

ГЛАСНИК ГЕОГРАФСКОГ ДРУШТВА

ОКТОБРА, 1922.

СВЕСКА 7 и 8.

LE RELIEF DES MONTS METALLIFÈRES DU BANAT ROUMAIN

A la demande de mon collègue et ami, M. J. Cvijić, je vais essayer de résumer les conclusions auxquelles m'ont conduit mes recherches sur la morphologie des Monts Métallifères du Banat, région touchant à ces pays balkaniques que le savant géographe de Belgrade a étudié d'une façon si pénétrante et si personnelle. L'occasion s'offre ainsi de préciser jusqu'à quel point les résultats auxquels nous sommes arrivés indépendamment peuvent concorder. Les points sur lesquels nous sommes en désaccord apparaîtront immédiatement.

Sous le nom de Monts métallifères du Banat, je comprends le pays accidenté qui s'étend entre le cours du Danube au Sud, la plaine du Banat au Nord et à l'Ouest, et la dépression suivie par le chemin de fer de Lugos à Orsova.

Ce sont de petites montagnes, ne dépassant 1000 m. qu'aux environs du Semenik. C'est pourtant incontestablement, par la structure géologique, une partie des Carpates, et j'ai saisi avec empressement la première occasion qui s'est offerte d'y vérifier sur le terrain l'application possible des principes dont j'avais fait usage pour expliquer le relief des Alpes de Transylvanie. Sur une carte d'échelle moyenne, le relief apparaît différent de part et d'autre d'une ligne Nord-Sud, sillon rectiligne où coulent en sens contraire la Berzava et la Poniaska. A l'est, les hauts sommets du Semenik dépassant 1400 m., d'où descend un éventail de rivières vers le Temes et la Mehadika. A l'Ouest, des crêtes parallèles orientées Nord-Sud, et n'atteignant pas 1000 m., qui doivent être en rapport avec les plissements, mais qui n'exercent pas d'action directrice sur les artères principales du réseau hydrographique. Le bord occidental est abrupt, près d'Oravitza; plus au Nord, près de Bogsan, il vient mourir en pente douce dans les collines néogènes.

Structure géologique

La structure géologique, très compliquée dans le détail¹ peut être aisément schématisée. Nous avons à l'Est et à l'Ouest deux zones de

¹ Elle nous est connue par les travaux des géologues hongrois qui ont levé et publié les feuilles géologiques au 1: 75000, Temes-Kutas-Oravitza, Moldova, Krassova-

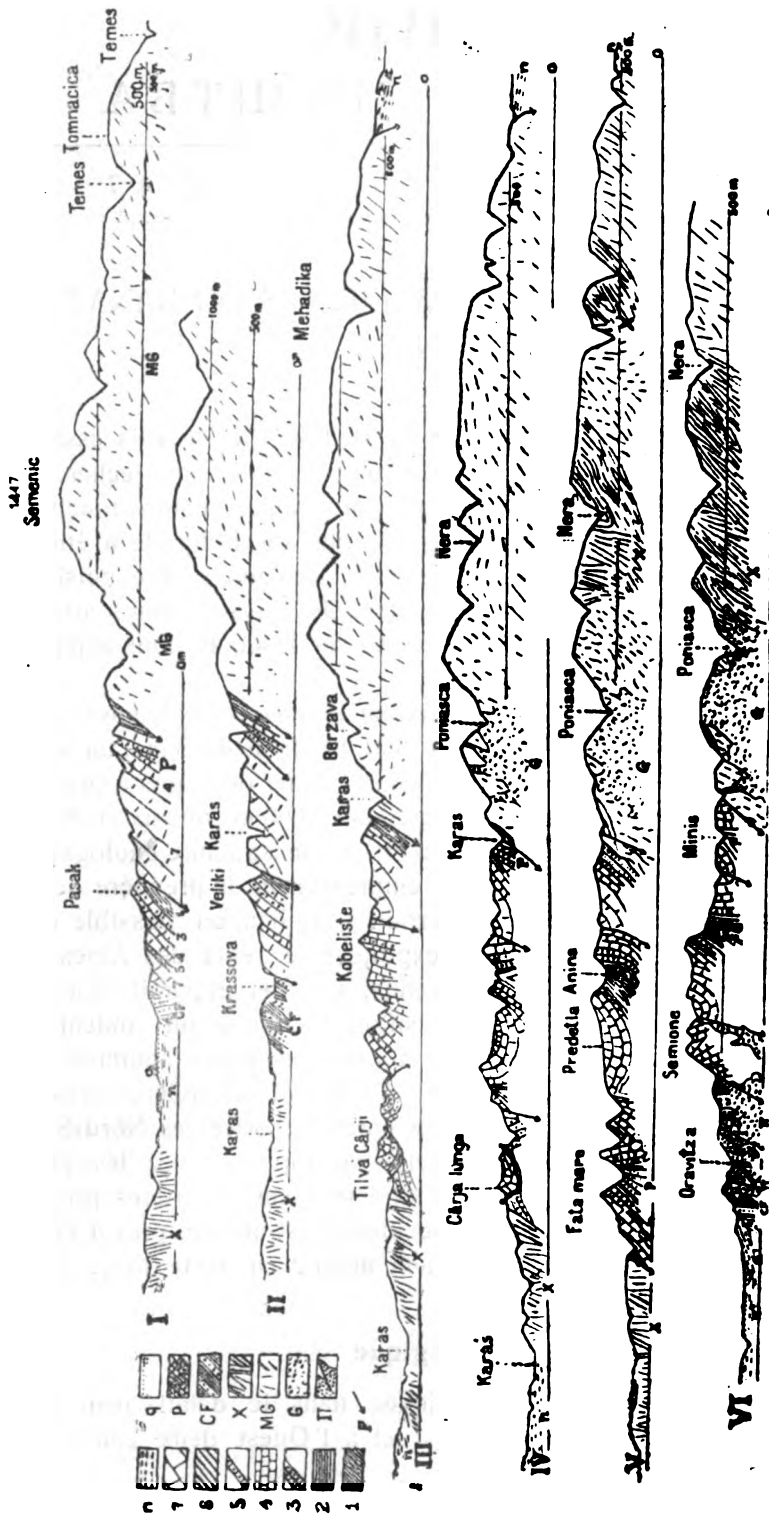


Figure 1. --- Série de profils Est-Ouest à travers les Monts métallifères du Banat.

Hauteurs exagérées trois fois. n Néogène. n Sarmatien n Pontien q quaternaire.

- 1 à 7 Série mésozoïque (1 lias, (grès à charbon et gaises); 2 Dogger inférieur (marnes); 3 Callovien (Calcaire à silex); 4 Malm (Calcaire et marnes); 5 Tithonien (Calcaire et marnes à silex); 6 Néocomien (Calcaire); 7 Urgonien (Calcaire).
- P permien (grès rouge) CF Carbonifère supérieur (Grès, conglomérats et glaise).
- G granite Porphyrites F ligne de contact anormal, faille ou chevauchement.

schistes cristallins, encadrant une zone sédimentaire violemment plissée. La zone cristalline orientale, limitée à peu près par le sillon Berzava-Poniasca, comprend les deux groupes de schistes métamorphiques distingués par Mrazec. La série inférieure, la plus cristalline, caractérisée par les gneiss et les micaschistes, est toutefois prédominante; particulièrement dans la région du Semenik. Les plis sont orientés en général Nord-Sud, mais tournent au NE.-SW, au voisinage du bassin d'Almas ou de Bozovics. Les formes rappellent d'une façon surprenante celles des Alpes de Transylvanie. Les hauts sommets dépassant 1400 m. sont de vastes plateformes ondulées avec dépressions tourbeuses et sols de décomposition profonds. Les vallées en descendant s'encaissent de plus en plus vers l'aval, devenant de véritables gorges d'une jeunesse surprenante, entre lesquelles subsistent des croupes d'une uniformité d'altitude remarquable, témoins évidents d'une ancienne plateforme d'érosion.

La zone cristalline occidentale offre une plus grande extension du second groupe des schistes métamorphiques. Son relief est insignifiant; elle forme des dos de terrain à une altitude ne dépassant jamais 500 m. et a toutes les apparences d'une plateforme d'érosion légèrement attaquée par un nouveau cycle.

