

Tadeusz Bartkowski

Poznań

RELIEF LINÉAIRE DU REMPART MÉTACARPATHIQUE
EN TANT QUE TÉMOIN DES CYCLES ÉOLIENS
DANS L'ÉVOLUTION DU RELIEF

(article de discussion)

On peut désigner sous le nom de *relief linéaire*, selon P. F. Lewis (1960), un ensemble de formes de terrain embrassant de vastes étendues dont la surface est ondulée, formant des remparts, plus ou moins rectilignes, et des dépressions orientés pour la plupart dans la même direction. Ce relief se compose soit de vallées et vallons séparés par des crêtes parallèles les unes aux autres, donc de formes ajustées au réseau de vallées dit normal; soit de sillons, dépressions de déflation, remparts ou de „crêtes-restligns” de dénudation, ou même de remparts de dunes longitudinales, toutes formes qui, elles, ne sont pas encore adaptées au réseau de vallées normal – c'est-à-dire de formes sans écoulement. Leurs traits caractéristiques sont, en premier lieu, l'existence d'une direction préférentielle dans les formes, et ensuite l'occurrence de formes en „champs”, où prévaut partout la même orientation.

Le relief linéaire de Pologne est assez bien connu, en principe, sur le territoire de la Pologne méridionale; mais jusqu'à présent les tentatives d'explications génétiques se réduisant à l'acceptation de l'influence du clivage des roches du substratum sur le relief, sont bien peu satisfaisantes; dans cet article notre but est donc de reprendre la discussion et de proposer une nouvelle interprétation, une éolienne cette fois, de la génèse de ce relief. Les essais d'explication, mentionnés auparavant, ont trait aux deux secteurs de la Pologne de Sud caractéristiques à cet égard, c'est à dire, les Plateaux de Lublin (y compris le rempart de Roztocze) et de Petite Pologne ainsi que la région de l'ouest de la R.S.S. Ukrainienne adjacente au territoire Polonais; le tout formant l'ensemble tectonique appelé Rempart Métacarpique (*cf.* J. Nowak, 1927).

Dans sa monographie sur le relief Quaternaire et antéquaternaire du Plateau de Lublin, A. Jahn (1956) attribue l'orientation du réseau de vallées et vallons de ce terrain, à l'influence de „la résistance diverse des dépôts du

Crétacé et du réseau de clivage et de failles des roches de ces formations sur le relief de la surface” (*op. cit.*, p. 265). Et en conséquence, cet auteur distingue dans la région deux systèmes de fractionnement tectonique: des fentes d'un système ancien, anté-miocène, le „Lublino-volhyenien”, à l'orientation générale W-E (dont WNW-ESE pour le Lublinien) et celles d'un système plus jeune, post-tortonien („du Roztocze”), à l'orientation générale NW-SE. Le premier système est considéré par cet auteur comme le reflet des éléments, paléozoïques „cachés”, constituant le prolongement vers l'Est des structures tectoniques des Montagnes de la Sainte Croix, et le second étant un élément de l'orogénèse „Cimmérienne récente”. Les éléments de l'orogénèse alpine n'ont créé aucune direction tectonique nouvelle, mais se sont fait remarquer par le „rafraîchissement” des „directions anciennes” (Jahn, 1956, p. 265).

Si l'on analyse d'une façon critique les thèses présentées ci-dessus, il faut se méfier d'un manque de rigueur dans les principes, pour l'explication de ce problème: „comment les directions des structures profondes ont elles été transmises vers le haut?” (Jahn, 1956, p. 265). Ceci dit, parce que l'auteur cité constate que les fractures des roches du Crétacé, qui devraient être considérées comme „l'effet du rajeunissement” des directions anciennes (le Crétacé constitue en effet le substratum immédiat du relief de la région en question), montrent, en fait, que le conditionnement principal du relief se fait dans des directions transversales, c'est-à-dire conséquentes (perpendiculaires au secteur de directions NNE-SSW, et E-W!), et que „le rôle morphologique des fractures dans les roches est souvent secondaire”. Il est lui même étonné, de la possibilité d'une transmission du reflet de la structure paléozoïque du substratum à travers l'épaisse couverture crétacée, mais il accepte néanmoins cette explication comme l'unique possible. Il ne peut imaginer une autre possibilité que l'explication tectonique pour la „linéarité” indiscutable du relief en question. En parlant de la Crête de Sokal (Jahn, 1956, p. 266) il émet l'opinion suivante: „Il est difficile d'expliquer le processus de transmission de l'orientation ancienne à la surface actuelle (et paléogène), à travers les dépôts Crétacés qui sont relativement peu compacts et peu susceptibles d'être fracturés” (souligné par l'auteur!). Et effectivement, cette explication est d'autant plus délicate à donner ici, que les recherches géologiques des ces dernières années (voir Didenko, 1960, ou Dembowski et Porzycki, 1967) ont montré que dans le substratum de la Crête de Sokal se situe, presque perpendiculaire à celle, l'axe (NNW-SSE, cf. fig. 13) d'une dépression tectonique (Lublin-Lwów) contenant un bassin houillier d'âge carbonifère. Dans ce bassin, l'épaisseur des dépôts carbonifères dépasse 1000 m (d'après Żelichowski, 1964), tandis que la puissance du complexe sédimentaire dévonien atteint 1700 m environ, dans le forage de Tomaszów Lubelski situé à la limite ouest de la Crête de Sokal (d'après

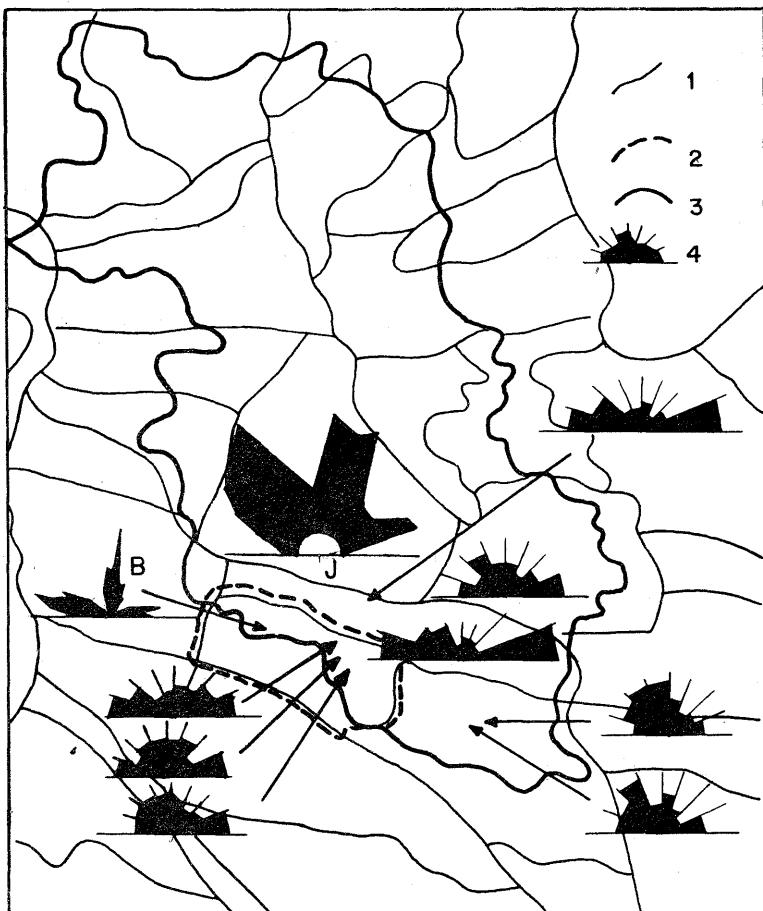


Fig. 1. Le „crevassement” des roches et l'orientation du relief linéaire dans le bassin de Wieprz
 1. limites des unités physico-géographiques d'après J. Kondracki (1968); 2. limites du Roztocze Occidental, pour lequel il existe un diagramme des fentes des roches du Crétacé de J. Buraczyński (1969), signé „B”; 3. limite du bassin de Wieprz, pour lequel il existe un diagramme cumulatif d'A. Jahn (1956), signé „J”; 4. diagramme de l'orientation du relief linéaire (en secteurs de 22,5°) d'après l'Auteur (pour les „champs fondamentaux de mesures” – parties des unités physico-géographiques)

Sieciarz, 1969 – dépôts du bassin sédimentaire épicontinentale). C'est donc à cause du fait que le Paléozoïque de plateforme (Żelichowski, 1964) n'est point déformé, qu'il n'est pas fondé de supposer l'existence, ici, d'une prolongation vers l'Est des structures tectoniques des Monts de la Ste Croix.

Le travail de J. Buraczyński (1969) jette une lumière nouvelle sur le problème du crevassement du substratum en se basant sur l'interprétation des mesures de l'orientation des diaclases dans les roches du substratum du Roz-

tocze occidental. L'auteur constate que dans les dépôts crétacés de cette partie du Roztocze (Roztocze de Goraj) on trouve préférentiellement des diaclases orientées NNE (10°) et d'autres perpendiculaires WNW (285°), la première direction étant plus marquée, tant par le nombre que par la netteté des fentes (Buraczyński, 1969). Le bilan de cette constatation (fig. 13 chez Buraczyński) et de la mesure, sur la carte, de l'orientation des vallées linéaires de la région amène l'Auteur (*cf. fig. 1*) à montrer que la direction principale chez J. J. Buraczyński (NNE) n'est pas celle qui prédomine pour l'orientation des vallées, tandis que la direction secondaire WNW, bien qu'assez importante cède le pas aux autres direction du relief: ENE dans les trois diagrammes et NW, N et NE dans deux seulement. Il s'ensuit que les crevasses des roches du substratum n'exercent point d'influence très marquée, sur l'orientation du relief et surtout que la direction principale de J. Buraczyński (NNE) ne se retrouve quasi pas dans l'orientation des vallées „linéaires”.

Dans sa précieuse „Esquisse physico-géographique” de la Cuvette de la Nida, J. Flis (1956), s'appuyant sur les résultats des recherches de J. Czarnocki (1930) et d'A. Malicki (1947) écrit (p. 129): „Même là, où les dépôts plus récents recouvrent un substratum ancien, hercynien, ils se ressentent de son influence. Les mouvements tectoniques postérieurs de l'écorce terrestre qui ont affecté des couvertures plus jeunes, ont, pur leur orientation, subit l'influence des directions des plis anciens du substratum. Ici, nous avons partout des directions anciennes; „Sandomirienne” parallèle et direction WNW-ESE, Hercynienne (ou „Wariscienne”), qui se manifestent dans l'orientation des éléments tectoniques plus jeunes, mais aussi dans l'orientation des crevasses et fentes des roches plus récentes. Outre ces directions, on rencontre assez souvent les directions NW-SE (du „Cimmérien Ancien”) et leur perpendiculaires. D'après cet auteur la disposition des crêtes, remparts et de vallées montre en général la même tendance dans leur orientation que les crevasses. De même S. Gilewska (1958) constate pour le Plateau de Miechów, ainsi que I. Dynowska (1964) pour le bassin de la Szreniawa, l'occurrence de mêmes directions de crevasses, en leur attribuant une influence sur l'orientation du relief linéaire qu'on y rencontre très communément.

En ce qui concerne toutes ces explications, il convient de faire une remarque: si l'on laisse de côté la question de savoir si la direction „Sandomirienne” des plis du substratum permo-mésozoïque, mise en évidence sur les Plateaux de Cracovie-Częstochowa et de Silésie, est réellement la prolongation des plis „Sandomiriens” du substratum de la bordure méridionale mésozoïque des Monts de la Ste Croix (*cf. Książkiewicz, Samsonowicz, Rühle, 1965, p. 91-93*), il faut bien voir, que le substratum plissé („prépermien”) de la Cuvette de la Nida et ses environs a une puissance de 1000 m à Lelów (*op.*

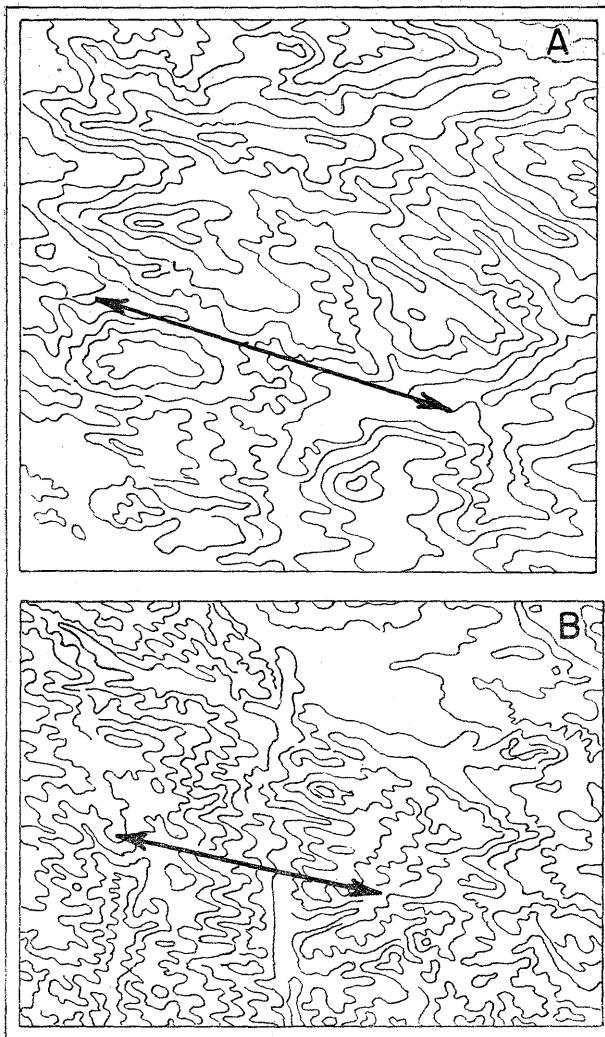


Fig. 2. Deux extraits de carte hypsométrique, montrant l'orientation du relief linéaire
A – sur le Plateau de Jędrzejów (Cuvette de la Nida) et B – à la limite entre le Plateau d'Olkusz et le Plateau de Miechów – qui constitue ici la bordure ouest de la Cuvette de la Nida (entre Skala et Stomniki)

