très peu profond, comme en témoignent les calcaires à *Protopenneroplis striata*, *Conicospirillina basiliensis*, *Campbeliella striata*, *Clypeina jurassica*. Ces calcaires contiennent déjà de petits débris de calcaires triasiques et liassiques. L’absence du quartz clastique démontre que l’émersion de ces premiers ensembles n’affectait que les parties les plus supérieures.

Les galats de calcaire du Barrémien – Aptien inférieur renferment une abondante composante terrigène: des fragments de phyllades, de quartzites, de grès, de petits débris de roches volcaniques acides et basiques, des grains de glaucophane, de chloritoïde, de spinel, ainsi que les petits fragments de serpentine qui témoignent de la mise-en-place des roches ultrabasiques dans l’espace sédimentaire. Les conglo-

mérats d'âge aptien de cette cordillère embryonnaire ne sont pas connus. Ils ont été totalement écartés par l'érosion pendant le Crétacé moyen et supérieur, au cours de l'émersion progressive de la cordillère.

Les plus anciens horizons conservés appartiennent à l'Albien supérieur et contiennent déjà plus de cent cinquante variétés de roches sédimentaires, volcaniques, plutoniques et métamorphiques. Leur composition est plus variée que par ex. celle des accumulations récentes de la rivière Váh, provenant du drainage de la grande partie des Karpathes centrales après leur plissement intensif et leur érosion avancée. Il s'en suit qu'il semble impossible d'imaginer la cordillère piénine comme un horst élevé ou un lambeau de recouvrement du front d'une nappe superficielle. Cette énorme diversité témoigne d'un fort plissement autrichien dans cette région.

Comme modèle alternatif, nous avons proposé celui où l'association des galets provient de la redéposition d'un mélange de subduction, ce qui expliquerait bien cette diversité de composition (Mišík, 1978). Ce mélange de subduction serait suggéré également par la présence des produits du métamorphisme de haute pression + basse température. Il s'agit donc des roches à glaucophane et à lawsonite. La mise-en-place des roches ultrabasiques dans le Barrémien supérieur représenterait un reste de la croûte océanique et du manteau le plus supérieur. On peut imaginer un petit océan formé au cours du Dogger et du Malm et fermé par la collision d'un arc insulaire volcanique avec le bord continental. Remarquons que toutes les roches volcaniques acides et basiques soumises à l'analyse géochronologique proviennent du Jura et du Crétacé inférieur; il en est de même pour les granites (Rybár, Kantor, 1978). On peut en déduire l'existence d'un arc volcanique. Mais l'absence du matériel pyroclastique dans les calcaires de galets affaiblit cette conclusion.

La cordillère piénine était un large terrain émergé à relief tourmenté. Sa couverture végétale est connue grâce aux fragments des plantes conservés dans les couches d'Orlové des sporomorphes des marnes albiens. De même, on trouve rarement des galets de sédiments déposés directement sur la cordillère – les calcaires d'eau saumâtre, d'eau douce et le tuff calcaire (spéléothème) de cavernes. Une émersion progressive est documentée par les redépositions des conglomérats à grain fin qui contournaient jadis la cordillère. Ces galets du conglomérat dans le conglomérat présentent la dédolomitisation des débris dolomitiques qui s'est déroulée sur la cordillère.

Selon Andrusov (1968) la cordillère piénine a disparu sous la charriage de la nappe du Manín. Il nous est difficile d'accepter cette hypothèse.

Si la cordillère avait été seulement cachée sous cette nappe, après la formation des klippes par le boudinage et après l'érosion on aurait trouvé également des klippes provenant de la série exotique avec les microfaciès mentionnés, avec des roches volcaniques, voire cristallines.

La plupart des auteurs situent la cordillère dans l'aire de l'unité de la Klape, parce que celle-ci contient la plus grande quantité de conglomérats, les plus grandes dimensions des galets et d'abondants fragments renfermant *Exogyra columba*