La zone médiane montre les affleurements les plus variés, se présentant sur la carte géologique en bandes parallèles; on n'a pas de peine à y reconnaître sur le terrain des plissements très vigoureux. Nous avons ici une série primaire, surtout détritique, et une série mésozoïque, surtout calcaire. La série primaire comprend des grès rouges assez homogènes et peu résistants à la décomposition, attribués au Permien, et des grès grossiers avec conglomérats, accompagnés de schistes argileux qui sont rapportés au Carbonifère. On trouve ces couches surtout sur le bord occidental; parfois cependant, elles affleurent au coeur d'anticlinaux étroits, plus ou moins étirés sur la bordure orientale.

Ce sont encore des couches détritiques par lesquelles débute la série mésozoïque. Le lias est représenté par des grès contenant la houille exploitée à Anina et des schistes argileux. Le Jurassique offre une alternance de marnes et de calcaires à silex, avec des variations de faciès fréquentes. Le Crétacé est représenté par des marnes et des calcaires compactés.

La tectonique de toute cette région reste à étudier. Les contours sont été tracés, comme sur toutes les cartes géologiques hongroises, sans souci de la troisième dimension. Des lignes de contact anormal apparaissent à

Teregova, Karansebes et Gataja-Dognasca. Depuis longtemps les richesses métallifères avaient attiré l'attention des géologues sur le Banat. *Kudernatsch* publiait dès 1857 sa *Geologie des Banater Gebirgszuges* (Sitzungsberichte Akad. d. Wiss. Wien, XXIII, 1857, p. 39—148) Une vingtaine d'années plus tard, *Peters* étudiait en détail les séries éruptives (*Geologische und mineralogische Studien aus dem S. O. Ungarn*. Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien XLIII, 1881, p. 385—463, et XLIV, p. 81—187).

Voir depuis les nombreux comptes-rendus de levés géologiques de *J. Halavats*, *Fr. Schafarzik* et *L. Roth von Telegd* dans les *Földtany Közlöny*.

chaque pas, qui ne peuvent s'expliquer ni par des plis réguliers ni par des failles. Le pendage prédominant étant vers l'Ouest, il est probable qu'on est en présence d'une région de plis couchés, replissés et étirés, peut être d'une série de lames de charriage. Le contact avec la zone cristalline occidentale est presque partout anormal, les schistes cristallins chevauchant le Permien et le Carbonifère, ou même le Jurassique. Le contact avec la zone cristalline orientale montre des plis étirés et couchés sur les micaschistes. Des deux cotés, d'importants massifs éruptifs anciens apparaissent. A l'Est ce sont les granites qui imprègnent et traversent de filons multiples toute la région des sources de la Poniaska. A l'Ouest ce sont les Diorites quartzifères (Granodiorites) qui traversent et métamorphosent les schistes primaires et les calcaires dans la région de Bogsan, et les Porphyrites d'Oravitsa, roches auxquelles sont liés les gîtes métallifères du Banat.

Relief de la zone mesozoïque médiane

En attendant que les géologues roumains achèvent l'étude stratigraphique et tectonique de cette région compliquée, nous en savons assez pour interpréter ses caractères géographiques, tout aussi intéressants, et tout aussi complexes.

Au premier abord, deux faits ne peuvent manquer de frapper : l'adaptation des formes à la structure, fait très rare, comme on sait dans les Carpates; — et le développement des phénomènes karstiques.

Phénomènes karstiques. — Les topographes autrichiens ont cherché à représenter exactement l'extension des dolines et la carte est un guide assez sûr pour retrouver les surfaces calcaires. On pourrait peut être leur reprocher un excès de zèle à cet égard. Le développement des dolines n'est pas partout aussi intense que la carte semble le montrer. Rien de comparable à ce qu'on observe dans le karst dinarique, bien que l'évolution soit assez poussée en quelques points.

Les lapiés caractéristiques sont rares, les calcaires étant presque toujours marneux ou chargés de silice. Les variations de faciès et la fréquente intercalation de bancs marneux expliquent aussi qu'il n'y ait pas de grandes dépressions fermées et de bassins en forme de polje, comme j'en ai trouvé dans le Bihar et dans le Plateau de Mchedintzi même. La circulation souterraine des eaux trouve rapidement des issues subaériennes dans les cañons calcaire et dans les vallées qui doivent toujours recouper quelque banc imperméable, en traversant les anticlinaux de Lias ou de Primaire. Elle est d'ailleurs attirée en profondeur par la forte pente des couches toujours très redressées, si bien que la zone superficielle est très sèche, ce qui ne facilite pas le développement des formes karstiques.

Seuls les plateaux calcaires audessus de 700 m., correspondant à des synclinaux perchés de Malm (Predetta par exemple) offrent une superficie

assez étendue, avec un véritable réservoir d'eaux souterraines, écoulant son trop plein par des sources à plusieurs centaines de mètres en contrebas, au fond des vallées entaillant le bord de l'escarpement d'Oravitsa et les anticlinaux à noyau de Primaire. Les conditions se rapprochent des pays du karst dalmate; le développement des dolines est en progression évident.

Boucles anticlinales et cuvettes synclinales. — L'alignement des crêtes est surtout marqué sur la bordure occidentale, où l'on reconnaît sans peine sur la carte, et où on peut suivre sur le terrain leur raccordement par des boucles. C'est la structure caractéristique des plis à abaissement d'axe transversal, formés de strates différentes attaquées par l'érosion. Les crêtes de Tilva lui Stefan et de Fatza mare se raccordent en formant à Tilva mare une sorte de proue dressée audessus d'Oravitsa.

La petite vallée de la Nitra, creusée dans les couches permienes qui forment le noyau de l'anticlinal, est une vallée anticlinale répondant

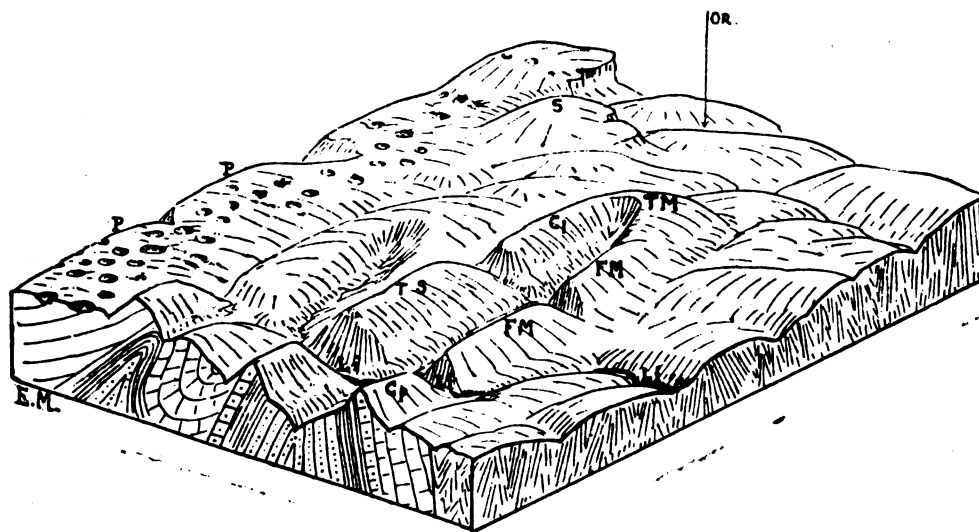


Figure 2. — *Blockdiagramme des crêtes à inversion de relief*

Li. Vallée de Lisava. — P. Plateforme karstique de Predetta. — TS Tilva lui Stefan — FM. Fatza mare. — TM. Tilva mare. — C. Custura — Cp. Carpenis. OR. Oravitsa.

à ce qu'on appelle dans le Jura français une „combe“, Tilva lui Stefan et Fatza mare étant deux „crets“ de Malm. (Figure 2).

Ailleurs des crêtes abruptes bordent de hauts plateaux calcaires correspondant à des synclinaux (Cârja lunga, Predetta) L'inversion du relief est presque la règle, signe d'une évolution très poussée. C'est la résistance plus ou moins grande des roches à l'érosion qui détermine la position des saillies et des creux, leur orientation étant naturellement celle des plissements.

Le réseau hydrographique n'est adapté qu'imparfaitement aux formes structurales. Les cours supérieurs des rivières Karas, Gerliste et Lisava sont dirigés Nord-Sud, mais toutes se détournent bientôt, pour déboucher

dans la plaine en direction du Sud-Ouest, au prix de percées sauvages à travers les crêtes calcaires.