*cit., p. 59), de 2250 m (*op. cit.*, p. 92) à Rzejowice (E. de Częstochowa) et, par conséquence on peut sérieusement douter de la possibilité d'une „projection” à la surface du crevassement du substratum à travers une couche aussi épaisse. De plus, même si on avait accepté la thèse affirmant que les mouvements tectoniques postérieurs de l'écorce terrestre ayant affecté des cou-*

vertures plus jeunes, ont été conditionnés dans leur orientation par des plissements du substratum ancien (Flis, 1956, p. 130), notre attention s'arrête surtout au fait que pendant le processus du soulèvement des Carpathes au Sud, les directions "Cimmériennes", le long desquelles ont été formées les structures tectoniques, qui constituent bien le substratum immédiat du relief actuel de la Cuvette de la Nida, n'ont pas été raffraîchies, et „le dernier mot” appartient au crevassement du substratum profond. Cette constatation nous apparaît étonnante si l'on pense que dans les montagnes moyennes allemandes, voisines de la Pologne à l'Ouest, le substratum plus ancien, („prémésozoïque” – „Tronçon permien”) a été morcelé, lors des mouvements orogéniques alpins, en de nombreux horsts tectoniques, découpés non suivant des lignes tectoniques hercyniennes et d'autres plus anciennes, mais selon des lignes perpendiculaires ou obliques. Il s'ensuit que l'orientation des lignes tectoniques jeunes n'est point, ici, conforme aux directions tectoniques des plissements plus anciens.

Nos recherches dans les régions de Podole et de Pokucie ont pris un jour nouveau grâce à l'étude des relations entre l'orientation du réseau des vallées et du crevassement des roches. Ces deux régions forment, en commun avec le rempart de Roztocze, les plateaux de Lublin et de Petite Pologne le Rempart Métacarpathique (Nowak, 1927), une grande structure tectonique de l'avant pays Carpathique qui a été surélevée sous l'effet de mouvements orogéniques pendant le soulèvement des Carpathes elles-mêmes.

Comme le montre l'étude des cartes topographiques à grande échelle, l'orientation des petites vallées parallèle au bord septentrional des Carpathes Orientales, qui prévaut en principe: soit WNW-ESE dans le Roztocze méridional et en Opole, NW-SE en Podole proprement dite, en Pokucie, en Moldavie et Bessarabie où l'orientation est parfois NNW-SSE et N-S. On peut constater qu'en général le relief linéaire s'ordonne suivant l'orientation de l'arc montagneux de Carpathes, et, plus précisément, suivant celle de leur bord septentrional de Carpathes et c'est bien cette circonstance qui a donné matière à la construction de la thèse présentant la linéarité du relief comme le reflet du crevassement des roches du substratum, sous la pression tectonique venant du Sud, de Carpathes, sur l'avant-pays rigide au Nord. Contre cette thèse, on peut faire les objections suivantes:

(1) Les mesures d'orientation du clivage des roches effectuées en Podole par A. Chałubińska (1928), montrent que les fentes du substratum le plus profond, c'est-à-dire des fentes de roches du Silurien, Devonien, également Senonien et Turonien, sont orientées dans des directions très diverses, ce qu'on peut voir très aisément sur la figure 3. Fréquemment elles sont orientées perpendiculairement au bord des Carpathes, ce qui prouve qu'on ne peut point parler de leur rapport avec l'orientation Carpathique.

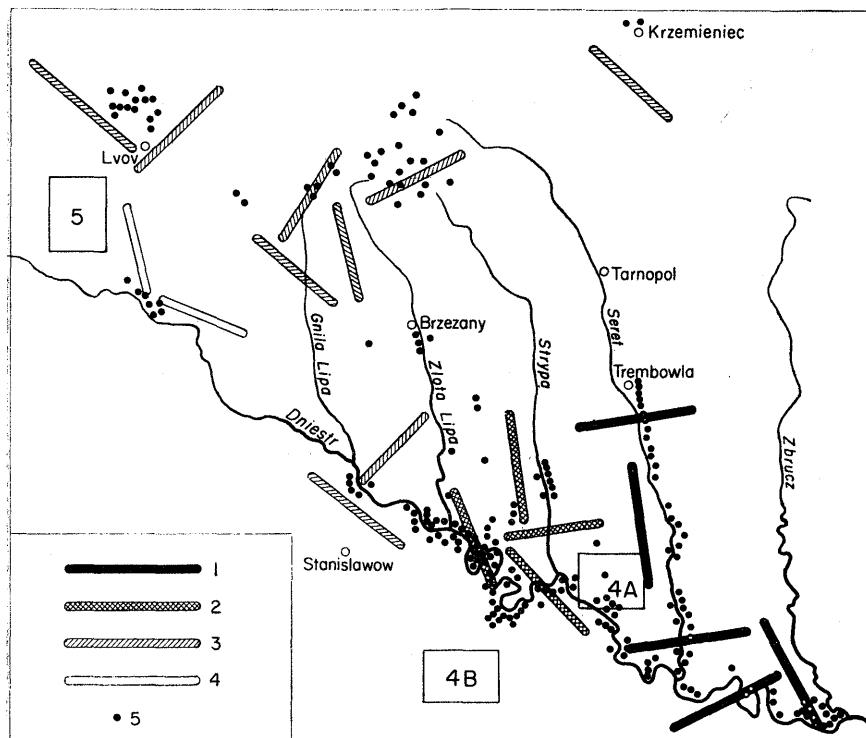


Fig. 3. Répartition des directions principales des fentes en Podole, d'après A. Chałubińska (1928)

1. Silurien; 2. Dévonien; 3. Sénonien et Turonien; 4. Miocène; 5. lieu d'observations (des mesures); 4A, 4B, 5 – régions représentées sur les sections de la carte hypsométrique et N°s des figures

(2) Si malgré cela le relief linéaire coupait transversalement l'orientation de ces fentes, on pourrait supposer que ce relief est le reflet du crevassement de la couverture sédimentaire le plus récente (sans tenir compte des dépôts minces du Quaternaire et du loess), faite de dépôts néogènes (miocènes) recouvrant le substratum ancien au crevassement si caractéristique. Contre cette thèse on peut objecter tout d'abord que le crevassement des roches sur la surface sous l'influence de la pression des Carpates ne pourrait être transmis vers la surface que par l'intermédiaire du substratum le plus profond et dans ce substratum, comme on l'a dit plus haut, il n'y a point de dominante de la direction carpathique. Il faut également considérer qu'on ne trouve pas de roches néogènes dans certains endroits en Podole (ex. le long de la vallée de Dniestr), et que malgré cela on trouve un relief linéaire orienté de la même façon que là où les couches néogènes existent. Enfin, il faut voir que la couverture néogène ne montre qu'un très faible crevassement. Ainsi que l'a

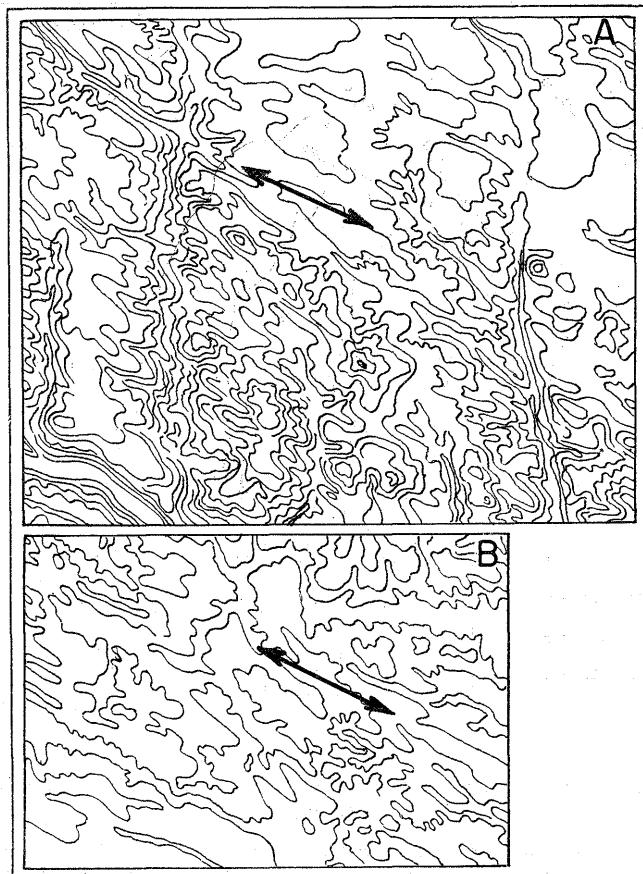


Fig. 4. Deux extraits de carte hypsométrique, montrant l'orientation du relief linéaire du Rempart Métacarpatique, dans sa partie orientale, proche des Carpathes

A – de la Podole, à l'Ouest du débouché de Seret dans la vallée de Dniestr, et B – de la Pokucie, au Nord de Kómyja. La région A – située à proximité du Dniestr, est dépourvue en grande partie de couverture tertiaire, mais, malgré cela, elle montre la même orientation du relief linéaire que le territoire B, dont le substratum se caractérise par une énorme épaisseur d'„argiles de Pokucie”. Il faut en outre remarquer que d'après les mesures d'A. Chałubińska (1928), dans la région A les directions NW-SE à NNW-SSE et ENE-WSW dominent dans les fentes du substratum, tandis que l'orientation du relief linéaire est ici WNW-ESE

écrit A. Chałubińska (1928, p. 9) „le Miocène, malgré sa très vaste extension n'offre que peu d'occasion d'observer des fentes. Les fentes sont très rares dans les craies et les calcaires, plus fréquentes dans les conglomérats et grès. On ne trouve des fentes bien développées et nombreuses que dans les grès du rebord SW de Podole”. C'est dans ce secteur que l'auteur cité signale deux directions dominantes: l'une, WNW-ESE est concordante à la direction des Carpathes, et l'autre, presque perpendiculaire à la première, NNW-SSE.

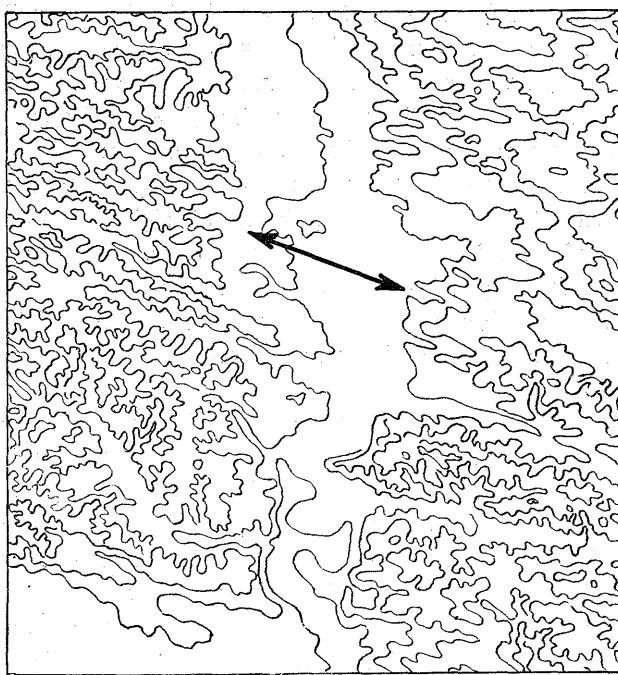


Fig. 5. Extrait de carte hypsométrique du Plateau San-Dniestr, montrant l'orientation du relief linéaire

Remarquez la direction WNW-ESE (la flèche) de la plupart des grandes vallées tandis que leur pentes montrent une dissection par un système de petites vallées, qui ne possèdent pas l'orientation linéaire. Remarquez aussi, que les régions à dénivellation importante sont disséquées très intensivement, tandis que celles qui sont plus plates sont moins disséquées, ce qui y rend le relief linéaire plus visible. Remarquez enfin, que les grandes vallées du système WNW-ESE (de même orientation que les „*padoły*” décrits par J. Czyżewski (1929) coupent transversalement la vallée méridienne de l'affluent de Dniestr – Wereszycy

Ces constatations faites, l'auteur laisse de côté les fentes du Miocène dans le bilan des fentes en Podole, parce que, dit-elle „les fentes y sont pour la plupart si faiblement développées, qu'on peut mettre en doute leur origine tectonique” (Chałubińska, 1928, p. 11).

(3) De même, les mesures de fentes dans les roches du Crétacé du Rempart de Roztocze, faites par J. Czyżewski (1928–1929) et A. Malicki (1935) montrent une concordance avec l'orientation du Roztocze „Cimmérien récent, et non avec l'orientation des Carpathes”. J. Czyżewski (1928) en parlant de la génèse des „*padoły*” de Podole (vallées larges et longues), met en doute l'idée que leur orientation pourrait être conditionnée par les fentes (le clivage) des roches podoliennes, parallèles à l'arc des Carpathes orientales.