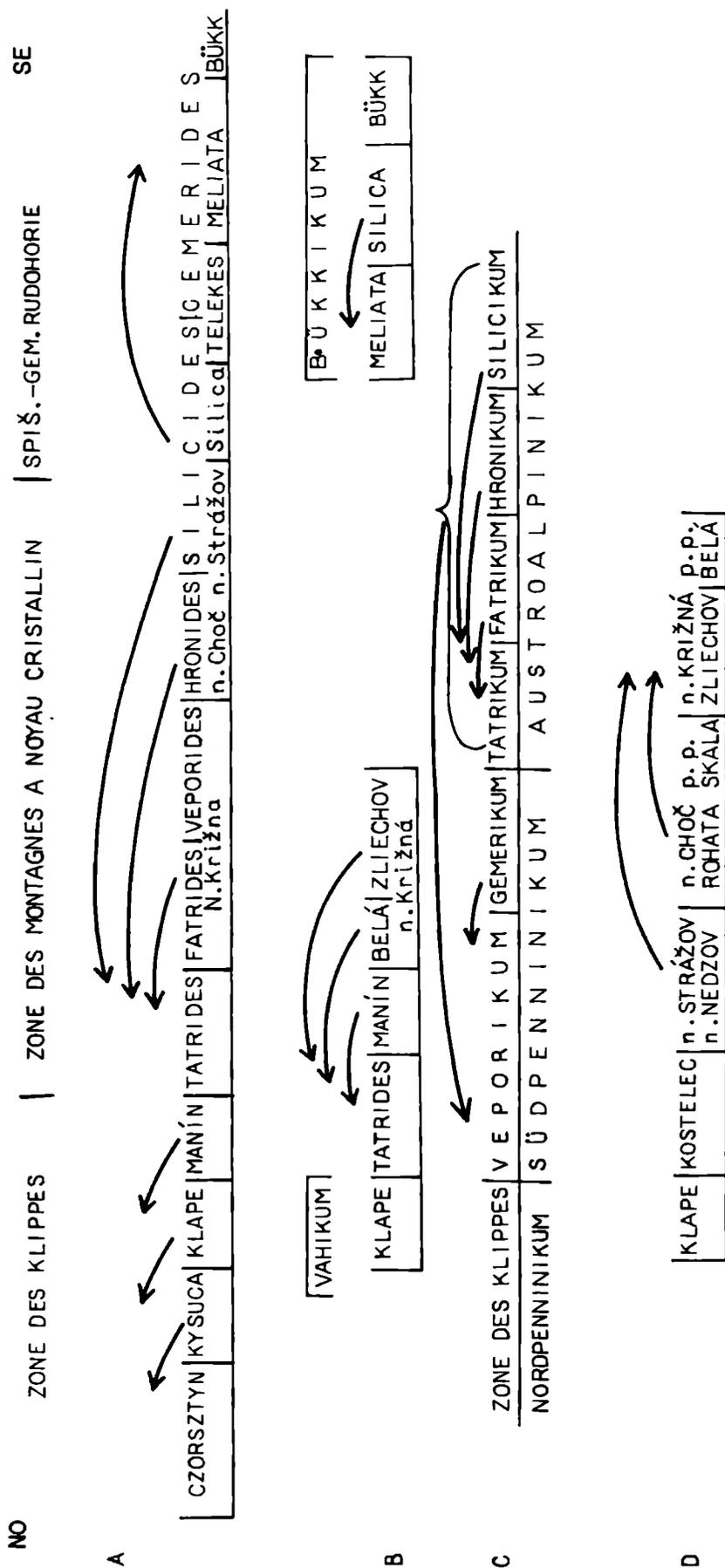


Fig. 2. Disposition des zones de sédimentation et le transport tectonique des unités structurales selon des différents auteurs: A – Andrusov (1974), Kozur, Mock *et al.*, (1973), accepté dans cette contribution; B – Mahel (1978, 1982), C – Leško et Varga (1980), D – Salaj (1982)

Fig. 2. Rozmieszczenie stref sedimentacji i transport tektoniczny jednostek strukturalnych według różnych autorów: A – Andrusov (1974), Kozur, Mock *et al.*, (1973), model przyjęty w tej pracy, B – Mahel (1978, 1982), C – Leško i Varga (1980), D – Salaj (1982)

(= *Rhynchostreon suborbiculatum*). Notons bien que les bancs à *Exogyra columba* sont typiques pour l'unité de la Klape.

Recentement Salaj (1982) a soutenu l'opinion suivant laquelle, pendant le Trias, dans la zone des klippes, existaient des faciès pélagiques et cotières analogues à ceux des zones les plus méridionales. Mais il affirme que les nappes les plus supérieures des Karpathes occidentales ("nappes subtatriques supérieures"), celle de Stražov et de Nedzov, avaient leur espace de sédimentation près de l'aire de la Klape, et qu'il s'agit de la continuation du Trias dans la zone des Klippes (fig. 2D). Il considère le Mésozoïque des montagnes de Čachtice et Brezová comme les dernières reliques de la cordillère piénine (= Klape). L'enracinement local de la nappe de Stražov et Nedzov en forme de double éventail est en désaccord avec le plan structural des Karpathes. L'auteur n'a même pas essayé d'appliquer cette hypothèse aux zones plus internes des Karpathes.