Ainsi, quelle soit l'importance de la tectonique pour l'explication du relief, un examen, même superficiel, doit orienter l'étude morphologique vers la considération des cycles d'érosion. On est frappé par la concordance d'altitude des crêtes bordant une même vallée anticlinale, des deux bords d'une même cuvette synclinale en relief. En général, partout où l'on peut trouver un sommet découvert offrant une vue assez étendue, on voit s'étendre des surfaces à peu près planes sans rapport avec la pente des couches toujours redressées.

Plateforme du Karas. — La plus remarquable de ces plateformes est celle qui se suit le long du cours du Karas, la rivière principale de la région, depuis Krassova.

La plaine karstique, dite Campu Marculestilor, appartient presque entièrement à ce niveau, à une altitude moyenne de 400 m. La crête du Pasak-Veliki (595—625 m.), formée par les calcaires à silex jurassiques, n'interrompt la continuité de la plateforme. Sur les versants de la gorge grandiose qui la perce le ravinement a amorcé deux petites vallées subséquentes dans une bande de Lias, axe d'un pli couché sur le Néocomien laminé (fig. 3). Cependant, on ne descend pas dans le fond de la gorge sans rencontrer un replat, trace d'un fond d'ancienne vallée correspondant au Campu Marculestilor.

Au delà de cet étranglement, apparaît une nouvelle plateforme karstique, constituée par le calcaire



Figure 3. — Panorama du Pasak, vers le Sud et l'Ouest.

K K K vallée du Karas. K' ancien passage du Karas.

L L L le sillon liasique. On voit la plateforme karstique du Campu Marculestilor et la continuation de la plateforme au delà de l'étranglement de la crête Pasak — Veliki.

A gauche (SSE) crêtes boisées du niveau de Cârja, dominées par la plateforme du Sementic.

urgonien, et criblée de dolines, à une altitude moyenne de 500 m. Du haut de Straja (717 m.) on domine une plateforme karstique continuant celle-ci à une altitude moyenne de 600 m. et dans laquelle est faiblement entaillé la vallée de Pohui, ruisseau qui disparaît à deux reprises. Le Karas lui-même coule plus à l'Est, derrière une crête de calcaire jurassique et au contact du massif ancien (profils fig. 1 et dessin panoramique fig. 4)

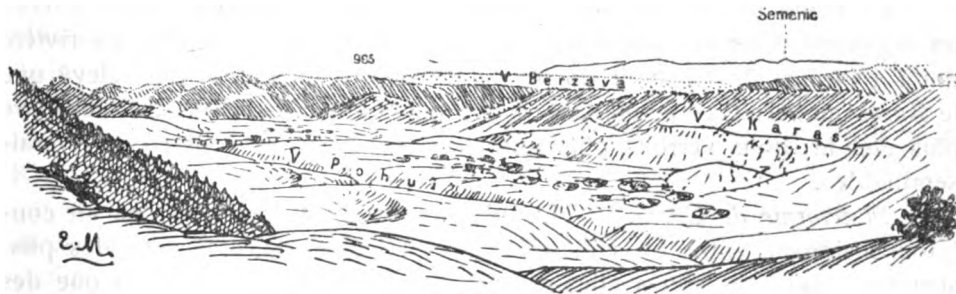


Figure 4. — *Panorama de Straja, vers le Nord et Nord — Est.* montrant les trois plateformes des Monts métallifères du Banat: plateforme du Karas (surface karstique entaillée par V. Pohui), plateforme da Carja (cres boisées), et plateforme du Semenic dominant à l'horizon.

La montée rapide de la plateforme du Karas n'est guère plus forte que celle du thalweg, souvent à sec. Le Karas représente un cañon karstique très jeune. Sa pente longitudinale est moins régulière que celle de la plateforme, et sensiblement plus forte en amont du Pasak (fig. 5).

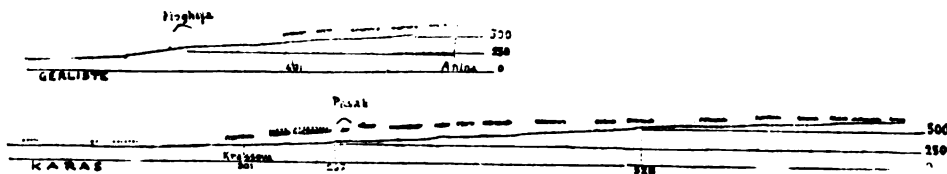


Figure 5. — *Profil du Karas et du Gerliste avec traces de la plateforme du Karas (trait fort)*

Le pointillé superposé au trait fort indique les alluvions anciennes. Les tracés en pointillé seul indiquent les terrasses quaternaires.

On suit une plateforme analogue le long du Gerliste, montant encore plus vite et parallèlement au thalweg.

Quelle est l'origine de la plateforme du Karas ?

Bien que l'érosion karstique l'ait déjà sensiblement modifiée par le développement des dolines, je crois y reconnaître une plateforme d'érosion fluviale répondant à un niveau de base relativement plus élevé que le niveau actuel. A la surface du Campu Marculestilor, j'ai trouvé partout disséminés des cailloux roulés, conservés particulièrement dans les dolines. C'est au bord même du cañon du Karas qu'ils sont le plus abondants. Ils forment près de la ruine de Krassova un dépôt continu, stratifié, de caractère alluvial indéniable. Les silex roulés du Jurassique y dominent,

mais on trouve aussi quelques éléments cristallins. C'est un ancien Karas qui les a déposés là.

L'entrangement de la vallée de ce stade dans la traversée de la crête Veliki-Pasak n'a rien d'étonnant; il s'explique mieux semble-t-il que l'entrangement d'un lac qui aurait été capable de modeler une plateforme ainsi ramifiée.

La pente de la plateforme, conforme à celle du thalweg paraît encore un argument pour la considérer comme une plateforme fluviale. La rivière qui l'a formée devait avoir un niveau de base relativement plus élevé que le Karas actuel et se jetait dans le lac pannonique. Son bassin devait être plus étendu; nous verrons plus loin que des captures sont en effet vraisemblables.

Plateforme de Cârja. — La plateforme du Karas n'est qu'un couloir s'insinuant entre les crêtes calcaires alignées dans le sens des plissements. Mais ces crêtes elles-mêmes, nous l'avons vu, ne sont que des reliefs de roches plus résistantes, épargnées par l'érosion. Nous avons noté la concordance d'altitude des sommets formant les deux bords d'une même boucle anticlinale ou d'une même cuvette synclinale perchée.

Les cuvettes synclinales sont, en réalité, des plateaux souvent remarquablement nivelés. Le nom de „Planitza“ est caractéristique, et désigne le plateau karstique de Cârja lunga dont l'extrémité est entaillée par la gorge sauvage du Citin. Le haut plateau de Predetta, criblé de dolines que masque, entre Anina et Oravitza, une belle forêt de sapins, est encore une surface nivelée.

Du sommet de Straja, comme de la plupart des points culminants, on est frappé par l'uniformité d'altitude de toutes les crêtes voisines. Une série de profils, menés de l'Est à l'Ouest, montre qu'en réalité les crêtes sont tangentes, dans chaque section, à un plan incliné, qui monte doucement de 5 à 600 m. sur le bord occidental, à 8 et 900 m. au pied du Semenic. (Voir fig. 1). Il semble impossible d'expliquer cette disposition sans admettre qu'une ancienne plateforme a existé, dont les crêtes de roches dures sont les témoins. Nous l'appelons *Plateforme de Cârja*.

Elle n'était pas limitée à la zone mésozoïque, mais mordait sur la zone cristalline orientale. Nulle part les traces n'en sont plus continues que sur le versant gauche de la vallée de la Berzava (profil fig. 1 et panorama de Straja fig. 4). Il y a là une longue suite de croupes arrondies d'une uniformité surprenante. A la latitude de Doman, l'érosion commence à peine à rompre leur continuité avec les sommets calcaires. La plateforme du Karas fait défaut entre Franzensdorf et le sillon houiller dominé par le plateau karstique de Ponor (809 m.). Ce n'est qu'en descendant de là sur Reshitza qu'on voit apparaître nettement une plateforme inférieure, largement développée dans tout le cours inférieur de la Berzava.