(4) Pour aller au bout de la discussion, si l'on admet la justesse de la

thèse d'A. Jahn (1956), au sujet du Plateau de Lublin et du Rempart du Roztocze, disant que „les éléments de l'orogénèse alpine n'ont crée aucune direction tectonique nouvelle et ne se sont manifestés que par une rafraîchissement de directions anciennes”, et si l'on l'applique en Podole, il devient très difficile de comprendre quels éléments „anciens” ont été rafraîchis en Podole. En effet le substratum de cette région est composé de roches cristallines, appartenant à la série du massif „ukrainien” rigide dont la surface est légèrement inclinée vers l'Ouest, et est recouverte par des dépôts sedimentaires paléozïques et mésozoïques, d'où le nom de „Plateau” que porte la Podole. La structure de type plateforme qui caractérise toute cette région empêche évidemment de découvrir des éléments anciennes rafraîchis” par l'orogénèse alpine.

(5) L'étude de conditions géologiques du substratum de Pokucie nous fournit d'autres éléments. Là, on peut observer très nettement l'orientation WNW-ESE du relief linéaire (*cf. fig. 4A, 10, 13*). Ce relief est masqué dans la partie de la Pokucie toute proche de Dniestr par le relief carstique des roches crayeuses (Zglinnicka, 1931), mais dans le reste de la région, le substratum tertiaire se compose essentiellement des „argiles de Pokucie” (Czyżewski, 1931). Il semble, qu'il soit très difficile d'accepter l'existence d'un système de fentes dans les argiles, aussi développées que soient les vallées du système linéaire dont elles pourraient être à l'origine.

(6) Enfin, il faut remarquer, que la direction „volhyno-lublinienne” (WSW-ENE) du relief linéaire, qu'on peut observer en Volhynie (fig. 6) interférant avec la direction lublinienne (WNW-ESE) disparaît peu à peu au profit de cette dernière, lorsque l'on se rapproche des Carpathes et en Podole (fig. 4 A et 5), on ne trouve pratiquement plus que WNW-ESE, comme d'ailleurs en Pokucie (fig. 4 B). Cette direction change graduellement en NW-SE dans la région de la Bukovine et en NNW-SSE en Moldavie. C'est une direction qui, on le voit, est toute carpathique, puisqu'elle s'adopte à l'orientation variable des Carpathes dans cette région-là: de WNW-ESE au bord de la Podole occidentale, en NW-SE au bord de la Pokucie et de la Bukovina, et en NNW-SSE au bord de la Moldavie.

Toutes ces objections et remarques nous amènent à dire que la concordance observée entre l'orientation du relief linéaire et celle du bord des Carpathes ne peut avoir une origine tectonique. Il est suprenant, malgré l'évidence de tous ces faits que la thèse de la génèse tectonique du relief linéaire de Podole et en Pologne méridionale ait une si grande longévité (Jahn, 1956; Flis, 1956; Buraczyński, 1969; *et al.*). Ceci est dû au fait que les chercheurs rencontrant à chaque pas des roches du substratum ancien et des preuves diverses de surélévation tectonique, n'avaient point à chercher d'autre origine



Photo de l'auteur

Photo 1. Surface de Roztocze Occidental, dissequée par les vallées

Ici, dominent dans l'orientation du relief linéaire les directions WNW-ESE à NW-SE. A cause de la forte dénivellation les vallées sont incisées très profondément dans le substratum et manquent bien souvent de fond plat, si caractéristique dans la plupart des vallées linéaires des autres régions



Photo de l'auteur

Photo 2. Une des vallées linéaires importantes à orientation WNW-ESE sur le Plateau de Miechów dans les environs de Maków



*Photo de M. Janiszewski,
d'après A. Chatubitska (1928)*

Photo 3. Fentes dans des calcaires turoniens à Niżniów sur le Dniestr (Podole)

Comme on le voit, le crevassement de la roche est une propriété aérolaire constituée d'un système de fentes perpendiculaires les unes aux autres (fentes verticales en deux directions et fentes horizontales). C'est bien une propriété de la structure de la roche. C'est également la raison pour laquelle on ne peut expliquer pourquoi l'érosion linéaire supposée fluviatile aurait privilégié une direction au désavantage d'une autre

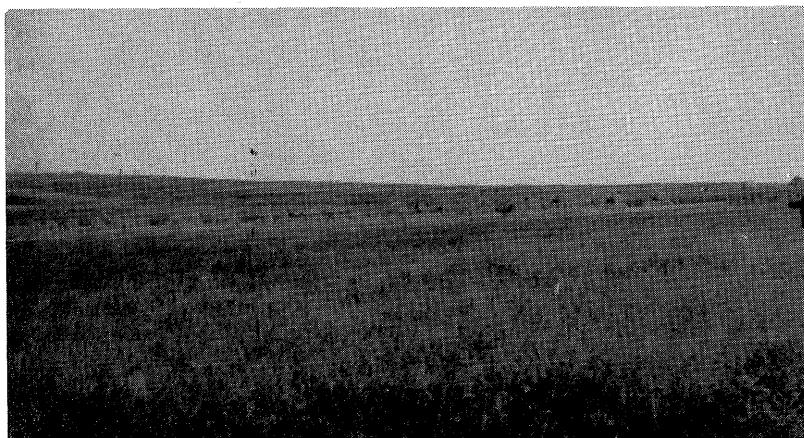


Photo de l'auteur

Photo 4. Une des vallées linéaires à fond plat sur le Plateau Cracovie – Częstochowa, à l'Ouest de Sułoszowa (entre Cracovie et Olkusz)

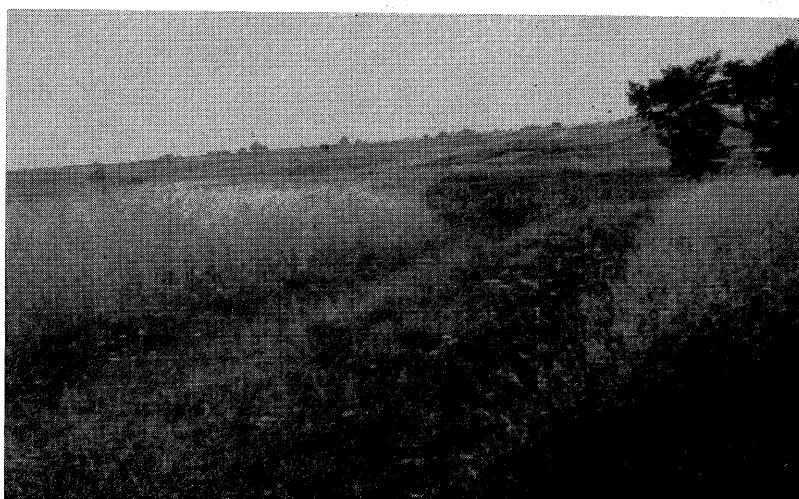


Photo de l'auteur

Photo 5. Une petite vallée à l'orientation linéaire WNW-ESE, à NE de Tarnów sur le Plateau de Tarnów, dont la position est signalée par X, sur la figure 9



Photo de l'auteur

Photo 6. Fond plat de la petite vallée linéaire orientée WNW–ESE, au NE de Tarnów



Photo de l'auteur

Photo 7. Les petites vallées linéaires peu profondes sur la surface loessique du Plateau de Sandomierz (au NW de Sandomierz)

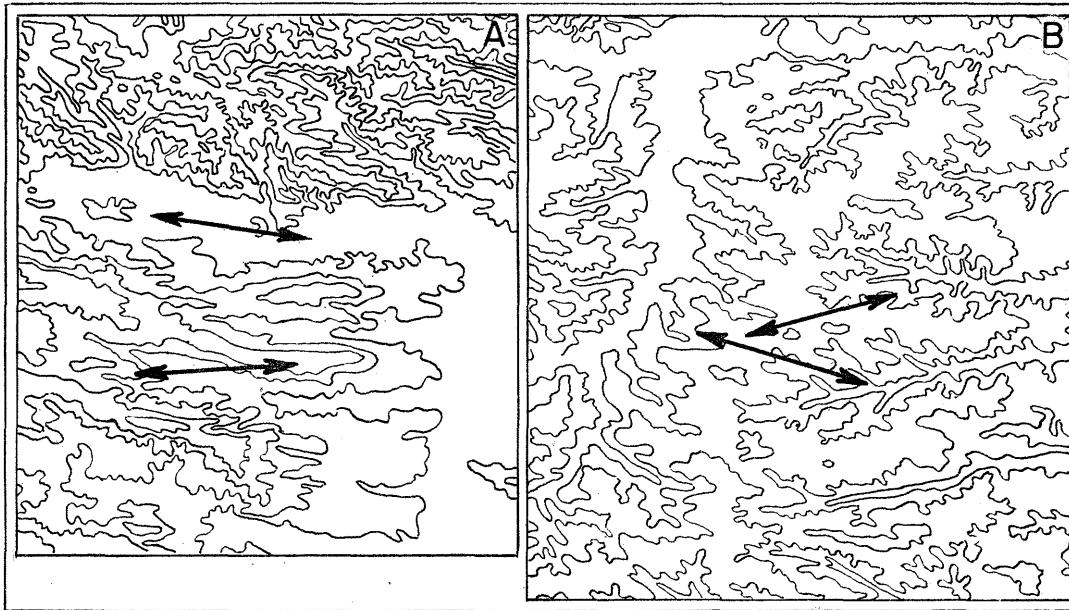


Fig. 6. Deux extraits de carte hypsométrique montrant l'orientation du relief linéaire dans la partie NE du Rempart Métacarpathique sur le Plateau de Volhynie: A- région au SW de Łuck, B – à l'W de Beresteczko

Remarquez en A, que l'orientation linéaire des vallées de second ordre sur cet extrait est celle de la Crête de Sokal, située dans la partie Nord de la section de la carte, tandis que dans la partie centrale et méridionale de la section, l'orientation linéaire caractérise les vallées du premier ordre (les affluents du fleuve Styr). Remarquez aussi sur les deux territoires l'interférence des directions WNW-ESE et WSW-ENE

du relief linéaire que la morphogénèse tectonique, qui d'ailleurs les contraignait à des illogismes dans le raisonnement.

Une bonne illustration d'un tel raisonnement nous est fournie par la note de O. Kossmann (1930) sur la génèse des „directions podoliennes” aux environs de Krzemieniec, en bordure nord de la Podole. Cet auteur relie la linéarité du relief avec sa génèse „microtectonique”. Il cherche confirmation de cette thèse dans la mesure des directions de fentes dans les roches „sarmatiennes”, ce qui lui „démontre” la predominance des directions N 60°–70°W et N 60°–70°E, et par conséquent l'accord complet avec les lignes dominantes du paysage (Kossmann, 1930, p. 83). Le poids de cette constatation catégorique est cependant bien diminué par les réflexions suivantes:

(a) dans le micro-relief des environs de Krzemieniec, se trouvant encore sur le plateau de Podole, il n'y a qu'une direction dominante, N 60°–70°W, tandis que la direction N 60°–70°E, c'est la direction de quelques grandes vallées uniquement: la Wilia, et la Horyń et, hormis ces vallées, on ne rencontre nulle part cette direction dans des petites vallées. Cette direction n'est donc pas éminente dans la géomorphologie de la région;

(b) de plus, on peut avoir des doutes sérieux sur l'objectivité des mesures car l'auteur ne publie ni le nombre de mesures (ce qu'a fait Chałubińska), ni le pourcentage des diverses directions de fentes, ce qui nous fait craindre que ces observations aient été „ajustées” par l'auteur pour la démonstration d'une thèse préconçue. „Le traitement statistico-mathématique trop poussé du problème de fentes a rendu très difficile la réalisation de corrélation entre fentes et le paysage. Le point de départ et la vérification de l'importance des fentes ne doit point être fournie par la statistique des observations, mais bien par les formes réelles du paysage” (Kossmann, 1930, p. 84);

(c) cette affirmation, très caractéristique, montre très clairement une faute logique du type „ cercle vicieux” c'est-à-dire que l'auteur accepte d'avance que la „linéarité” du microrelief des environs de Krzemieniec soit conditionnée par la microtectonique et il tient compte uniquement de fentes, et surtout de fentes orientées dans les directions, qui s'accordent avec l'orientation du microrelief de la région (la thèse qu'on veut prouver s'appuie sur les prémisses qui résultent de cette thèse!). La predominance de la direction N 60°–70°W est vraisemblablement dûe à ce que l'auteur a mesuré les directions de fentes d'affleurements au bord des „jary” (canyons) de Krzemieniec, qui sont orientés justement dans cette direction. On peut donc soupçonner de ne pas avoir mesuré des fentes de clivage, mais des fentes provoquées par les éboulements de masses rocheuses sur les pentes des „jary”, disséquant profondément le rebord septentrional de la Podole en cet endroit.

Bien que la note citée ci-dessus ne soit pas d'un niveau très élevé du point de vue de l'observation et l'argumentation scientifique, elle montre néanmoins

les illogismes caractéristiques et les fautes d'observation que l'on retrouve dans d'autres travaux de plus haute tenue, touchant notre problème.

En marge de toutes ces considérations, on peut remarquer qu'il est des voix pour contester l'existence d'une influence des fentes sur l'orientation du relief. Pour illustrer cette thèse, on peut citer l'analyse statistique de ce problème, faite par E. H. Brown (1969) pour les fentes dans le calcaire de la bordure NW de Chalk Scarp dans le Buckinghamshire en Angleterre. Cet auteur a constaté que les nombreuses vallées sèches et le clivage dans des couches calcaires ont chacun une orientation bien définie, mais il n'a pu établir aucun lien entre ces directions; donc les vallées n'ont pas été conditionnées par l'orientation de fentes.