Un autre problème discutable est la place de l'unité du Manín au cours de sa sédimentation. Dans les conceptions précédentes l'arrangement admis était le suivant: unité de la Klape – unité du Manín – Tatrídes – nappe de la Križna (unité de Belá – unité de Zliechov). Mahel (1978, 1982) et Borza (1980) ont situé l'aire sédimentaire du Manín entre les Tatrídes et l'unité de Belá (fig. 2B). Cette opinion est basée surtout sur les faits suivants: les calcaires à silex de l'Albien inférieur ne sont connus que dans l'unité du Manín et de la Bela; aussi la transgression de l'Albien supérieur après un hiatus est-elle commune, ainsi que les roches volcaniques basiques dans le Crétacé inférieur. Mais on peut objecter que l'inventaire des roches dans les conglomérats albiens des Tatrídes est plus proche de celui de la Križna et que l'association des galets de la zone du Manín ressemble à celle de la Klape. La glaucophane et la chlorotoïde clastiques ne sont présentes que dans l'unité du Manín et dans celle de la Klape; elles manquent dans les Tatrídes et dans la nappe de la Križna.

Le changement essentiel des points de vue concernant la structure des Karpathes intérieurs et l'arrangement palinspastique a été provoqué par la découverte et la délimitation de la nappe de la Silica, sous laquelle on a prouvé les formations provenant du Trias métamorphosé à condontes (Kozur, Mock *et al.*, 1973). La série nommée Meliata représenté l'enveloppe du Paleozoïque des Gémérides. L'analyse faciale montre des relations étroites avec les montagnes du Bükk: le même volcanisme triasique, les radiolarites du Trias moyen-supérieur, les roches clastique d'âge carnien, dont la puissance s'accroît vers le Sud, les conodontes de la région dinarique, donc un ensemble qu'on peut désigner comme "Sudalpin". A son tour, le Trias de la nappe de la Silica est en relation étroite avec la nappe du Strážov et celle du Choč.

C'est ainsi que nous sommes en mesure de déduire la répartition suivante des aires sédimentaires du Nord vers le Sud (fig. 2A): ... Strážov – Silica – Telekes (unité de passage) – Meliata – Bükk. Dans ce cas il faut admettre le charriage de la nappe de la Silica vers le Sud, c'est-à-dire dans la direction opposée à celle des autres nappes karpatiques. Les chercheurs expliquaient cela par l'existence d'un éventail poussé du linéament Margecany – Lubeník, dont un flanc est la

nappe du Strážov et l'autre – celle de la Silica. Plusieurs savants refusent d'admettre ce transport tectonic opposé. Mahel (1978, 1982) estime que l'aire sédimentaire de la nappe de la Silica s'étendait sur une vaste élévation au milieu de l'espace sédimentaire des Bükkides (fig. 2B). Mais les relations faciales ne confirment pas cette hypothèse.

La plupart des problèmes paléogéographiques signalés ci-dessus dépasse les frontières de la Tchécoslovaquie. Les analyses détaillées – sédimentologiques, faciales et structurales – faites dans une coopération étroite avec les centres scientifiques des pays voisins, sembleraient souhaitables.