Rapport et âge des Plateformes du Karas et de Cârja. — Aucun doute n'est possible sur la distinction des Plateformes du Karas et de Cârja. La manière dont la première se ramifie du milieu de la seconde ne permet

pas d'y voir deux étages de la même surface disloquée. Elles sont séparées par une dénivellation de 200 m. en moyenne.

La plateforme de Cârja s'abaisse en général de l'Est à l'Ouest. Mais son altitude sur le bord occidental monte sensiblement du Nord au Sud, si bien qu'elle atteint 900 m. au dessus d'Oravitza. Ce gauchissement a déterminé la formation du bassin du Karas. Mais il a eu d'autres conséquences. Le bord occidental relevé, est disloqué. La montagne descend par plusieurs gradins, dont un au moins, correspond au plateau affaissé. Les dislocations anciennes, par où se sont fait jour les masses intrusives de Porphyrites ont pu facilement rejouer ici.

La plateforme Cârja est beaucoup plus basse vers le débouché du Karas et de la Berzava, et, si l'on prolonge le plan tangent aux sommets, qui en suit la trace le long des profils E.-W., on aboutit presque au même niveau qu'en prolongeant la plateforme du Karas jusqu'à la zone cristalline occidentale.

Nous avons déjà vu que cette zone est, elle-même, remarquablement nivelée. Entre les nombreux ravins qui la découpent dans la région de Tikvani-Cetin, on voit partout des croupes arrondies ne dépassant pas généralement 400 m. et le plus souvent voisines de 300 m. On peut hésiter à raccorder cette surface avec la plateforme de Cârja ou la plateforme du Karas. Il est probable qu'une étude attentive les y découvrirait toutes deux, séparées à peine par une cinquantaine de mètres. Peut être même, la plateforme de Cârja, plus ancienne, plonge-t-elle sous la plateforme du Karas, plus récente, comme le fait la plateforme Farcas sous la plateforme Marisel dans le Bihar.¹

Les observations que j'ai pu faire à Krassova et à Reshitza indiquent que la bordure occidentale des Monts Métallifères du Banat a réellement été le théâtre d'événements compliqués.

Tout le pourtour du petit bassin de Krassova est nivelé par la plateforme du Karas à 350 m. recoupant la ligne de chevauchement des chistes carbonifères sur les calcaires jurassiques, à laquelle sont liées les sources et toute l'existence du bourg bulgare avec ses beaux vergers. Mais la continuité est interrompue au point où la route de Reshitza descend du plateau karstique de Campu Marculestilor, et où débouche aussi la route venant de Klokodis. Là, on peut voir jusqu'aux premières maisons du village, les sables argileux du Pontien, légèrement inclinés. Le cours du Karas a du primitivement suivre cette voie, et la gorge par laquelle la rivière sort du petit bassin de Krassova est une percée épigénique. La surface de remblaiement pontienne a monté au moins jusqu'à 350 m.² et le col de 280 m. qui interrompt la continuité du niveau est du au ravinement des dépôts meubles.

¹ *Em. de Martonne. Sur les plateformes d'érosion des Monts du Bihar. Comptes-rendus des Seances de l'Académie des Sciences 5 Déc. 1921.*

² J'ai trouvé à 400 m. sur la route de Krassova à Anina, des cailloutis à éléments feldspathiques, que la carte géologique marque „Diluvium“, mais qui correspondent parfaitement à un des faciès du Pontien, et pourraient en être un résidu, à peine remanié.

Nous retrouvons nettement le niveau de 350 m. à Reshitza. Il forme toutes les hauteurs au Nord de la ville industrielle et est en rapport avec la plateforme dans laquelle est entaillée Valea Mare depuis Doman. L'élargissement de la vallée de la Berzava entre Reshitza et Kolnik correspond à une grande extension des couches pontiennes. Des formes adoucies, des collines déboisées et semées de maisons marquent, jusqu'à Tirnova à l'Est, et dans la direction d'Ezeris au Nord, l'extension d'une sorte de golfe Pontien, allongé du Nord au Sud, en rapport probablement avec un affaissement local. La surface de remblaiement a monté au moins jusqu'à 350 m., peut être plus haut; les méandres encaissés de la Berzava en amont de Reshitza seraient, dans ce cas, épigéniques.¹ L'orientation du cours de la Berzava, depuis son coude vers l'Ouest a été déterminé par le gauchissement de la plateforme de Cârja. Après le remblaiement pontien, une plateforme correspondant à celle du Karas s'est formée le long du fleuve et dans tout le bassin néogène à 350 m. près de Reshitza, descendant à 300 m. vers Bogsan. Depuis, l'érosion des dépôts meubles l'a fait disparaître en grande partie, entre Kolnik et Cerova.

Il résulte de tout ceci que la plateforme de Cârja est certainement antérieure au pontien, tandis que la plateforme du Karas lui est postérieure. C'est un résultat important.

La plateforme du Karas, qui est certainement d'origine fluviale, peut être en rapport avec une période de stabilité du niveau du lac panonique. Des recherches plus détaillées sauront peut être nous dire laquelle, et s'il existe une plateforme d'abrasion littorale lui correspondant. Mais il apparaît dès à présent que les conditions sont à la fois plus simples et plus complexes que celles trouvées par M. Cvijić dans le Nord de la Serbie. Plus simples, en apparence peut être, puisque nous ne constatons que deux plateformes; plus complexes certainement, puisque nous voyons des phases de remblaiement succéder à des phases d'érosion et de dislocation, et être suivies elles-mêmes par une nouvelle phase d'érosion: tandis que, d'après le savant géographe de Belgrade, le niveau des lacs néogènes de la Serbie s'est constamment abaissé, sans transgressions, et sans dislocations de leurs rives.²

Relief de la zone cristalline orientale

Plateforme du Semenik. — De tous les points élevés de la zone mésozoïque, on aperçoit le Semenik comme une sorte de citadelle commandant tout le Banat. La dénivellation est de 7 à 800 m. avec le thalweg de la Berzava, de 500 m, avec les croupes cristallines qui bordent la rive gauche

¹ D'après la carte géologique (feuille Dognasca) des lambeaux de Pontien se trouvent jusqu'à 420 m.

² J. Cvijić *Relief littoral et plateformes fluviales*. Comptes-rendus des Séances de l'Académie des Sciences, t. 172 p. 1425, 6 Juin 1921.

de cette rivière et appartiennent à la plateforme de Cârja. La continuité de la muraille est surprenante jusqu'aux sources de la Poniaasca.

Ce qu'on découvre, en gravissant cet abrupt, ressemble étonnamment à l'aspect des sommets du Massif Banatique, dans la région du Godeanu, malgré l'altitude inférieure de 600 m. Nous sommes incontestablement en présence d'une surface d'érosion ancienne. Les descriptions des géologues hongrois l'indiquent, elles-mêmes, clairement.¹

Les dépressions tourbeuses, où l'on trouve même de petits lacs à la localité appelée Adlerbad, ont l'apparence de cirques embryonnaires, et indiquent qu'il y a eu là, pendant la période glaciaire, formation de névés temporaires. La limite des neiges éternelles devait être tangente aux sommets. L'abaissement, par rapport aux Alpes de Transylvanie, n'a rien d'étonnant. Déjà nous avons noté une dépression sensible aux sources de la Cerna et du Jiu (Soarbele).² Le Semenik est encore plus près du bord externe de la montagne et directement exposé aux vents d'Ouest. La dépression actuelle de la limite de la forêt qui se trouve à 1300 m., soit 300 m. plus bas que dans le Haut Massif Banatique, 400 à 500 m. plus bas que dans les Alpes de Transylvanie proprement dites, est un indice très net en faveur de cette supposition.

Il faut tenir compte de la pétrographie autant que du climat et des vicissitudes des cycles d'érosion pour expliquer le faciès particulier des abords du Semenik, qui a frappé Roth de Telegd. Le métamorphisme a été poussé ici jusqu'à la formation de véritables gneiss avec grosses lentilles de quartz, passant à une sorte de granite. La décomposition des granites ou des gneiss donne facilement naissance, à la surface des plateformes anciennes, aux chaos de rochers, comme ceux de Nedeia. Les formes anguleuses des blocs montrent seulement que la décomposition mécanique, caractéristique de la zone limite des neiges éternelles, a joué ici son rôle.