En relation avec ce problème se pose plus particulièrement la question de savoir si les diaclases qui forment les fentes, qui doivent étager la thèse de l'influence de la tectonique du substratum ancien sur le relief actuel, ces fentes donc, peuvent-elles avoir une influence sur la formation du relief linéaire? Comme il ressort des divers travaux, ayant trait aux fentes dans cette région, elles sont constituées de crevasses très étroites, de quelques centimètres à quelques dizaines de centimètres de large, séparées de quelques dizaines de centimètres à un mètre, au plus de quelques mètres (*cf. Czyżewski, 1929*). Ce crevassement est la marque distinctive des roches du Crétacé sur de grandes étendues et on n'a jamais constaté, dans les affleurements où l'on a fait les mesures de fente, l'existence de cavités, de rigoles en forme de petites vallées qui seraient formées à la surface de la roche massive et pourraient être des formes initiales de vallées linéaires futures. Comme le montre l'étude de J. Morawski (1960) sur la surface des roches cretacées lubliniennes, la surface crevassée supporte une couche plus ou moins épaisse de matériel de désagregation qui ne montre aucun signe d'ajustement à la surface de la roche massive, non désaggregée, dans le sens d'un remplissage de quelques cavités ou rigoles qui auraient existé dans cette surface (voir aussi la photo 4).

En fait il semble que seules les crevasses bien marquées, combinées avec des failles, où la roche se trouve fracturée et désaggregée sur une épaisseur assez grande, peuvent être considérées comme des formes initiales tectoniques de vallées. Ceci peut apparaître dans une roche dans les zones de grande concentration de crevasses, zones de morcellement de la roche en débris plus ou moins importants. Cela peut se trouver lors de l'interférence de deux systèmes de crevasses: crevasses d'un système de diaclases et crevasses ayant par origine la dislocation réelle de masses rocheuses et formant des failles. Ces failles sont néanmoins bien plus rares que le réseau très dense de vallées et vallons „linéaires”. Comme l'a montré l'étude perspicace de S. Dżułyński (1953) sur la tectonique de la partie méridionale du Plateau de Cracovie, les fentes de faille (traitées par cet auteur de la même façon que les fentes de dia-

clases), très diverses dans des roches variées, montrent une orientation assez divergente qui est celle des failles postjurassiennes du Plateau de Cracovie et ont été, de ce fait, mises en évidence séparément dans ses diagrammes de fentes.

Donc en relation avec ces faits, on doit juger avec une certaine méfiance critique l'interprétation de mesures de fentes où il n'a pas été constaté de dislocations rocheuses. Bien qu'A. Jah'n (1956) ait observé que „les parois rocheuses polies de glaces tectoniques soient un trait caractéristique propre aux fentes exhumées fraîchement preuve incontestable des dislocations des masses rocheuses le long des fentes”, il écrit un peu plus loin qu'on les rencontre très souvent dans le Roztocze aux environs de Bełzec, Zwierzyniec et dans la proximité du rebord méridional de ces collines” et que „ce type de crevasses apparaît sporadiquement sur le Plateau de Lublin (souligné par l'auteur, T. B.), surtout aux environs de Piaski Luterskie et Piaski Biskupie”. Comme on le voit, les „glaces rocheuses” ne sont point un phénomène commun et le fait de leur concentration sur le territoire du Roztocze permet de conclure, que dans ce secteur on a mesuré des failles véritables tandis qu'en d'autres places on a mesuré des fentes typiques de diaclases, formées sans le concours de dislocations de roches. Le Roztocze, c'est bien le domaine des dislocations du „Cimmérien récent”, qui se sont manifestées, c'est général ici, par un broyage vertical des couches rocheuses. Ces mêmes fentes, d'un genre si intensif, sont bien connues dans le Roztocze méridional (Czyżewski, 1929) et y sont interprétés comme le reflet de la „direction du Roztocze” (Cimmérien récent”). Tenant compte de ces faits l'auteur ne nie point l'existence d'une influence du crevassement sur l'orientation du relief, mais il veut la limiter aux crevasses très importantes, aux crevasses de failles.

En résumant les remarques ci-dessus, on peut constater que: (1) L'argument fondamental de tous les travaux qui s'occupent de la génèse du réseau des vallées de la région, est que l'avant-pays Carpathique subissant une pression venue du Sud a été disséqué de failles, parallèles à la bordure des Carpates. C'est une thèse douteuse vu le fait que l'avant-pays des Alpes, qui se trouve dans une situation analogue: Plateau de Bavière, Montagnes Moyennes Allemandes, dénotent un système de fractures et de déformations tectoniques tout différent: deux directions s'y entrecroisent; direction sudétienne et direction des Monts Métallifères, donc pas parallèles aux Alpes. Un tel système de fentes a été mis en évidence par A. Chałubińska en Podole, comme on l'a déjà vu dans le détail, et cela prouve leur génèse Carpathique. On n'a pas découvert un système de fractures parallèles au bord des Alpes d'une intensité aussi grande qu'elles auraient crée un relief parallèle; et cela, ni sur la surface



Fig. 7. Extrait de carte hypsométrique du territoire du Plateau de Tarnogród, montrant l'orientation du relief linéaire dans les environs de Tarnogród. Remarquez l'interférence de directions WNW-ESE et WSW-ENE

mollassique de l'avant-pays des Alpes (Bavière), ni sur les terrains cristallins et mésozoïques de la zone moldanubienne (Forêt Noire, Forêt Souabe, Forêt Franconienne, Forêt de Bohême, et Plateau Bohémien).

(2) Dans aucun travail on ne met l'accent sur le fait que le relief linéaire „coupe” obliquement ou même transversalement les diverses structures tectoniques du substratum, ce qui se voit le mieux dans le Plateau de Lublin. Ici, la direction „lublino-volhynienne” des fentes coupe transversalement la dépression sédimentaire Lublin-Lwów, remplie de dépôts paléozoïques et mésozoïques. De même dans la Cuvette de la Nida, le relief linéaire, orienté WNW-ESE, coupe obliquement les structures tectoniques cimmériennes qu'on y trouve (orientées elles, NW-SE) (fig. 13).

(3) Le problème dicuté requiert plus notre attention dans la Cuvette Subcarpathique. On y observe un relief linéaire assez bien déchiffréable sur le Plateau de Tarnogród (ENE-WSW et WNW-ESE, cf. fig. 7), sur le Plateau de Kolbuszowa (les mêmes directions, cf. fig. 8) et même sur le Plateau de Tarnów (toujours les mêmes, cf. fig. 9). Ce relief coupe très nettement obliquement, les structures du substratum infra-miocène d'orientation NW-SE (cf. Karnkowski, 1968) et les lignes de dislocations perpendiculaires à ces structures montrent une orientation SW-NE ou SSW-NNE, donc orientation qui recoupe, elle aussi, l'orientation du relief linéaire. Les couches du substratum mentionné ont ici, une très grande profondeur. Par exemple, les „argiles miocènes de Krakowiec” atteignent, à la bordure des Carpathes, plus de 2 500 m d'épaisseur (comp. Pawłowski, 1960). Les propriétés lithologiques du reste des séries miocènes (argiles, sables, argilolithes, parfois

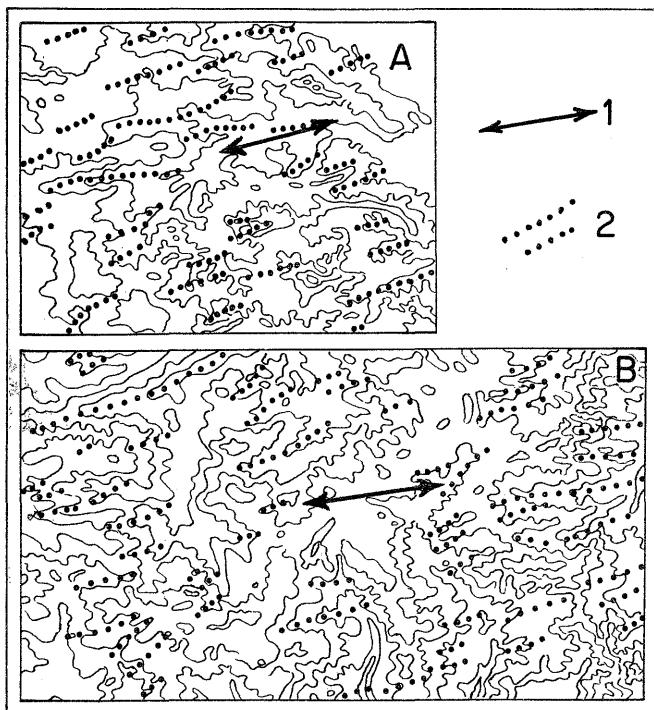


Fig. 8. Deux extraits de carte hypsométrique de territoire de Plateau de Kolbuszowa, montrant l'orientation des vallées linéaires: A - dans les environs de Kamień et B - entre Głogów et Sokołów Małopolski

Remarquez bien la dominante de la direction ENE-WSW, qui est très visible surtout dans les vallées importantes
1. direction linéaire; 2. vallées linéaires plus importantes

des grès et craie, etc) entravent fortement la transmission du crevassement du substratum vers la surface, sur laquelle se trouve le relief linéaire. Comme il ressort des recherches de Z. Obuchowicz (1966) sur la région de la dépression „pré-Carpathique” il y a un grand nombre de „failles détournées” se faisant remarquer dans l'étage du substratum du Miocène, qui était bien plus dur et résistant que les couches supérieures du Tortonien et du Sarmatiens, aux pressions, exercées par les Carpates, du Sud vers le Nord. Au contraire, les couches les plus hautes, des séries miocènes ne sont pas disloquées ou bien ont des dislocations du genre des „dislocations discontinues” (*cf.* par exemple Pawłowski, 1965, ou Kubica, 1965). Une telle organisation, de ces crevasses (failles) dans le Miocène est bien le résultat direct de l'histoire de la sédimentation de ces dépôts. La grande épaisseur de ces dépôts provient de l'accumulation continue, dans la dépression péricarpathique, des produits de la „destruction” des Carpates, pendant leur surélévation. Il a d'abord

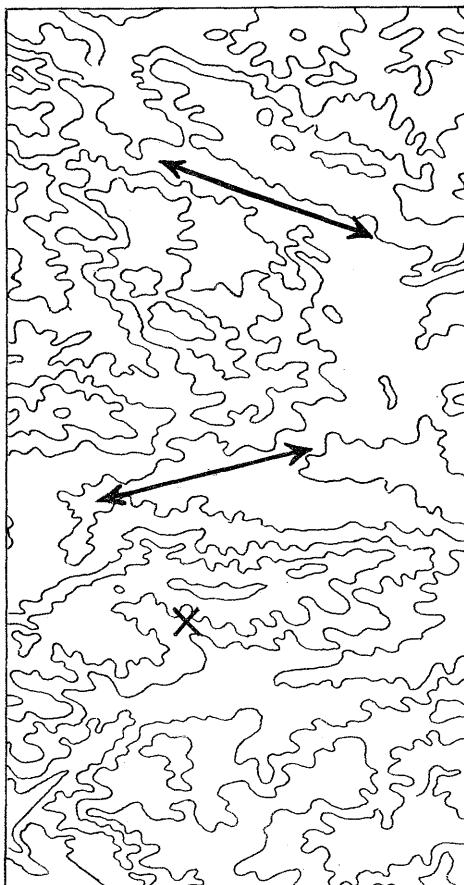


Fig. 9. Extrait de carte hypsométrique du territoire du Plateau de Tarnów, montrant l'orientation du relief linéaire entre Tarnów et Radomyśl

Remarquez l'orientation des vallées de NW-SE à WNW-ESE, qui se fait remarquer dans les „affluents” des vallées plus grandes, qui possèdent orientation ENE-WSW, s'entrecroisant avec les directions précédentes

x — vallée représentée sur la photo 5

dû y avoir la surrection des monts, puis, la dislocation des dépôts de l'avant-pays, causée par cette surrection, enfin, la sédimentation des produits de la destruction de ce massif. De la sorte que, les dislocations des dépôts, liés avec les mouvements de surélévation, doivent se trouver toujours dans les parties basales des séries sédimentaires. C'est pourquoi, on ne doit pas être surpris de ne pas rencontrer de fentes dans la couverture miocène en Podole, ou d'en rencontrer de très faiblement développées, alors que le substratum du Miocène en présente un grand nombre, ce qui rejoint la thèse que nous avons formulé ci-dessus. De ce fait il faut s'attendre à ne rencontrer de système de fentes bien développées, liées avec le processus du surrection de Carpathes, que dans les régions, où la couverture miocène a été complètement érodée ou n'a été conservée que sur une épaisseur minime. On ne doit donc pas espérer de trouver dans la dépression péricarpathique, remplie à ras bord de dépôts

miocènes, de fentes dans les parties superficielles de ces dépôts. Cependant, si on rencontre dans cette région le relief linéaire on doit en conclure qu'il n'est pas aucunement le reflet de fentes dans le substratum immédiat de ce relief, soit dans les dépôts du Miocène, recouverts d'un manteau peu épais du Pléistocène.

(4) Cette dernière circonstance, notamment la présence du relief linéaire sur des régions à couverture miocène puissante (dépression péricarpatische) aussi bien que sur des régions dépourvues de cette couverture et faites de dépôts crétacés, nous induit à rejeter la génèse tectonique de ce relief. De même cette conclusion nous paraît la seule possible au regard de l'orientation du relief linéaire et de la répartition de la couverture de loess (une des plus récentes), et en comparant cette couverture et le relief linéaire.