BIBLIOGRAPHIE – WYKAZ LITERATURY

- Andrusov D. 1968. Grundriss der Tektonik der Nördlichen Karpaten p. 188, *Slov. Akad. Wied.*, Bratislava.
- Borza K. 1980. Vztah vnútorných Karpát k bradlovému pásnu, mikrofácie a mikrofosílie jury a spodnej kriedy. Autoreferát dizertácie. p. 39, *Slov. Akad. Vied*, Bratislava.
- Bystrický J. 1978. Prvý nález sedimentov spodnej kriedy w Stratenskej hornatine v Západných Karpatoch. *Miner. Slov.*, 10,1: 17–22, Bratislava.
- Faulp P. 1978. Zur räumlichen und zeitlichen Entwicklung von Breccien- und Turbiditserien und den Ostalpen. *Mitt. Ges. Bergbaustud. Österreich*, 25: 91–110, Wien.
- Kozur H., Mock R. et al., 1973. Zum Alter und zur tektonischen Stellung der Melita-Serie. *Geol. Zb. SAV*, 24,2: 365–374, Bratislava.
- Leško B., Kullmanová A., Mořkovský M. 1977. Je penninikum prítomné v Západných Karpatoch na východnom Slovensku? *Miner. Slov.*, 9,3: 221–233, Bratislava.
- Leško B., Varga I. 1980. Alpine elements in the West Carpathian structure and their significance. *Miner. Slov.*, 12,2: 97–130, Bratislava.
- Löcsei J. 1974. Die geröllführende mittlere Kreide der östlichen Kalkvorlpen. *Jahrb. Geol. Bundesanst.*, 117:17–54, Wien.
- Mahel M. 1978. Manín unit, relation of Klippen Belt and Central West Carpathians. *Geol. Zb. SAV Geol. Carp.*, 29: 197–214, Bratislava.
- Mahel M. 1982. Príkrovy a členitosť kôry v Západných Karpatoch. Nappes and dissection of crust in the West Carpathians. *Miner. Slov.*, 14,2: 1–40, Bratislava.
- Marschalko R. 1979. Die geologische Geschichte der Kruste in Raum der Kreideflyschtröge der Pieniden (Westslowakische Anteil der pienidischen Klippenzone). *Geol. Zb. SAV Geol. Carp.*, 30,3: 295–307.
- Marschalko R., Kysela J. 1979. Geológia a tektonika pieninského bradlového pásma a manínskej jednotky medzi Žilinou a Powžskou Bystricou. In Mahel, edit.: *Tektonické profily Západných Karpát*: 41–57, *Geol. Ust. D. Štúra*, Bratislava.
- Mišík M. 1978. Niektóre paleogeografické problémy bradlového pásma. Some paleogeographical problems concerning Kippen Belt. In J. Vozár, eid.: *Paleogeografický vyvoj Západných Karpát*: 147–159, *Geol. Ust. D. Štúra*, Bratislava.
- Mišík M., Jablonský J., Fejdi P., Sýkora M. 1980. Chromian and ferrian spinels from Cretaceous sediments of the West Carpathians. *Miner. Slov.*, 12,3: 209–228, Bratislava.
- Mišík M., Jablonský J., Mock R., Sýkora M., 1981. Konglomerate mit exotischem Material in dem Alb der Zentralen Westkarpate – paläogeographische und tektinische Interpretation. *Acta Geol. Geogr. Univ. Comeniana*, 37: 5–55, Bratislava.
- Mišík M., Mock R., Sýkora M. 1977. Die Trias der Klippenzone der Karpaten. *Geol. Zb. SAV Geol. Carp.*, 28,1: 27–70, Bratislava.
- Mišík M., Sýkora M. 1980. Jura der Silica-Einheit rekonstruiert von Geröllmaterial und Süs-

- swasserkalke der Oberen Kreide im Gemerikum. *Geol. Zb. SAV Geol. Carp.*, 31,3: 239 – 261, Bratislava.
- Mišík M., Sýkora M. 1981. Pieninský exotický chrbát rekonštruovaný z valúnov karbonátových hornín kriedových zlepcov bradového pásma a manínskej jednotky. Der pieninische exotische Rücken, rekonstruiert aus Geröllen karbonatischer Gesteine kretazischer Konglomerata der Klippenzone und der Manín-Einheit. *Zápané Karpaty, sér. géol.*, 7: 7 – 111, Bratislava.
- Rybár A., Kantor J. 1978. Rádiometrické datovanie vybraných formácií Zápanych Karpát. Manuscrit. *Arch. Geol. Ust. D. Štúra*, Bratislava.
- Salaj J. 1982. Mesozoic palaeogeographic development in the north-western part of the West Carpathians of Slovakia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 39: 203 – 229, Amsterdam.
- Samuel O., Borza K., Köhler E. 1972. Microfauna and lithostratigraphy of the Paleogene and adjacent Cretaceous of the Middle Váh valley (West Carpathians). p. 246, *Geol. Ust. D. Štúra*, Bratislava.
- Šimová M., Krivý M. 1976. Ignimbrite in Geröllen aus Konglomeraten der Upohlav-Schichten. *Acta Geol. Geogr. Univ. Comenniana, Geologica*, 28: 79 – 104, Bratislava.
- Tollmann A. 1976. Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. p. 580, F. Deuticke, Wien.