C'est aussi un fait commun sur les plateformes granitiques anciennes, que la formation, aux têtes de vallées, de larges cuvettes remplies d'arène et souvent marécageuses. Au moment où la limite des neiges éternelles était tangente aux sommets, ces cuvettes ont recueilli sur le versant Est du Semenik les neiges poussées par les tourbillons de vent sur le versant occidental en pente raide; la persistance de l'enneigement jusqu'au cœur de l'été ou même pendant une suite d'années humides a pu élargir et amplifier les dépressions.³

Le sillon Berzava-Poniaasca. — Quoi qu'il en soit, la physionomie de la plateforme du Semenik est bien celle de la plateforme Boresco, à un niveau

¹ Roth von Telegd *Das Gebirge N. von Pallas Bozovics im Krasso-Szörenyer Komitat*. Földtany Közlöny 1884, p. 391—403.

² *Nouvelles observations sur la période glaciaire*. Compte rendus des Séances de l'Acad. d. Sc. t. 132 p. 360, Paris 1901 et *Recherches sur l'évolution des Alpes de Transylvanie*. Paris 1907.

³ E. de Martonne *Le rôle morphologique de la neige en montagne*. La géographie t. XXXIV 1920.

iniférieur. L'allure rectiligne de son contact avec la Plateforme de Cârja est due à une dislocation. Mais il ne peut s'agir de la même plateforme dénivélée par une faille.

La dislocation est ancienne et a provoqué la montée des granites qui lardent de filons la région des sources de la Poniasca; elle a rejoué vraisemblablement au début du néogène. Une série de replats interrompant la

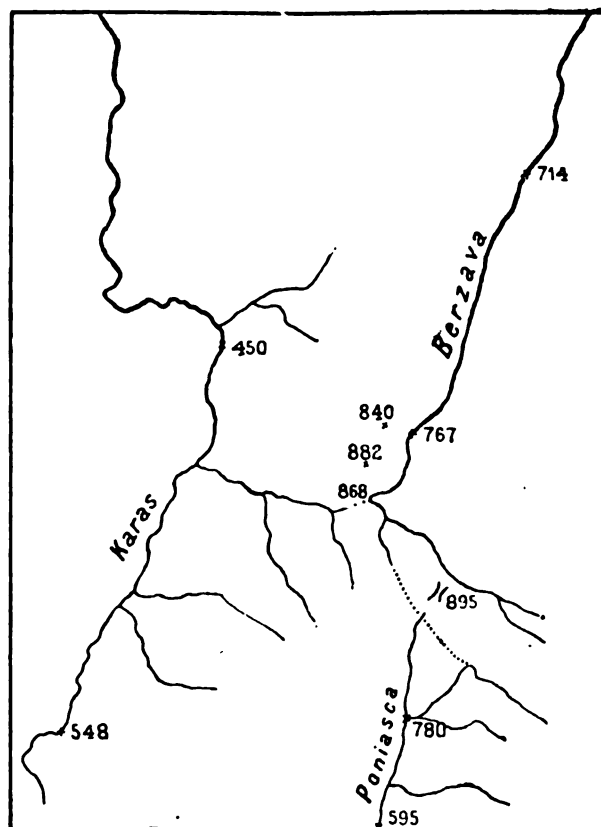


Figure 6. — Captures en rapport avec l'évolution du sillon tectonique Berzava-Poniasca.

Echelle 1:100000 Anciens cours marqués en pointillé.

grande montée au Semenich et à Nedeia paraissent indiquer au moins un gradin de faille.

Le sillon extraordinairement rectiligne de la Berzava et de la Poniasca est un cas remarquable de vallées suivant la trace d'une cassure. Cette dislocation semble avoir favorisé le morcellement du réseau hydrographique conséquent à la pente de la plateforme de Cârja, en créant une disposition qui paraît, actuellement, paradoxale. La haute vallée de la Berzava est en effet suspendue à 200 m. au-dessus de celle du Karas, et la ligne de partage des eaux est à peine existante (fig. 6). Depuis la formation de la plateforme du Karas et son ravinement, la Berzava

est menacée surtout par la Poniasca, qui débouche beaucoup plus vite sur le niveau de base de Bozovics, et lui a déjà soutiré une partie de ses sources.

Plateforme de Tomnatica. — Pour être définitivement fixé sur l'identité de la plateforme du Semenich avec la plateforme Boresco, et sur la nécessité de lui attribuer un âge plus ancien que celui de la plateforme Cârja, il faut étudier le versant Est des Monts métallifères du Banat. (Fig. 7).

Le plateau ondulé qui s'étale vers 1400 m. autour du Semenich descend lentement vers le Sud et vers l'Est, découpé par des vallées de plus en plus profondes, tributaires du bassin d'Almas, de la Cerna, ou du Temes. Les crêtes, de plus en plus étroites, restent à des altitudes concordantes

jusque vers 1100 m. au Nord et jusqu'à 1000 m. au Sud. On observe alors une dénivellation de 200 m. environ.

En descendant du Godeanu sur Teregova, la route des crêtes offre une série de belvédères permettant d'étudier ce versant oriental des Monts métallifères. Plus on s'en approche, plus apparaît nettement la distinction

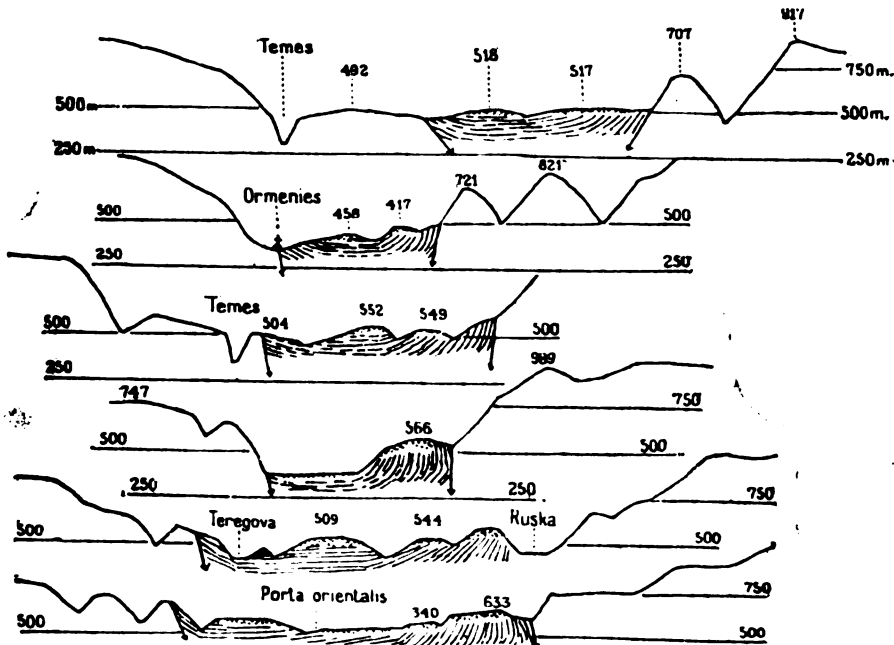


Figure 7. — Série de profils Est — Ouest du couloir Caran Sebes — Porta Orientalis, montrant le fossé tectonique et les gorges épigéniques.

Echelle des longueurs 1 : 100000. Hauteurs exagérées trois fois.