L'analyse des relations existant entre le relief linéaire et le réseau de vallées en général, développée dans les dépôts pléistocènes et le relief existant à la surface préquaternaire, nous montre que les régions à relief linéaire sont liés à une couverture éolienne développée – dépôts très divers, mais en général, loess. Il est vrai que D. Kosmowska-Suffczyńska (1966), qui a décrit le relief loessique des environs d'Ostrowiec Świętokrzyski constate que le relief fossile a été conservé, mais cette observation s'applique aux vallées assez grandes, comme celle de la Kamienna, de la Kamionka, de la Pré-Opatówka, la Pré-Wisniówka, et ne s'applique point à la „reproduction” de petites vallées et de vallons (qui sont „linéaires”!). Les études détaillées faites par cet auteur montrent que dans la région de Koszary-Kąty Dankowskie l'ancien relief composé de petites vallées est complètement fossilisé par la couverture Néogène et Quaternaire (Kosmowska-Suffczyńska, 1966, p. 40). Dans l'autre travail, ayant trait à la partie occidentale du Plateau de Sandomierz cette auteure (Kosmowska-Suffczyńska, 1963) est d'avis que „le fait que la couverture loessique des pentes des ravins est ici beaucoup plus épaisse que sur le plateau loessique environnant, suggère l'existence des formes de vallées anciennes, qui auraient été remplies de loess”. „Ces formes de vallées, faciles à reconnaître, indiquées par les ravins contemporains, se sont développées après la glaciation cracovienne (Mindel) et avant la glaciation moyenne de Pologne (Riss). Il semble qu'il soit très difficile de savoir quelque chose de l'existence Pliocène de ces vallées, quoiqu'on puisse admettre qu'à cette époque on ait eu une situation entièrement différente de l'actuelle. Au Pliocène supérieur, il y avait des vallées profondes et étendues mais on ne connaît rien des petites formes, tandis qu'aujourd'hui les processus érosifs très vigoureux donnent des entailles profonds de petite taille, alors que les vallées principales semblent mortes”. De même, E. Mycielska-Dowgiałło (1966) accepte pour le Plateau de Sandomierz que „le loess, en s'accumulant, ait rempli

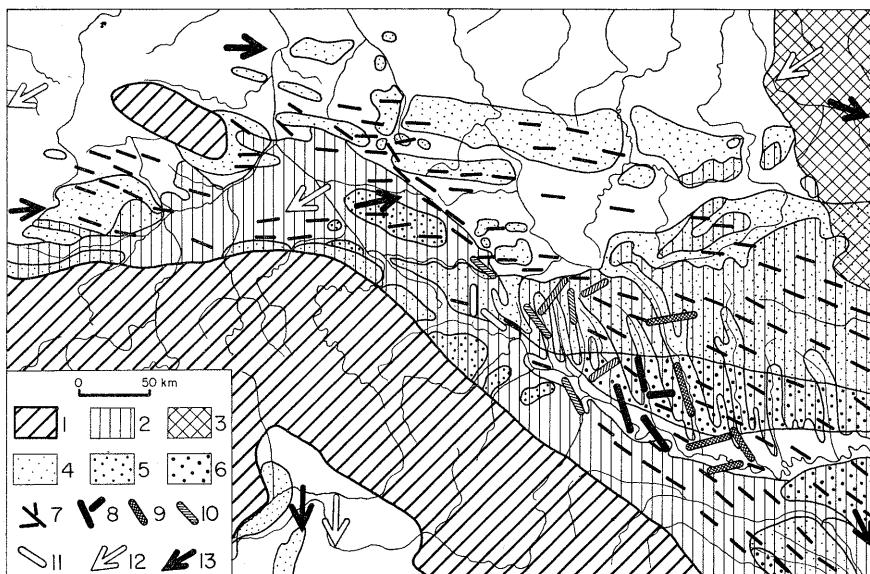


Fig. 10. Relief éolien sur le territoire du Rempart Métacarpithique

1. montagnes; 2. couverture sédimentaire du Tertiaire marin en dehors des montagnes; 3. cristallin de l'avant-pays des Carpates, en affleurement; 4. régions à couverture loessique (d'après H. Maruszczak, 1967); 5. territoires loessiques additionnels (d'après l'Atlas Physico-géographique du Monde - Moscou, 1964); 6. les territoires loessiques additionnels (d'après S. Z. Rózycki, 1967); 7. orientation du relief linéaire; 8. directions des fentes dans le Silurien de Podole (d'après A. Chałubińska, 1928); 9. directions des fentes dans le Dévonien de Podole (d'après A. Chałubińska, 1928); 10. directions des fentes dans le Crétacé de Podole (d'après A. Chałubińska, 1928); 11. orientation des fentes dans le Miocène de Podole (d'après A. Chałubińska, 1928); 12. direction des vents ayant accumulé le loess (d'après H. Maruszczak, 1967); 13. directions des vents contemporains (d'après H. Maruszczak, 1967)

des cavités et ait dominué graduellement les dénivellations d'un relief très accidenté à l'interglaciaire Eemien". „Cependant, il est parfois difficile d'établir si l'ancienne forme érosive provient de l'Eemien ou, si elle s'est développée plus tard, dans une des phases „interloessiques” (Mycielska-Dowgiałło, 1966, p. 165). H. Maruszczak (1956) lui-aussi, en décrivant le relief des environs du village Majdan, à SE d'Opole Lubelskie, pense que „dans un premier temps, les forces érosives ont disséqué le niveau de surface en formant une vallée qui possédait déjà avant la glaciation Riss quelques traits semblables à ceux d'aujourd'hui” (Maruszczak, 1956, p. 186).

Comme on peut le voir d'après ces thèses, on admet bien la préexistence de quelques formes de vallées loessiques formées avant l'accumulation du loess, mais pour la datation des petites formes on ne dépasse pas les limites du Pléistocène et on accepte, l'âge Pliocène pour quelques grandes seulement, tout en constatant que l'ancien relief des petites formes est entièrement fossilisé sous la couverture des dépôts plus jeunes.

La répartition des surfaces occupées par le loess est également caractéristique. Sur le plateau de Lublin, le loess est étalé en forme de bandes, plus ou moins étroites, délimitées par des rebords, en principe très nets et rectilignes. Leur orientation – c'est très important – est en principe concordante avec l'orientation du relief linéaire, c'est-à-dire W-E dans la partie orientale du Plateau et WNW-ESE dans sa partie occidentale. Comme l'a constaté A. Jahn (1956) les rebords loessiques sont parallèles aux grandes formes (vallées, cuvettes) et indépendantes des petites formes du substratum du loess. Cet auteur est d'avis que ces rebords loessiques sont d'origine primaire, de nature accumulative, et que leur concordance avec l'orientation, dominante des vallées est due au fait, que ces vallées constituaient les voies de circulation de la poussière éolienne (conditionnée par l'orographie) qui provenait de l'Est, comme l'affirme également H. Maruszczak (1963, 1967). Cependant pour S. Z. Różycki (1967), les loess ont été accumulés par les vents venant de l'Ouest; direction WNW, la même que celle des vents contemporains dominant. Il n'est pas dans les intentions de l'auteur de résoudre cette question, en demeurant peu importante pour notre sujet: la concordance du relief linéaire avec l'orientation des bandes loessiques. Car, il est bien évident qu'à admettre une génèse „occidentale” ou „orientale” des loess ne change rien à la réalité de l'orientation des formes du relief linéaire et des bandes loessiques. On peut étudier cela d'une façon convainquante en ayant en main l'interprétation de H. Maruszczak (1967). Pour cet auteur, dans la partie méridionale de la Cuvette Subcarpathique on trouve une circulation atmosphérique WSW-ENE et autre fois elle était ENE-WSW. La prédominance des vents d'Ouest est très nette dans la partie septentrionale de l'extension des loess (Plateau de Lublin, bordure septentrionale des Monts Ste-Croix) remarqué encore H. Maruszczak.

Pour résoudre notre problème, la question du mécanisme de l'accumulation des loess en rapport avec la morphologie préexistante, thèse acceptée par A. Jahn (1956) sur le plateau de Lublin, est de première importance. Il suppose que le relief linéaire, qui devait, selon lui, conditionner l'orientation de l'accumulation du loess, était formé bien avant que le loess ne s'accumulait. Comme on le sait, cependant, le relief linéaire est de „petit rythme” car il constitue le trait caractéristique de l'orientation des petites vallées tandis qu'il „sauta” les grandes vallées, dont on sait, par ailleurs, qu'elles sont plus anciennes que l'accumulation du loess. On peut citer par exemple, la bande loessique située au Sud d'Opole Lubelskie, d'orientation WNW-ESE, et qui trouve son prolongement vers l'Ouest en coupant la vieille vallée de la Vistule jusqu'aux environs d'Iłża (Plaine de Radom). C'est là qu'on observe la „fin” très mince (ou le „début”) de la bande loessique. L'analyse de la répartition des grandes vallées qui devraient être responsable de cette ori-

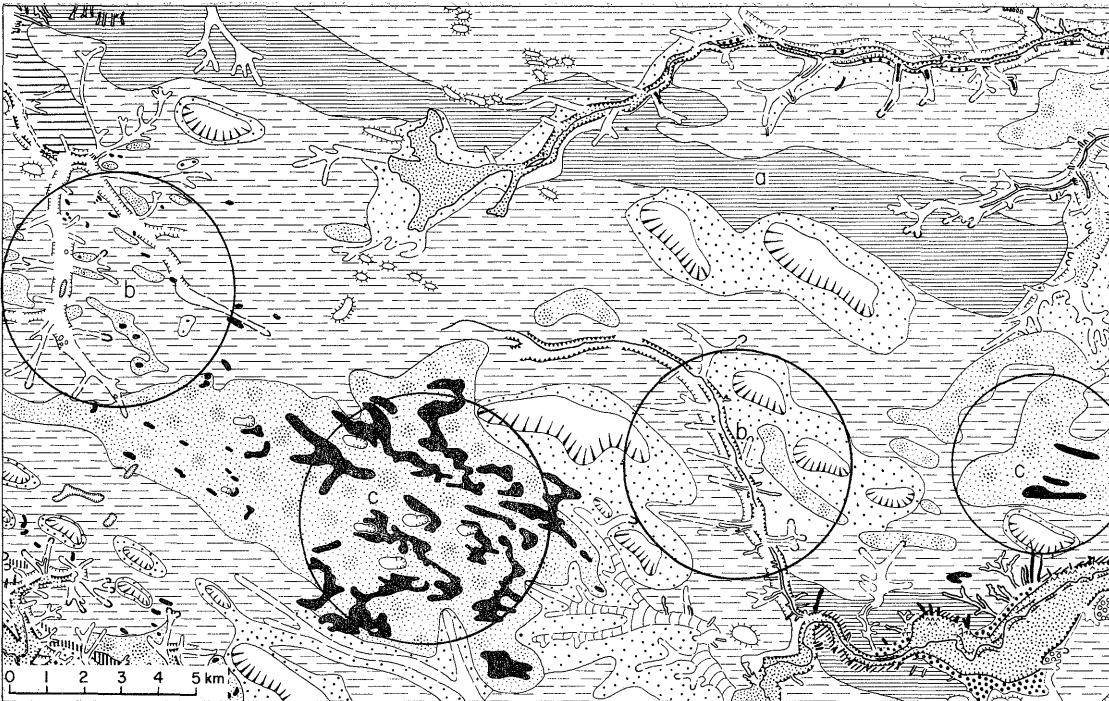


Fig. 11. Extrait de carte géomorphologique du bord nord-est des Monts de la Ste Croix (d'après C. Radłowska, 1963) montrant les éléments linéaires d'origine éolienne: a. bande loessique; b. vallées linéaires, disséquant les pentes de grandes vallées; c. dunes

tation rectiligne de la bande de loess, ne justifie point cette conclusion. Les grandes vallées de la basse Kamienna et de l'Iłżanka sont orientées presque perpendiculairement à elle tandis que celle de la Krępianka, parallèle à la bande (*cf.* fig. 11 – a, sur la partie N de la carte) est bien trop courte et trop peu profonde, pour qu'elle ait pu conditionner des vents venant de l'Est. Il s'ensuit que puisque la bande en question se trouve dans une région bien plane, l'influence de l'orographie sur la direction de l'accumulation du loess doit être rejetée. De plus, sur l'esquisse géomorphologique ci-jointe, C. Radłowska (1963) nous montre la concordance de l'orientation de la bande loessique avec l'orientation de quelques petites vallées linéaires et également de dunes. Tout cela constitue des preuves importantes de l'activité morphogénétique du milieu éolien et non d'influences tectoniques. De même l'extrait de carte, ci-jointe, un secteur situé au SE d'Opole Lubelskie (fig. 12, d'après Maruszczak, 1961) démontre qu'il y a une certaine concordance entre l'orientation des grandes vallées et celle du rebord loessique, au Nord de la bande loessique, mais qu'il n'y en a pas au Sud de cette bande, où le rebord loessique coupe transversalement le „plateau” et rempart qui limite les bassins des ruisseaux Podlipie et Struga Kluczkowicka. Le long de cette bordure méridionale de la bande loessique on peut observer, cependant, un autre

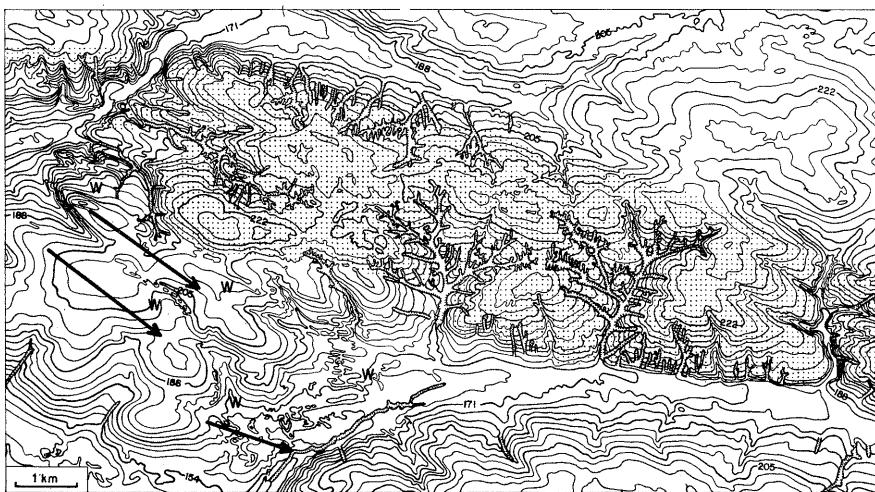


Fig. 12. Extrait de carte hypsométrique, représentant une partie de la bande loessique des environs sud d'Opole Lubelskie, avec certains éléments de la géologie et de la géomorphologie (d'après H. Maruszczak, 1958 et 1961)

Remarquez l'orientation linéaire WNW-ESE tant des petites vallées et des ravins que des grandes vallées, et la même orientation des dunes (marquées „w”) et de la bande loessique elle-même (limitée par le pointillé). Les flèches désignent l'orientation générale de vents, déduite de l'orientation de la bande loessique et des dunes

phénomène très curieux. Les remparts dunaires, constitués de dunes paraboliques à un bras très allongé et se trouvant sur la surface-même de ce rempart plateau déjà mentionné possèdent la même orientation, WNW-ESE, que la bande loessique. Il s'en suit que ces dunes n'ont pas pu être accumulées par des vents conditionnés par la direction de la vallée, mais par des vents indépendant des vallées. Le matériel des dunes provient de sables d'origine glaciaire qui ont été déposés sur ce très haut niveau (*cf.* Maruszczak, 1958). Aussi, même l'orientation des axes des dunes dans la vallée du ruisseau Podlipie montre leur dépendance dans la direction de vents dominants, et non de vents conditionnés par l'orientation de cette vallée.

Cette constatation nous autorise à être très sceptique devant la thèse du conditionnement du vent par le relief lors de l'accumulation des loess. Néanmoins, on peut présumer que les sables dunaires ont été transportés (par roulage ou saltation) sans doute par des vents proches de la surface, c'est-à-dire, nécessairement conditionnés par l'orographie. Si, malgré cela, elles possèdent une orientation indépendante de celle des vallées, il faut bien admettre que la même règle devait régir le transport et le dépôt des loess. On peut en conclure, et c'est important, que sur le Plateau de Lublin l'orientation des bandes loessiques n'est pas le reflet de la linéarité du relief des surfaces sub- et pré-loessiques. Elle est sans doute, comme l'affirme S. Z. Rózycki (1967, 1965) le reflet du mécanisme aérodynamique de l'accumulation des loess, indépendant la topographie d'une région. Lors, la concordance de l'orientation du réseau des petites et grandes vallées dans cette région doit avoir quelque origine communes, d'autre nature, sans doute liée avec les directions des vents dominants aujourd'hui et des vents ayant accumulé le loess dans, le passé.

D'autre part, de plus en plus nombreux sont les chercheurs qui voient dans le Plateau de Petite Pologne une accumulation de loess par des vents d'Ouest. Par exemple J. Łyczewska (1969) attire notre attention sur le fait qu'il y a une relation très prononcée entre des champs de dunes et des „deserts sa-bleux” de la bordure Ouest du Plateau de Petite Pologne et les champs loessiques du Plateau de Miechów et la bordure NE et E des Monts Ste Croix. De même pendant la dernière glaciation, en Pologne centrale, région se trouvant en marge de l'inlandsis et dépourvu de végétation, c'était, selon J. Dylík (1969), la déflation et l'accumulation de dunes qui dominaient, alors que sur les régions à loess actuelles qui se trouvaient plus loin et étaient couverts de tundra on avait accumulation de loess. Il faut donc en conclure que les vents ayant déposé le loess pouvaient venir de l'Ouest.

On peut remarquer, en marge de cette constatation, que indépendamment de la conclusion finale de la discussion sur la génèse des rebords loessiques rectilignes (voir surtout Malicki, 1967). interprétées comme des rebords de

destruction par déflation, ou d'accumulation, se dégage l'idée fondamentale pour l'Auteur, de leur génèse éolienne indubitable.

Les contradictions de la théorie d'une génèse tectonique du relief linéaire que nous avons mis en évidence plus haut, nous obligent à chercher un autre type génétique. L'élément essentiel de cet essai d'explication morphogénétique c'est la description de la répartition de ce relief, surtout de celui qui s'étale tout autour de la Cuvette sub-Carpatische. Dans cette région, le relief linéaire est très morcelé en de nombreux „champs”, séparés par de grandes vallées (Dunajec, Wisłoka, San, Vistule, Tanew, Nida) et ne présente donc pas de vastes étendues telles que sur le Plateau de Podole, en Moldavie et en Bessarabie où l'on ne peut mettre en doute la linéarité du relief. Dans certaines régions cette linéarité n'avait pas encore été remarquée; ceci dans les plateaux diluviens situés à l'intérieur de la Cuvette sub-Carpatische ce qui nous a conduit à la mettre en évidence sur des secteurs de cartes à grande échelle (fig. 7, 8 et 9).

Pour établir la répartition du relief linéaire l'Auteur a exécuté une analyse cartométrique d'une partie de la Pologne méridionale, au 1:100 000, en mesurant le pourcentage de vallées et vallons dans la „rose des directions” dans des secteurs qu'on appellera „champs fondamentaux de mesure”. On a exclu des mesures des bas niveaux de terrasse de la Cuvette sub-Carpatische et dans les vallées des grandes rivières (terrasse d'inondation holocène et celle qui est immédiatement au-dessus: la terrasse „baltique” de J. Buraczynski et J. Wojtanowicz, 1966). Notre „champs fondamental de mesure” n'était point une surface géométrique, mais une unité géomorphologique naturelle de limitée par des rebords ou par des vallées assez grandes, sauf en quelques endroits très limités (fig. 13).

L'analyse des directions préférentielles du relief (par secteur de 22,5°) nous donne deux domaines de directions dominantes:

(1) une direction générale WNW-ESE qui est très nette sur toute la Pologne méridionale et l'Ukraine occidentale, avec des déviations locales NW-SE (par places sur le Plateau diluvien de Tarnów, dans la Cuvette de la Nida, sur le Plateau de Sandomierz et NW-SE, NNW-SSE en Podole, Pokucie et Moldavie (fig. 2, 4, 5);

(2) une direction générale ENE-WSW qui parafois recoupe la direction WNW-ESE (p. ex. sur le Plateau diluvien de Tarnogród ou en Volhyne, fig. 6 et 7) et parfois est très prédominante, ainsi sur le Plateau diluvien de Kolbuszowa (fig. 8).

Ces faits indiquent très nettement que c'est le vent qui a été l'agent morphogénétique; seul lui, peut réagir de cette façon devant l'obstacle orographique

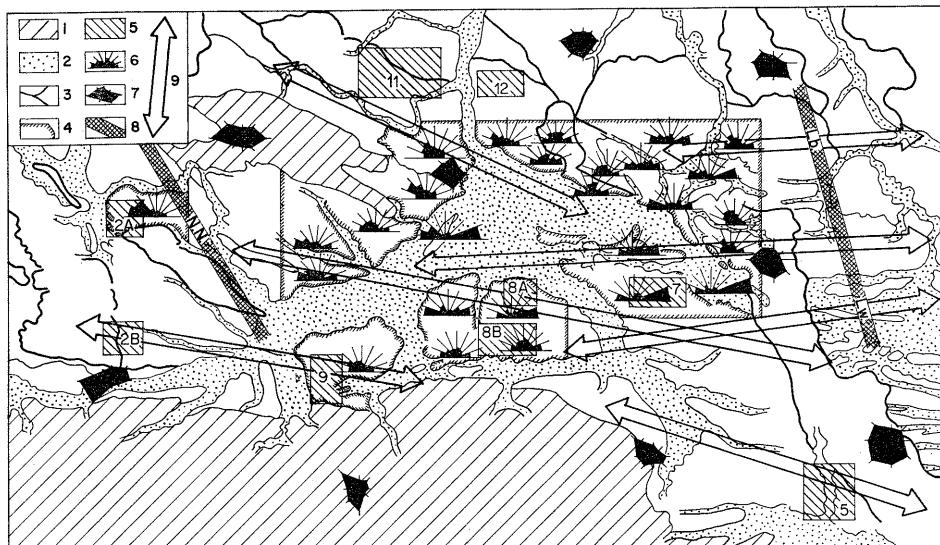


Fig. 13. Analyse cartométrique de l'orientation du relief linéaire dans la Cuvette Soucarpathique et dans son entourage

1. montagnes; 2. accumulation fluviatile récente; 3. limites des unités naturelles; 4. secteur concerné par l'analyse cartométrique; 5. secteurs, représentés dans des figures en sections de carte hypsométrique et autres, et N°s des figures; 6. diagrammes de l'orientation du relief linéaire (dans les secteurs de 22,5°); 7. „roses des vents”; 8. axes des unités tectoniques: Lb-Lw – bassin houiller Lublin-Lwów; N.N.–cuvette de la Nida. Remarquez l'intéférence de deux directions principales du relief linéaire, désignées au moyen de grandes flèches (9): WNW-ESE et ENE-WSW

du bord des Carpathes; seul il est capable d'agir sur de vastes étendues dans une direction unique; qui peut graduellement varier, sans égard pour la structure géologique du substratum, lithologie, et directions tectoniques. Seul il est capable de créer de vastes „champs” de formes parallèles „sautant” à travers la vallée de grandes rivières. Enfin, lui seul peut, venant de l'Ouest à l'Est, avoir cette orientation conditionnée par celle du bord des Carpathes. C'est cette dernière observation qui était la cause principale de cette persistance de la théorie tectonique. Seule la théorie éolienne permet d'expliquer cette orientation du relief linéaire sans avoir recours à la thèse de l'influence de fentes du substratum – thèse qui, comme on l'a montré plus haut, est en opposition avec les résultats de mesures de fentes.

Notre théorie est étayée par l'analyse de l'orientation des vents dominants contemporains. La „rose des vents” des diverses stations météorologiques (fig. 13) montre très clairement à l'Ouest une dominante de directions allant de W-E à WNW-ESE et à l'Est prédominance de directions NW-SE et NNW-SSE; également N-S dans la partie méridionale et E-W dans la partie septentrionale de la région couverte par la carte.

Enfin, remarquons bien, encore une fois, que sur la majeure partie de la surface occupée par le relief linéaire, on trouve une couverture éolienne loessique, plus ou moins épaisse. Il n'y a qu'en quelques endroits seulement que cette couverture fait défaut ou n'est que très partiellement conservée comme par exemple sur le Plateau diluvien de Tarnów et de Kolbuszowa, en Podole, en Pokucie, à la proximité de la vallée de Dniestr, en quelques endroits du rempart du Roztocze et du Plateau de Lublin. Néanmoins, la place même des ces aires se situe à l'intérieur de la zone d'accumulation loessique et ceci montre qu'elles comptent une période (ou plutôt plusieurs périodes) éolienne dans leur histoire morphologique. A cet égard, on peut citer l'existence de la couverture loessique qui entoure la Cuvette de Sandomierz et sur le rebord des Carpathes. Cette coïncidence entre la répartition du relief linéaire et de la couverture loessique, et en plus, la concordance observée sur le Plateau de Lublin et dans Plaine de Radom (fig. 11) entre l'orientation du relief linéaire et des bandes loessiques avec leurs rebords, prouvent bien que ces deux phénomènes ont une génèse commune, sont le résultat d'une morphogénèse éolienne.

Ce milieu morphogénétique ne doit, bien sûr, pas être détaché de conditions bien spécifiques très favorables à une action des processus éoliens, c'est-à-dire le manque total de manteau végétal ou l'existence d'une végétation steppique. De telles conditions régnaien sur ces régions surtout pendant les périodes glaciaires ce qui montre également l'existence de conditions climatiques périglaciaires ou similaires, dans lesquelles ce relief pouvait se développer. Et puisque ces périodes froides se sont répétées sur le territoire en question, plusieurs fois pendant le Pléistocène, il y a très vraisemblablement des formes de relief linéaire d'âges différents. On peut même supposer que dans la région les vents alternaient dans des directions parfois contraires, amenant à la formation de relief linéaire entrecroisé comme on le voit sur le Plateau diluvien de Tarnogród, en Volhynie. On est au cœur de la discussion si l'on cherche à savoir si c'était l'effet de changements saisonniers de direction de vent ou divers changements lors des différentes périodes climatiques. On pourrait, par exemple, mettre en rapport le relief orienté ENE-WSW avec la circulation „orientale” et celui orienté WNW-ESE avec l'orientation „occidentale”. Cette thèse peut s'accorder avec l'opinion de H. Maruszczak (1967) sur la direction des vents ayant accumulé le loess jeune. Ce problème remet cependant en question le problème des directions de vents, responsables de la formation du relief linéaire.