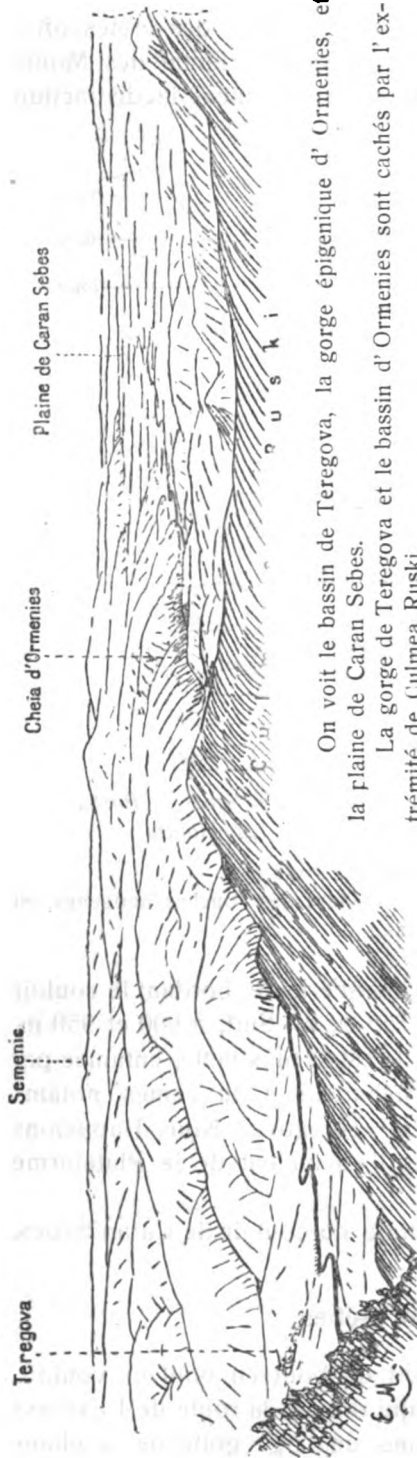
Le pointillé représente les cailloutis levantins. L'allure des couches néogènes est indiquée. Les terrains plus anciens sont laissés en blanc.

entre la plateforme du Semenec et une plateforme intérieure, bordant le couloir de Caran Sebes à une altitude qui varie de 750 m. au Sud, à 900 et 950 m. au Nord. (Figures 8 et 9). C'est au Nord qu'elle est la plus nette, entamée par les vallées profondément encaissées de la Mehadika et du Temes, notamment à Tomnacica au dessus de la gorge de Teregova. Nous l'appelons plateforme de Tomnacica, et nous y voyons l'équivalent de la Plateforme Rui Ses du Haut Massif Banatique.

Cette assimilation est justifiée par l'étude du couloir de Caran Sebes.

Le couloir de Caran Sebes

La voie ferrée de Seged à Orsova suit de bout en bout ce couloir, dont l'aspect doit être connu de tous ceux qui ont fait la route de l'Express Orient. A Caran Sebes, on est encore dans un large golfe de la plaine pannonique. Les montagnes se rapprochent vers le Sud, bordées de terrasses



On voit le bassin de Teregova, la gorge épigénique d' Ormenies, et la plaine de Caran Sebes.
La gorge de Teregova et le bassin d' Ormenies sont cachés par l'extrémité de Culmea Ruski.

Figure 8. — *Panorama de Cracu cuitisu (au-dessus de Ruska) sur le couloir Teregova — Caran Sebes.*



Figure 9. — *Panorama de Poiana inalta vers le Sud et l'Ouest.*

Au Sud, le sillon liasique de la Bela Reka, formes de maturité pliocènes, faisant disparaître la plateforme Riu Ses.
H H Vallée du Hideg bordée de crêtes, témoins de la plateforme Riu Ses.
A l'Ouest le couloir de Caran Sebes et les Monts métallifères du Banat.

qui ne peuvent manquer d'attirer l'attention de l'observateur. Vers Teregova on a tout à fait l'impression d'être en montagne, traversant une série de petits bassins et de goiges; et l'on franchit la ligne de partage des eaux entre Temes et Cerna par un court tunnel, pompeusement qualifié „Porta orientalis“. Il faut suivre la route pour s'apercevoir que le sillon est seulement rétréci, et qu'une plateforme, large de plus d'un kilomètre, se continue tout du long, formant la ligne de partage elle-même. Nous l'appelons plateforme de Teregova. De tous les points élevés avoisinant Teregova on en suit la continuité. Son altitude, qui dépasse 500 m. à la *Porta*, s'abaisse progressivement vers Caran Sebes jusqu'à moins de 450 m.

Des graviers très décomposés et des limons la recouvrent. Ce sont des dépôts alluviaux, probablement le reste d'une puissante couverture de

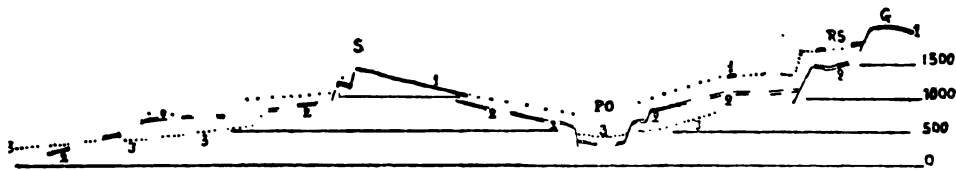


Figure 10. — Schéma de l'allure des plateformes d'érosion dans les Monts métallifères du Banat. Profil Est — Ouest.

1 Plateforme BoreSCO 2 Plateforme Riu Ses 3 Plateforme Governitza.

cônes de déjections, dont les matériaux sont venus en majorité du Haut Massif Banatique. L'épaisseur du remblaiement a atteint au moins 50 m. à la *Porta orientalis*, où le partage des eaux a dû être fixé par un cône de déjections comme c'est le cas dans plus d'un bassin ou couloir ennoyé. Mais ce remblaiement a recouvert une surface d'érosion, en rapport avec un niveau de base plus élevé relativement que le niveau actuel.

Percées épigéniques. — De tous les points élevés dominant le couloir, on reconnaît les formes ondulées du néogène; on voit les vallées s'y ramifier en déboulant de petits bassins, où se nichent les villages: Teregova, Ormenies. Mais ces bassins apparaissent complètement séparés, et on ne devine que de près les sauvages gorges qui les mettent en communication. Ces gorges, que la carte autrichienne appelle „Schlüssel“, traduction allemande du mot roumain „Cheia“, sont des percées épigéniques, et leur étude montre nettement la nature de la plateforme de Teregova.

Toutes sont creusées dans les schistes cristallins nivelés à la même altitude que les couches néogènes et recouverts des mêmes cailloutis. Les couches néogènes sont elles-mêmes loin d'être horizontales; ce sont des cailloutis, sables et argiles, avec intercalations de lignites, plissés en forme de synclinal en fond de bateau, dont le bord occidental butte par faille contre le massif des Monts métallifères, et dont le bord oriental est fortement redressé contre la Haut Massif banatique, qui parfois le chevauche.¹

¹ Ce dernier point d'après les sondages récemment faits pour la recherche des gites, dont les résultats m'ont été obligeamment communiqués par M. G. M. Murgoci.

Les dépôts néogènes sont donc conservés dans un fossé tectonique. La tendance au chevauchement sur le bord oriental est remarquable; c'est justement le côté où la montagne est le plus élevée et où les mouvements tectoniques récents ont eu le plus d'ampleur.

La plateforme de Teregova est bien une surface d'érosion, recouverte par des alluvions anciennes, probablement en rapport avec le niveau de base du lac levantin. Ce serait l'équivalent de la plateforme de Govornitza. L'accumulation des cailloutis venus surtout du Haut Massif banatique a rejeté les cours d'eaux vers l'Ouest; et, lorsque le creusement a repris, par suite d'abaissement du niveau de base, les thalwegs, fixés, se sont enfoncés dans le cristallin nivelé, où le modelé des versants n'a pu encore progresser, tandis que le néogène a pu être déblayé par de nombreux affluents modelant rapidement leurs versants. La plaine de Caran Sebes est toute entière déblayée dans le Néogène.

Déplacement de la ligne de partage des eaux. — Il est vraisemblable que la ligne de partage des eaux n'a pas toujours eu sa position actuelle. La pente de la plateforme de Tomnacica est vers le Sud et indique une ligne de partage située plus au Nord. Le Temes descend du Semenic comme pour aller rejoindre la Cerna; de même le Hideg venant du Haut Massif Banatique. On ne peut comprendre cette disposition du réseau hydrographique dans les conditions actuelles. Le déplacement de la ligne de partage des eaux vers le Sud a dû se faire entre la période de formation de la plateforme Tomnacica et celle de la plateforme de Teregova, à la faveur de l'affaissement de la région pannonique.

Actuellement c'est la Mehadika, affluent de la Cerna, qui paraît avoir l'avantage dans la lutte; elle le doit au voisinage plus grand du niveau de base du Danube, qui, depuis le quaternaire, a formé le défilé des Portes de Fer et est directement tributaire du niveau de base océanique.