Cette controverse sur la direction des vents ayant accumulés les loess au cours de la dernière glaciation, dont nous venons de parler (Jahn, 1967; Maruszczak, 1963, 1967; Rózycki, 1965, 1967) se trouve toujours au stade de la discussion. De même problème de la direction des vents ayant formé

les dunes se trouve au stade spéculatif. Si l'on examine les résultats de l'étude de L. Pernarowski (1966), en ce qui concerne les directions des vents „dunaires”, on s'aperçoit que: au pléniglaciaire se formaient des dunes dont l'axe était orienté de N-S, NE-SW, W-E, NW-SE, c'est-à-dire dans des directions qui représentent tout le secteur Nord de la rose des vents, plus tard, pendant les périodes froides, comme le suppose cet auteur, on avait les directions de vents „dunaires” suivantes: Dryas inférieur – W-E, Dryas moyen – W-E et NW-SE, Dryas supérieur – SW-NE et W-E, Holocène inférieur N-S, SW-NE et W-E, Holocène supérieur N-S et W-E. Ces suppositions concordent avec les constatations de A. Dylikowa (1967, 1969) basées sur d'autres critères et se rapportant aux environs de Katarzynów, près de Łódź, en Pologne centrale. L'auteur cité, accepte pour le Dryas inférieur (phase dunaire initiale) des direction des vents d'W, pour le Dryas moyen des direction de NW et d'W (phase dunaire principale), pour le Dryas supérieur des directions d'W et SW (phase de la transformation des dunes) et pour l'Holocène des directions d'W, sauf, parfois, de SW et S. Comme on le voit, c'est seulement à l'Holocène qu'apparaissent des directions de vents du secteur Sud, mais à aucune période la direction parallélique W-E n'aurait fait défaut. C'est donc bien la direction „éminente”, à laquelle on peut attribuer sans aucun doute la rôle le plus puissant dans le modelage des formes éoliennes. Il est évident que si semblables conditions aérodynamiques, permettant le développement de formes de surface aussi linéaires que des dunes, régnaienr en Pologne au Pléistocène on peut conclure qu'elles pouvaient exister également lors de l'accumulation des loess. Les mêmes directions, avec des déviations en ENE et WNW, peuvent être également constatées d'après les travaux, déjà cités, de H. Maruszczak (1963, 1967) et S. Z. Rózycki (1965, 1967).

De toutes ces considérations il ressort qu'on doit compter, en Pologne méridionale, sur une certaine permanence de directions de circulation conditionnée par l'action contraignante d'une circulation atmosphérique parallèle à la chaîne montagneuse des Carpathes (sans manifestement tenir compte de l'influence de la circulation planétaire). Naturellement les progressions et récessions successives des inlandis pouvaient perturber temporairement cette circulation (surtout pendant la glaciation mi-polonaise, Riss), mais on peut supposer que depuis l'existence de la chaîne des Carpathes (au moins depuis le Pliocène!) on avait ces mêmes conditions aérodynamiques de circulation des vents où la circulation parallèle devait dominer (surtout depuis la disparition de la mers sous-Carpatische sarmatiennne). De même, lors de la présence des inlandis au Nord de la Pologne, il faut admettre l'existence de cette circulation atmosphérique qui, évitant l'inlandis, au Nord, et „contrainte” au Sud par la barrière de montagnes, agissait avec une très grande

efficacité dans ce passage parallèle, en Pologne centrale et méridionale (et ceci d'autant plus facilement grâce à la présence du maximum de hautes pressions athmosphérique centré sur la calotte glaciaire des Alpes).

Toutes ces considérations nous autorisent à conclure que sur la région que nous étudions, une même tendance de la circulation athmosphérique a dû prévaloir bien souvent et que le relief linéaire qui domine en Pologne méridionale peut être le résultat de ces actions successives du milieu morphogénétique éolien, pendant tout le Pléistocène, au moins. En outre, si, comme on le postule, tout le Préglaciaire et même le Pliocène supérieur ont été des périodes de conditions climatiques du domaine morphogénétique semi-aride froid (*cf.* Rózycki, 1967), on peut admettre que ce relief peut être d'un âge plus ancien encore que celui qu'on serait disposé à lui attribuer.

En résumé, on peut conclure que le relief des régions loessiques est en grande partie un relief „hérité”, datant de diverses périodes morphogénétiques. On peut également remarquer que notre proposition, d'attribuer aux formes de relief linéaire une génèse éolienne, n'est pas en contradiction avec les résultats des recherches géomorphologiques de détail sur les vallées et le relief des territoires loessiques en général (Jahn, 1956; Maruszczak, 1956, 1961; et d'autres). Ces travaux ont trait aux processus morphogénétiques de modélage de la forme des vallées (des pentes, des terrasses, de l'assymétrie, etc...) et de leurs résultats ne permettent point de tirer de conclusion sur leur génèse, tectonique ou éolienne. Si l'on prend en considération le fait qu'ils ne traitent point de la répartition des vallées, ni surtout de sa linéarité, les conclusions tirées (p. ex. chez Jahn) ne résultent pas de recherches géomorphologiques, mais de considérations sur la tectonique et la lithologie. Ces travaux sont en désaccord avec notre thèse uniquement lorsque, s'appuyant sur la génèse tectonique des fentes, ils définissent l'âge du relief linéaire ou quand s'appuyant sur l'existence de vallées linéaires, ils prétendent de l'existence de fentes du substratum (voir par ex. la note de Kossman, 1930) et également quand ils en tirent des conclusions sur l'histoire géologique et par là-même géomorphologique) d'une région quelconque.

Il faut se rendre compte que les vallées linéaires ont été sculptées initialement par l'action éolienne sur quelque surface primaire qui peut avoir disparue aujourd'hui et que par la suite, le cycle d'érosion normal se surimposant aux formes du cycle éolien, cette surface primaire a pu être si parfaitement détruite, dissequée si profondément, que seule l'orientation des vallées et leur fréquence en assemblages linéaires soit le témoin de la génèse éolienne. Ces formes ne sont donc même pas des dépressions ou sillons fossiles de déflation, mais ce sont des vallées normales qui, après une période initiale de fonctionnement en formes de déflation, sans écoulement, subirent toutes les

lois de l'érosion et du modelé du climat pluvial (également de climat périglaciaire humide) qui régna plusieurs fois en Pologne, succédant aux périodes de climat continental sec des périodes froides des glaciations. Il faut aussi remarquer que cette relation très claire entre la répartition du relief linéaire et celle de la couverture loessique permet de soutenir l'hypothèse d'une couverture continue sur toutes les régions, y compris celles où l'on n'en observe point aujourd'hui, ou bien où elle est si mince qu'on l'a interprétée comme une couverture de désintégration (Maruszczak, 1968).

Enfin, il faut voir que la thèse de la génèse éolienne des formes du relief linéaire n'est pas une thèse toute nouvelle. Si elle l'est effectivement pour la Pologne méridionale, elle a déjà été formulée pour les régions loessiques de Bulgarie, pour la bordure orientale des Carpathes (Roumanie, Ukraine) et même pour les secteurs loessiques de Pologne méridionale par S. Z. Rózycki (1963, 1967, 1968), tandis que l'Auteur lui-même (Bartkowski, 1967) l'a proposé pour la Hongrie et diverses régions de la zone de steppes et steppes forestières actuelles ou existant dans le passé dans toute l'Eurasie du Nord (Bartkowski, 1968, 1969). Le relief linéaire est bien le relief caractéristique des territoires à couvertures éoliennes, qui, aujourd'hui encore, couvrent d'immenses régions de steppes et déserts en Eurasie du Nord et autrefois régnait sur la zone loessique actuelle de l'Europe de l'Ouest (Fig. 14). C'est aussi que l'on peut observer des régions à présence de relief linéaire sur toute l'étendue du continent eurasiatique en commençant à l'Ouest sur les bords de la Manche pour finir à l'Est au Plateau loessique de l'Ob, au Sud de Novosibirsk (Bartkowski, 1969).

Des exemples de relief linéaire à génèse éolienne sont également connus en grand nombre sur le continent nord-américain. Outre le relief linéaire de la région loessique de la partie orientale de l'état de Washington décrit par P. F. Lewis (1960), cité au début de cet article, il faut encore mentionner la région où l'on trouve la formation loessique bien connue, „paha” dans la partie orientale de l'Iowa et des états voisins (Scholtes, 1955) où l'on rencontre de longues crêtes de loess, semblables aux „greda's” de Bulgarie du Nord, décrites par S. Z. Rózycki (1965) ou aux „grivy” des steppes de Baraba et de Kulunds (Berg, 1947). Comme le mentionne H. T. U. Smith (1964) les fleuves parallèles, orientés dans la même direction, qui se trouvent dans la partie nord des Grandes Plaines des Etats Unis, et au Sud et à l'Ouest de l'ancienne limite de l'inlandsis, sont interprétés comme des fleuves conséquents aux anciennes dunes longitudinales, qui, actuellement, sont soit détruites entièrement, soit ont leur surface bien diminuée (Russell, 1929; Flint, 1955). C'est de la même façon que sont interprétés les bassins lacustres peu profonds très nombreux que l'on trouve par centaines et même par milliers dans ces régions et qui sont alignés parallèlement les uns aux autres et sont

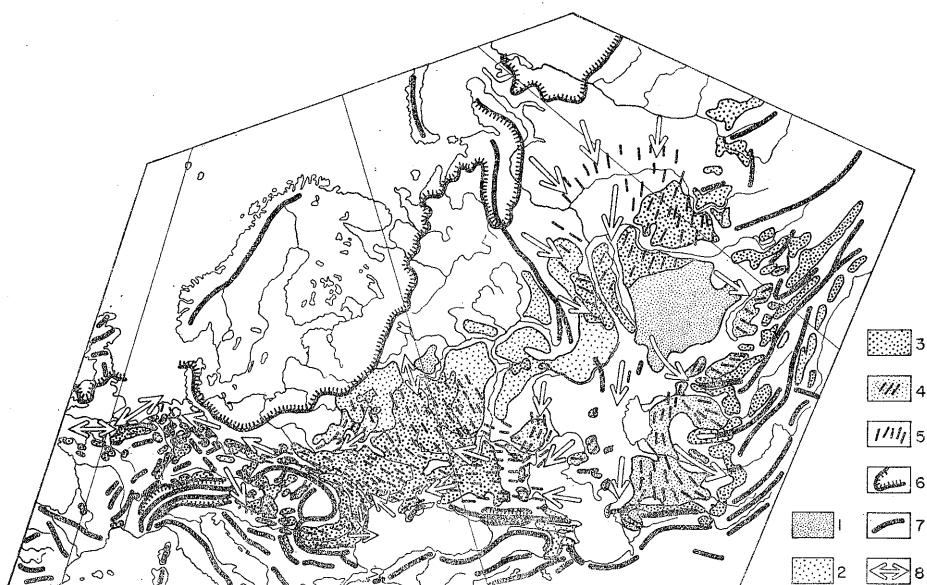


Fig. 14. Répartition des territoires du relief linéaire en Eurasie du Nord

1. sables de couverture et sables flottés (*Flottsande*); 2. territoires loessiques en URSS (d'après K. J. Lukašev et V. V. Stecko); 3. territoires loessiques d'après l'Atlas Physico-Géographique du Monde, Moscou 1964; 4. sables éoliens des déserts (d'après B. A. Fedorovič, 1950) avec le relief de „remparts sableux”; 5. relief linéaire; 6. aire d'extension des calottes glaciaires pendant la dernière glaciation; 7. chaînes de montagnes; 8. directions de vents dominants

considérés comme des dépressions de deflation (Sheldon, 1950). Des cas semblables sont notés en Europe, aux Pays-Bas dans la région appelé *Gelderse Vallei*, où il y a des cours d'eaux parallèles à des remparts longitudinaux faits de sables éoliens (Ten Cate, 1969). De même, la morphologie des régions de sables de couverture très communes en Belgique du Nord, Pays-Bas, Allemagne de NE, au relief linéaire très développé, montre très clairement la génèse éolienne de ce relief (Bartkowski, 1969). Du reste, ce même type de relief est largement répandu dans toute la zone de la „prairie” de l'Amérique du Nord, et la preuve en est attestée par la présence de la „rolling prairie” et également de la „fluted surface” au Saskatchewan, citées par R. F. Flint (1955) et considérées selon l'Auteur comme des régions de sillons de déflation.

En somme, le relief linéaire est le relief caractéristique des régions à climat sémi-aride et aride, de grande extension à la surface du globe. Ce relief peut être interprété, dans les régions de haute latitude, comme le témoignage très caractéristique de la morphogénèse éolienne dans les conditions du climat périglaciaire qui y a régné plusieurs fois au cours du Pléistocène.