Lorsqu'on est sur le seuil de la Porta orientalis, on voit, au Sud, la plateforme mordue par une érosion vigoureuse, et tous les thalwegs descendant rapidement, accompagnés de terrasses étagées, qui indiquent un progrès du creusement; tandis que, du côté du Nord, la plateforme est continue et la descente du thalveg beaucoup plus lente. La difficulté du creusement des gorges épigéniques dans le cristallin met le Temes en état d'infériorité.

En résumé, tout indique que le Temes l'a emporté jadis sur la Cerna. C'est le contraire aujourd'hui.

Liaison avec le Haut Massif banatique. — Il n'est plus permis de mettre en doute l'étagement des plateformes d'érosion sur le versant oriental des Monts métallifères du Banat: plateforme de Teregova, d'âge pliocène, équivalent de la plateforme de Govornitza; — plateforme de Tomnacica, intermédiaire entre celle-ci et la plateforme du Semenic. Cette dernière étant plus ancienne que la plateforme de Cârja, laquelle est l'équivalent de la plateforme Riu Ses, on doit admettre que la plateforme de Tomnacica correspond elle-même à la plateforme miocène.

Cette conclusion est confirmée par la comparaison des deux bords du couloir de Caran Sebes et le raccordement avec mes observations antérieures dans le Haut Massif Banatique.

A la plateforme de Tomnacica, correspondent, à l'Est du Temes, des crêtes à une altitude de 800 à 1000 m. Parfois ces crêtes descendent par

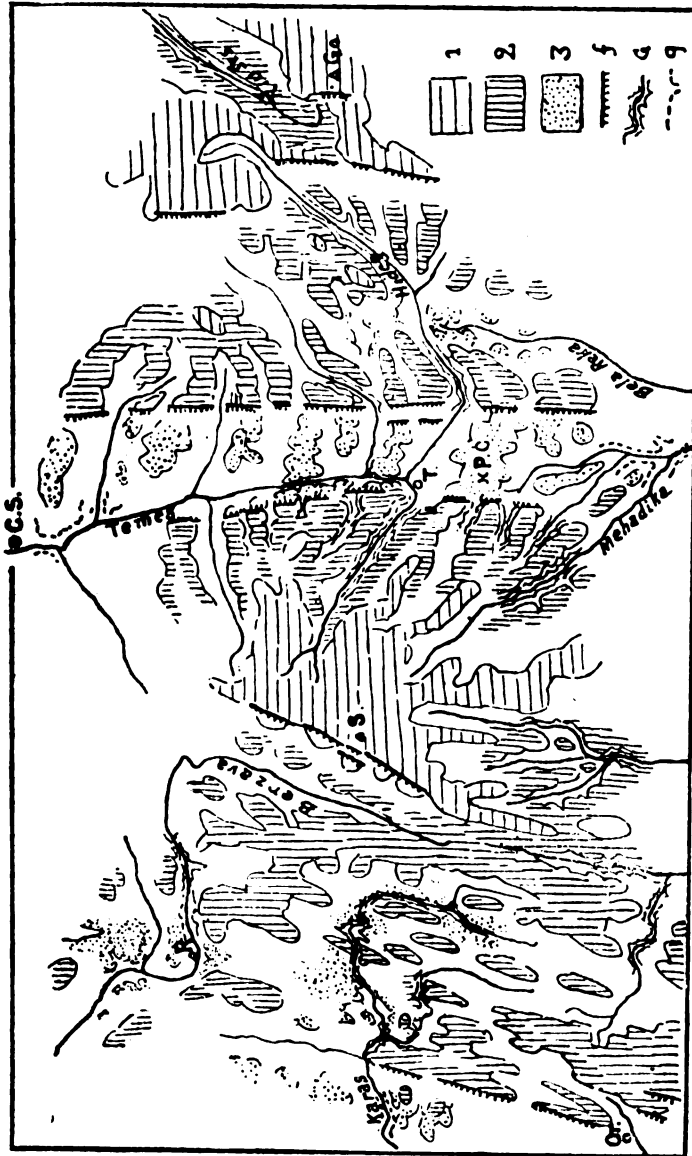


Figure 11. — Croquis de l'extension des plateformes d'érosion des Monts Métallifères du Banat.

1. Plateforme Boreco
2. Plateforme Riu Ses.
3. Plateforme Govornitza.
- f. Faille affectant une des plateformes G. Gorge.
- g. terrasses quaternaires CS Caran Sebes Go Godeanu Or Oravitza.
- PO. Porta orientalis R Reshitza S. Semenit T. Teregova.

un ou deux gradins, comme à Ruska et au dessus de la Porta orientalis; parfois elles tombent par un abrupt de 3 à 400 m. Mais elles montent régulièrement vers l'Est, à partir de 900 m. jusque vers 1200 à 1300 m. couvertes d'une épaisse forêt, avec de petites prairies sur les ensellements

au sol profond. Ce sont les traces d'une plateforme tranchant les couches plissées: schistes cristallins, verrucano, lias et créacé. Quelques pitons un peu plus élevés les dominent comme Poiana inalta, d'où la vue s'étend très loin, indiquant que la plateforme n'a pas été complètement nivelée. De profondes vallées aux versants abrupts ont découpé la plateforme, que j'ai déjà reconnue dans mon étude sur les Alpes de Transylvanie et identifiée à la plateforme Riu Ses.

Au cours du cycle pliocène, le ravinement de la plateforme n'a pas pu ne pas être influencé par la nature des roches, sans toutefois donner lieu à des adaptations à la structure comparables à celles qu'on observe dans les Monts métallifères. Une bande de Lias orientée Nord-Sud a permis à l'érosion d'élargir les vallées en faisant disparaître toute trace de la plateforme Riu Ses. On la suit dans l'axe de la vallée de la Bela Reka (fig. 9) en amont de Kornyareva, donnant lieu au développement de croupes déboisées, qui fourmillent de maisons, entre 700 et 800 m. Le col de Furca Obitza à 841 m. conduit à la dépression verdoyante de Poiana Ruski, où la vallée du Hideg s'élargit notablement, avant de s'étrangler pour déboucher dans le sillon de Caran Sebes. Un col à 1000 m. au pied de Poiana inalta, marque ensuite le passage de la bande liasique. Tout l'ensemble de formes qui s'est développé ici est le résultat du cycle d'érosion pliocène, qui a abouti à la formation de vallées mûres.

C'est la seule trace d'adaptation de l'érosion à la structure. La plupart de rivières descendent du NE. au SW. en suivant la pente primitive de la plateforme Riu Ses. Mais elles n'ont pu pousser leurs têtes de sources plus loin que la ligne de crêtes qui ferme l'horizon à l'Est, marquée par une série de sommets tangents à 2000 m. (Dobrivr 1934, Isvoru 1991, P. Sincului 1927). Là commence vraiment le Haut Massif banatique, avec ses plateformes anciennes portées à des altitudes étonnantes, que j'ai signalées depuis près de 20 ans, et dont j'ai figuré l'extension. La plateforme Boresco y étale ses surfaces monotones à plus de 2000 m. La plateforme Riu Ses y dépasse, elle-même, 1500 m.

Il est impossible d'expliquer la brusque dénivellation de tous les éléments du relief autrement que par une dislocation tectonique parallèle au sillon de Caran Sebes et marquée par la ligne des crêtes du Dobrivr à Poiana Sincului. Cette dislocation est postérieure à la formation de la plateforme Riu Ses, qu'elle dénivelle de 3 à 400 m. Mais elle peut avoir déjà été esquissée au début du cycle d'érosion qui a attaqué la plateforme Boresco. Cette plateforme apparaît, dans la région du Godeanu, abstraction faite des cirques qui la mordent au Nord et au Sud, comme une sorte de dôme bombé, dont le bord occidental est fracturé, avec une dénivellation de 200 m. Ses traces sont effacées plus à l'Ouest par le développement de la plateforme Riu Ses. Peut-être Poiana inalta en est-elle un témoin. En tout cas le Semenik en représente certainement une partie affaissée.

Conclusion

L'étude morphologique des Monts métallifères du Banat me conduit à des conclusions qui s'harmonisent avec celles de mes recherches sur les Alpes de Transylvanie. Il est permis d'esquisser à peu près ainsi les rapports des Monts métallifères du Banat, à l'Ouest du sillon de Caran Sebes, avec le Haut Massif Banatique, à l'Est de cette dépression.