Bibliographie

- Bartkowski, T., 1967 – O genezie dolin równoległych na Węgrzech (Sur la genèse des „vallées parallèles” en Hongrie). *Sprawozdania Poznańskiego Tow. Przyjaciół Nauk*; p. 236–240.
- Bartkowski, T., 1968 – Zagadnienie genezy „dolin równoległych” na Niżu Zachodnio-syberyjskim w świetle literatury (Le problème de genèse des „vallées parallèles” sur la Plaine de la Sibérie de l’Ouest à la lumière de la littérature). *Sprawozdania Poznańskiego Tow. Przyjaciół Nauk*; p. 156–161.
- Bartkowski, T., 1969a – Rzeźba „linearna” obszaru pokryw eolicznych na północnym obrzeżeniu gur średnich Europy hercyńskiej (Relief „linéaire” du terrain à couvertures eoliennes de la bordure nord des montagnes hercyniennes de l’Europe). *Sprawozdania Poznańskiego Tow. Przyjaciół Nauk*; p. 135–139.
- Bartkowski, T., 1969b – Relief linéaire – relief typique des terrains de loess actuels. *Biuletyn Peryglacialny*, no. 20; p. 213–220.
- Bartkowski, T., 1970 – Über die Genesis der „parallelen Täler“ in Ungarn. *Bull. Soc. Amis Sci. Lettr. Poznań*, ser. B, livr. 21: 1968/69; p. 121–140.
- Berg, L., 1947 – Geografičeskiye zony Sovetskogo Soyuza (Zones géographiques de l’Union Soviétique). Moscou.
- Brown, E. H., 1969 – Jointing, aspect and orientation of scarp-face dry valleys near Ivinghoe, Buckinghamshire. *Inst. Brit. Geogr. Transactions*, 48; p. 61–73.
- Buraczyński, J., 1969 – Zarys geomorfologii Roztocza Zachodniego (résumé: Essai géomorphologique du Roztocze Occidental). *Annales Univ. M. Curie-Skłodowska*, vol. 22; p. 77–123.
- Buraczyński, J., Wojtanowicz, J., 1966 – Rozwój doliny Wisły i Sanu w czwartorzędzie w północnej części Niziny Sandomierskiej (summary: The development of the valleys of the Vistula and San rivers in the northern part of the Sandomierz Lowland during the Quaternary Era). *Annales Univ. M. Curie-Skłodowska*, vol. 21; p. 143–184.
- Ten Cate, J. A. M., 1969 – Valley coversand ridge. *Biuletyn Peryglacialny*, no. 20; p. 345–354.
- Chałubińska, A., 1928 – O spękaniah skał na Podolu (résumé: Sur les diaclases dans les roches en Podolie). *Prace Geograficzne E. Romera*, 10; p. 5–32.
- Czarnocki, J., 1930 – Sprawozdanie z badań wykonanych w Okolicy Wójcza, Chęcin i Łagowa (Compte-rendu des recherches géologiques aux environs de Wójcza, Chęciny et Łagów). *Postędy Naukowe Państw. Inst. Geol.*, nr 27.
- Czyżewski, J., 1928 – Z historii doliny Dniestru (résumé: Histoire d’une partie de la vallée du Dniestr). *Prace Geograficzne E. Romera*, 10; p. 33–65.
- Czyżewski, J., 1929 – Z badań nad spękaniem kredy senońskiej południowego Roztocza (résumé: Sur les diaclases dans le Sénonien du Roztocze). *Przegląd Geogr.*, t. 9; p. 1–12.
- Czyżewski, J., 1931 – Z fizjografii Pokucia (résumé: Physiographie du Pokutie occidental). *Prace Geograficzne E. Romera*, 12; p. 5–33.
- Dembowski, Z., Porzycki, J., 1967 – Wyniki prac geologiczno-poszukiwawczych w nowo odkrytym Lubelskim Zagłębiu Węglowym (summary: Results of geological investigations in recently discovered Lublin Coal Basin). *Przegląd Geol.*, z. 1; p. 4–10.
- es anapko, M. A., 1960 – Sučasnyj poglyad na tektoničnu budovu gercinskogo Ivovsko-

- lublinskogo peredgirskogo progibu (Opinion actuelle sur la origine tectonique du seuil du piémont hercynien de Lvov-Lublin). *Geol. Żurnal*, t. 20.
- Dylik, J., 1969 – L'action du vent pendant le dernier âge froid sur le territoire de la Pologne centrale. *Bulletyn Peryglacjalny*, no. 20; p. 29–44.
- Dylikowa, A., 1967 – Wydmy środkowopolskie i ich znaczenie dla stratygrafii schyłkowego plejstocenu (Dunes de la Pologne Centrale et leur importance dans la stratigraphie du Pléistocène tardif). En: R. Galon, J. Dylik (réd.) – Czwartorzęd Polski. PWN Warszawa; p. 353–371.
- Dylikowa, A., 1969 – Le problème des dunes intérieures en Pologne à la lumière des études de structure. *Bulletyn Peryglacjalny*, no. 20; p. 45–80.
- Dynowska, I., 1964 – Obieg wody na obszarze wyżynnym zbudowanym z margla kredowego na przykładzie dorzecza górnej Szreniawy (summary: Water circulation within the area built of Cretaceous marls as shown by the upper Szreniawa drainage). *Prace Inst. Geogr. Univ. Jagiell.*, 30.
- Dżułyński, S., 1953 – Tektonika południowej części Wyżyny Krakowskiej (summary: Tectonics of the southern part of the Cracovian Upland). *Acta Geol. Polonica*, vol. 3; p. 327–440.
- Flint, R. F., 1955 – Pleistocene geology of eastern South Dakota. *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper*, 262.
- Flint, R. F., 1957 – Glacial and Pleistocene geology. N. York.
- Flis, J., 1956 – Szkic fizyczno-geograficzny Niecki Nidziańskiej (résumé: Esquisse physico-géographique de la cuvette de Nida). *Czasopismo Geogr.*, t. 27; p. 123–159.
- Gilewska, S., 1958 – Rozwój geomorfologiczny wschodniej części Wyżyny Miechowskiej (summary: Geomorphological development of the eastern part of the Miechów Upland). *Prace Geogr. Inst. Geogr. PAN*, Nr. 13.
- Jahn, A., 1956 – Wyżyna Lubelska (summary: Geomorphology and Quaternary history of Lublin Plateau). *Prace Geogr. Inst. Geogr. PAN*, Nr. 7.
- Karnkowski, P., 1968 – Występowanie węglowodorów naftowych w zapadisku przedkarpackim (summary: Occurrence of oil hydrocarbons in the Carpathian foredeep). *Przegląd Geol.*, z. 4; p. 164–170.
- Kosmowska, D., 1963 – The palaeomorphology of loess gullies. *Report VIth INQUA Congres, Warsaw 1961*, vol. 3; p. 181–186.
- Kosmowska-Suffczyńska, D., 1966 – Rozwój rzeźby w trzeciorzędzie okolic Ostrowca Świętokrzyskiego (summary: Development of the Tertiary relief in the vicinities of Ostrowiec Świętokrzyski). *Prace Geogr. Inst. Geogr. PAN*, Nr. 54.
- Kossman, O., 1930 – Studium morfologiczne terenu krzemienickiego (Etude morphologique du terrain de Krzemieniec). *Czasopismo Przyrodnicze*, t. 4, z. 3/4; p. 78–84.
- Książkiewicz, M., Samsonowicz, J., Rühle, E., 1965 – Zarys geologii Polski (Esquisse de la géologie de la Pologne). Warszawa.
- ubica, B., 1965 – Charakterystyka litologiczna mioceńskich osadów chemicznych w wądrach Wisły i Sanu (summary: Lithological characteristics of the Miocene chemical deposits within the fork of the Vistula and San rivers). *Przegląd Geol.*, z. 6; p. 247–252.
- Lewis, P. F., 1960 – Linear topography in the South-Western Palouse, Washington-Oregon. *Annals Assoc. Amer. Geogr.*, vol. 50; p. 98–111.
- Łyczewska, J., 1969 – Le rapport de l'accumulation du loess aux processus de la formation

- des dunes dans la région de la Ste-Croix. *Bulletyn Peryglacialny*, no. 20; p. 221–224.
- Malicki, A., 1935 – Spękania kredy na północnym Roztoczu (Clivage de la craie dans la région de Roztocze du nord). *Czasopismo Geogr.*, t. 13; p. 104–106.
- Malicki, A., 1947 – Spękania kredy w górnym dorzeczu Nidy (summary: Joints of chalk in the upper Bassin of Nida). *Annales Univ. M. Curie-Skłodowska*, vol. 2.
- Malicki, A., 1967 – Lessy na obszarze Polski i ich związek z czwartorzędem (Loess de la Pologne et leur connection avec Quaternaire). En: R. Galon, J. Dylak (réd.) – Czwartorzęd Polski. PWN, Warszawa; p. 372–396.
- Maruszczak, H., 1956 – Główne cechy klimatycznej asymetrii stoków na obszarach peryglacialnych i umiarkowanych (Zfs: Hauptmerkmale der klimatischen Hängeasymmetrie in der periglazialen und gemässigten Zonen). *Annales Univ. M. Curie-Skłodowska*, vol. 11; p. 161–237.
- Maruszczak, H., 1958 – Wydmy Wyżyny Lubelskiej i obszarów przyległych (Dunes du Plateau de Lublin et des régions voisines). En: R. Galon (réd.) – Wydmy śródlądowe Polski. PWN, Warszawa; p. 61–79.
- Maruszczak, H., 1961 – Le relief des terrains de loess sur le Plateau de Lublin. *Annales Univ. M. Curie-Skłodowska*, vol. 15; p. 93–122.
- Maruszczak, H., 1963 – Wind directions during the sedimentation period of the upper loess in the Vistula Basin. *Bull. Acad. Polon. Sci., sér. Géol. Géogr.*, vol. 11; p. 23–28.
- Maruszczak, H., 1967 – Kierunki wiatrów w czasie akumulacji lessu młodszego we wschodniej części Europy środkowej (summary: Wind directions during the accumulation of the younger loess in East-Central Europe). *Rocznik Polskiego Tow. Geol.*, t. 37; p. 177–188.
- Maruszczak, H., 1968 – Przebieg zjawisk w strefie peryglacialnej w okresie ostatniego zlodowacenia w Polsce (summary: The course of phenomena in the periglacial zone during the last glaciation). *Prace Geogr. Inst. Geogr. PAN*, Nr. 74; p. 157–200.
- Morawski, J., 1960 – Sapostrzeżenia nad stropem kredy lubelskiej (summary: Observations on the Upper Cretaceous rocks on the Lublin Plateau). *Annales Univ. M. Curie-Skłodowska*, vol. 14; p. 293–314.
- Mycielska-Dowgiatło, D., 1966 – Zarys rozwoju rzeźby w plejstocenie południowej części Wyżyny Sandomierskiej (summary: Development of the Pleistocene relief in the southern part of the Sandomierz Upland). *Kwartalnik Geol.*, t. 10; p. 157–175.
- Nowak, J., 1927 – Zarys tektoniki Polski (Esquisse de la tectonique de la Pologne). Kraków.
- Obuchowicz, S., 1966 – Próba ustalenia budowy zapadliska przedkarpackiego w granicach Polski (summary: An attempt at establishing the structure of the Carpathian Foredeep within the area of Poland). *Kwartalnik Geol.*, t. 10; p. 141–152.
- Pawlowski, S., 1960 – Ważniejsze problemy geologiczno-poszukiwawcze Polski południowej (Problèmes essentiels de la géologie pratique dans la Pologne du sud). Naukowa Sesja Jubileuszowa z okazji 40-lecia Instytutu Geologicznego. Warszawa.
- Pawlowski, S., 1965 – Zarys budowy geologicznej okolic Chmielnika-Tarnobrzeg (summary: Outline of geological structure in the vicinities of Chmielnik-Tarnobrzeg). *Przegląd Geol.*, z. 6; p. 238–245.
- Pernarowski, L., 1966 – Glacialna i postglacialna cyrkulacja atmosfery w świetle kierunku wiatrów wydmotworczych (summary: Glacial and postglacial atmospheric circulation in the light of directions of dune-forming winds). *Czasopismo Geogr.*, t. 37; p. 3–24.

- Radłowska, C., 1963 – Rzeźba północno-wschodniego obrzeżenia Górz Świętokrzyskich (résumé: Relief de la bordure nord-est des Montagnes de S-te Croix). *Prace Geogr. Inst. Geogr. PAN*, Nr. 38.
- Różycki, S. Z., 1965 – The directions of winds carrying loess dust as shown by analysis of accumulative loess forms in Bulgaria. *Comptes Rendus, VII^e Congrès de l'INQUA, USA, Boulder*.
- Różycki, S. Z., 1967 – Plejstocen Polski środkowej (Le Pléistocène de la Pologne Centrale). PWN, Warszawa.
- Russell, W. L., 1929 – Drainage alignment in the Western Great Plains. *Journ. Geol.*, vol. 37; p. 249–255.
- Scholtes, W. H., 1955 – Properties and classification of the Paha Loess-derived soils in Northeastern Iowa. *Iowa St. Coll. Journ. Sci.*, vol. 30; p. 163–209.
- Sheldon, J., 1950 – Depressions of the northern portion of the Southern High Plains of eastern New Mexico. *Geol. Soc. America Bull.*, vol. 61; p. 253–279.
- Sieciarz, K., 1969 – Rozwój sedymentacji dewonu w rejonie Tomaszowa Lubelskiego (summary: Development of Devonian sedimentation in the area of Tomaszów Lubelski). *Kwartalnik Geol.*, t. 13; p. 43–59.
- Smith, H. T. U., 1964 – Periglacial eolian phenomena in the United States. *Report VIth INQUA Congress, Warsaw 1961*, vol. 4; p. 177–186.
- Stemulak, J., Jawor, E., 1963 – Wgłębna budowa geologiczna przedgórza Karpat w obszarze na zachód od Dunajca i Wisły (summary: Deep geological structure of the Carpathian Foreland in the area west of the Dunajec and the Vistula rivers). *Kwartalnik Geol.*, t. 7; p. 169–186.
- Zglinskia, A., 1931 – Regiony morfologiczne na Pokuciu (résumé: Les régions morphologiques du Pokucie). *Prace Geograficzne E. Romera*, 12; p. 81–97.
- Żelechowski, A. M., 1964 – Zarys budowy geologicznej lubelskiego basenu karbońskiego (summary: Outline of geological structure of Lublin Carboniferous Basin). *Przegląd Geol.*, z. 10; p. 401–407.