La plateforme Boresco, dont j'ai pu récemment fixer l'âge, dans les Monts du Bihar,¹ à l'Eocène, a dû s'étendre sur les deux régions. Très bien développée autour du Semenik, elle y apparaît basculée vers l'Est, où elle s'abaisse à 1000 m., et tranchée sur son bord occidental, relevée à 1400 m. par la grande dislocation du sillon Berzava-Poniasca. Là voilà donc de 600 à 1000 m. plus bas que dans le Haut Massif banatique. C'est le résultat d'ondulations à grand rayon de courbure et de failles Nord-Sud, qui ont provoqué le ou les cycles d'érosion tertiaires, et contribué à la formation des bassins néogènes.

La plateforme Riu Ses ne se trouve nulle part à la fois plus haut et plus bas que dans le Banat. Elle atteint 1600 m. au pied du Godeanu; elle plonge à moins de 400 m. sous les dépôts néogènes sur le bord occidental des Monts métallifères. C'est que nulle part elle n'a été affectée ainsi par les dislocations marginales des bassins d'affaissement néogènes. Là où les conditions sont normales, (contact de la plateforme Tomnacica avec la plateforme du Semenik) elle se trouve seulement à 200 m. en contrebas de la plateforme Boresco; c'est aussi ce que j'ai trouvée dans le Massif du Bihar.

La formation du bassin pannonique, dont l'affaissement a continué jusqu'au quaternaire, a été accompagnée de fractures méridiennes, dont j'ai trouvé un réseau remarquable dans les Monts du Bihar eux-mêmes: bassin de Beius-Vascau, failles de la bordure du bassin de Huedin, de la vallée de Jara etc. Le fossé tectonique du sillon Caran Sebes-Teregova s'est formé au fond d'une ondulation synclinale déjà dessinée par la plateforme Boresco, parallèlement au sillon Berzava-Poniasca, lui-même conjugué avec la fracture méridienne de la ligne métallifère Bogsan-Oravitza, parallèlement aussi à la grande dénivellation Dobrivir-Poiana Cincului.

L'érosion a morcelé la plateforme Riu Ses, qui n'a gardé l'allure d'une plateforme qu'en un petit nombre de points, notamment sur les hauts plateaux karstiques correspondant à des synclinaux de calcaires mésozoïques sur la bordure occidentale des Monts métallifères. Partout ailleurs elle est représentée par des croupes arrondies (Plateforme Tomnacica, plateforme Cârja dans la zone cristalline au bord de la Berzava), par des crêtes étroites calcaires orientée dans le sens des plis (Plateforme de Cârja dans la zone mésozoïque médiane des Monts métallifères), ou par des crêtes assez continues mais bosselées de témoins d'érosion du cycle antérieur (Poiana

¹ — Sur les plateformes d'érosion des Monts du Bihar CR.Acad. des Sc. 5 Déc. 1921.

inalta) et coupées de cols de flanc (Plateforme Riu Ses dans le bassin du Hideg, à l'Est du couloir de Caran Sebes). Elle est préservée sous une autre forme, celle d'une ancienne vallée mûre, dans le curieux bassin du haut Riu Ses, conque verdoyante, toute en prairies, encadrée entre le Tzarco, le Godeanu et Poiana Sincului, suspendue audessus de la vallée du Hideg, et de celle de la Cerna, dont l'érosion la menace de capture, comme je l'ai déjà montré.¹

Le morcellement de la montagne peut être considéré comme achevé à la fin du néogène. Nous trouvons sur sa bordure et le long de tous les cours d'eaux importants les traces d'une plateforme dont l'altitude varie peu et monte parallèlement aux thalwegs, souvent recouverte de cailloutis alluviaux anciens. Dans la zone calcaire des Monts métallifères, c'est la plateforme du Karas, ramifiée, étranglée dans la traversée des crêtes de roches dures, qui sont des témoins de la plateforme Riu Ses, couverte de cailloutis près de Krassova. Dans le couloir de Caran Sebes, c'est la plateforme de Teregova, nivelant les couches sarmatiques plissées et le bord du massif cristallin. Cette plateforme semble en rapport avec un niveau de base de 300 m. environ sur le bord de la montagne, qui pourrait être celui d'un lac néogène.

La disposition du réseau hydrographique, la pente inverse des plateformes de Tomnacica et de Teregova, indique d'une façon indiscutable qu'il y a eu recul de la ligne de partage des eaux vers le Sud pendant ce cycle. On ne peut le comprendre qu'en admettant que le Danube ne franchissait pas encore les Portes de fer, et que le drainage du Banat se faisait vers le bassin pannonique. Dans ces conditions, en effet, le Temes devait avoir l'avantage.

La plateforme pliocène ne correspondant plus au niveau de base actuel a été attaquée par l'érosion. Dans la zone calcaire médiane des Monts métallifères, c'est surtout l'érosion karstique qui travaille. Des cañons étroits se sont creusés, où l'eau disparaît, pour reparaitre à la faveur des bandes de roches impénétrables traversées dans l'axe des anticlinaux (ljas ou primaire): des dolines criblent la surface, sans toutefois l'attaquer profondément (les témoins de la plateforme miocène de Cârja sont beaucoup plus attaqués par l'érosion karstique).

Dans le couloir Caran Sebes-Teregova, les dépôts néogènes sont déblayés en formant les petits bassins de Teregova et Ormenies et la plaine de Caran Sebes elle-même, tandis que le Temes, approfondissant son lit sur place s'encaisse en gorge épigénique dans le cristallin. Il est, par suite, en état d'infériorité par rapport à la Mehadika, qui creuse son lit dans le Néogène et descend directement au Danube, désormais lié au niveau de base océanique par son débouché dans la plaine valaque. La ligne de partage des eaux est visiblement menacée et a du déjà reculer.

¹ *Recherches sur l'évolution morphologique des Alpes de Transylvanie*, 1907, p.158—159

En résumé, l'histoire des Montagnes du Haut et Moyen Banat est bien une histoire carpatique. Après la période des grands plissements, et après une phase d'érosions continentales aboutissant, vers l'Eocène inférieur, à un aplanissement à peu près général, elle est marquée par des déformations et un morcellement, des bombements et des fractures, provoquant plusieurs cycles d'érosion.

L'affaissement du bassin pannonique paraît avoir joué un rôle essentiel, en provoquant probablement le soulèvement du compartiment voisin, et certainement les fractures qui ont résolu les tensions nées des mouvements du sol.

Les variations du niveau de base formé par les lacs néogènes ont joué aussi un rôle, et déterminé des alternatives de remblaiement et d'érosion.

Nous n'avons pas la prétention d'avoir déchiffré exactement tous les détails de l'histoire morphologique des montagnes du Banat, mais nous espérons que cette esquisse pourra servir à guider des recherches plus approfondies.

E. de Martonne

Professeur à la Sorbonne (Paris)

О СНЕЖАНИЧКОЈ И ЛЕДНИЧКОЈ ЕРОЗИЈИ

У више махова сам проматрао улоке и утолеглице у високим планинама Балканскога Полуострва, у црвеном пешчару (на Миџору, 1894. год.), у граниту (Рила 1896. г.), у филитима (Чафадарица на јужној страни Јумрукчала у централном Балкану 1902.), и држао сам да су те улоке постале, као и извесни мали циркови, поглавито утицајем снежаничке ерозије.¹ У том мњењу сам се учврстио поређујући највише партије поменутих планина са површима и заобљеним билима око Monte Rosa и Mont Cervin у Швајцарској, које сам проматрао 1911. год. А горње закључке сам могао применити и на улоке високих кречњачких планина после проучавања Триглава у Словенији (1920. год.). Поређењем проматрања, чињених на различним и удаљеним планинама, долази се до неколиких закључака о значају снежаничких улока за одређивање климских зона глацијалне епохе и за утврђивање изгледа преглацијалне површине земљишта. Осим тога, на основу ових проматрања и других које сам чинио у француским Алпима у близини Гренобла (1918. год.) и око ледника Пастерце у источним Алпима (1920. год.), дошао сам до резултата о односу између снежаничке и ледничке ерозије. Даље су у овој расправи утврђени извесни глацијални облици у Горенском или горњој Крањској и у сливу горње Драве.

¹ Das Rilagebirge und seine ehemalige Vergletscherung. Zeitschrift d. Gesellschaft für Erdkunde 1898. с. 14. — На српском Глас Академије Наука 1897.