Zeitschrift: Archives des sciences physiques et naturelles

Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève

Band: 1 (1919)

Artikel: Remarques géologiques sur le profil du champ pétrolifère de Boryslaw en Galicie

Autor: Heim, Arnold

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-742156

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 01.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

REMARQUES GÉOLOGIQUES

SUR LE

Profil du champ pétrolifère de Boryslaw

EN GALICIE

PAR

ARNOLD HEIM
Zurich

(Avec 2 planches hors texte).

Introduction.

Le champ pétrolifère de Boryslaw, situé sur le bord frontal des Carpathes, est le plus important des nombreux champs de pétrole de la Galicie. Même après l'invasion russe, en été 1918, 150 puits y produisaient encore 2000 tonnes par jour. La « forêt » des tours s'étend sur une longueur d'environ 5 km avec une largeur maximale de presque 3 km (Communes de Boryslaw, Tustanowice, Popiele, Mraznica). Le forage le plus profond dépasse 1800 m. Boryslaw est la seule région de pétrole de la Galicie où, après le succès catastrophal de Tustanowice en 1907, on ait exécuté systématiquement des forages de plus de 1000 m de profondeur. Mais ce n'est que pendant la diminution de la production des années suivantes que quelques grandes sociétés ont commencé à consulter les géologues pour le contrôle régulier et scientifique des forages en cours d'opération. Malheureusement les géologues qui connaissent le mieux les forages ne sont pas autorisés à publier leurs résultats. Les profils publiés ne

donnent pas les derniers résultats de haute portée obtenus[1] ou bien ils manquent de vue d'ensemble et ignorent le grand chevauchement qui intéresse la région pétrolifère[2].

C'est pour cela que j'ai parcouru en été 1918 pendant quelques jours la région de Boryslaw, après avoir étudié plus spécialement en 1913 la zone productive plus interne de Schodnica. La partie intermédiaire de la planche ci-jointe a été complétée par les profils publiés de J. Hempel et de R. Zuber. Il est vrai que ce nouveau profil est loin d'être exact. Il faudrait lever le terrain au 1 : 25000 et dessiner systématiquement les coupes de tous les affleurements afin de les joindre à un ensemble.

Pendant mon séjour, M. Arpad Csonka m'a offert l'hopitalité dans sa villa des mines de cire et m'a facilité l'entrée dans les mines. D'autre part, j'ai été assisté dans mon étude par mes collègues et amis MM. Dr H. Hirschi, Dr W. Bernouilli, Max Frey et J. Hempel.

Remarques stratigraphiques.

Pour se faire une idée de l'amplitude des chevauchements il faudrait connaître avant tout la stratigraphie en détail, les changements de faciès et les *directions isopiques*, or aucun de ces points n'est élucidé encore. Dans la série tertiaire c'est la zone de passage de l'Eocène et de l'Oligocène qui présente le plus grand intérêt soit au point de vue comparatif, soit au point de vue de la production en pétrole.

Le profil de l'Eogène chevauché à la Tysmienica. — Dans le lit de la Tysmienica, à $^1/_2$ km au N du premier pont vers Mraznica, et surtout sur la pente à côté du puits « Berta I », les couches éogènes sont fortement disloquées, mais bien visibles, de sorte qu'on réussit à distinguer la succession stratigraphique suivante, du S au N (Pl. II, fig. 1) :

[1] Grzybowski, J., Boryslaw, une monographie géol., *Bull. int. Ac. d. Sc. de Cracovie*, 1907. Voir aussi H. Höfer, Das Erdöl, 1909, p. 301.

J. Hempel, Ueber die Tektonik von Mraznica, *Ropa*, t. IV, Dec. 1912.

[2] Noth, Jul., Verbreitung der Erdölzone in den Karpathenländern, Wien, 1916.

Zuber, R., Flisz i Nafta. Lwów, 1918, Fig. 49, p. 77.

2. *Crétacé supérieur.* — Grès de Jamna typique, gris, poreux, en bancs épais, 100 à 150 m, renversé, plongeant vers le pont de 30 à 35° au S 20° W (pl. I). Passage graduel par réduction des bancs de grès à

3. *Eocène.* — *a)* Grès siliceux en bancs de 1 à 15 cm avec intercalations de couches marneuses et schisteuses verdâtres, 50-80 m visibles, plongeant 60° S. Affleurements interrompus à 50 m.

b) Marnes bleues schisteuses, gréseuses, à mica, contenant quelques bancs de grès et de quartzite glauconieux jusqu'à 1 m d'épaisseur. Plissement de détail avec axes verticaux. Epaisseur environ 150 m.

c) 20 m de marnes bleues gréseuses, à tâches jaunes à la surface, contenant des blocs (concrétions ou bancs étirés?) jusqu'à 2 m de grès glauconieux ; ces couches verticales supportent avec une légère discordance :

d) 12 m de marnes bleues verdâtres. A la limite nette vers 4 s'intercalent des blocs ronds jusqu'à 1 m d'un calcaire dolomitique compact, gris bleuâtre à l'intérieur, blanc jaunâtre à la surface, contenant des grains fins de glauconie et de rares microorganismes (concrétions ?).

4. *Oligocène.* — *a)* 7 m de grès brun, tendre, roux à la partie inférieure, marneux au sommet et bien lité, donnant une faible réaction pétrolifère avec du CCl_3H. Discordance tectonique avec

b) 7,5 m base des schistes bitumineux ménilitiques ; 1,5 m schistes bruns, feuilletés ; 2,5 m de marnes jaunâtres à débris de plantes intercalées dans des schistes ménilitiques noirs, ensuite 3,5 m de schistes bruns, contenant deux bancs de grès. Passage rapide à :

c) Horizon d'opale (Menilitopal, Hornstein), 10 m ou plus, direction W 30° N. Les bancs de silex sont bruns ou noirs, en couches minces jusqu'à 20 cm (partie moyenne), alternant avec des couches minces de schistes bruns et avec quelques bancs de grès ordinaire. Limite nette avec

d) 5 m de grès à grains de glauconie, bien lités et rubannés, avec des parties poreuses, brunes, riches en pétrole asphalté (Oelsand); second banc pétrolifère de 1 m intercalé dans des schistes ménilitiques.

e) Série principale des schistes ménilitiques bitumineux, de quelques centaines de mètres, jaunes, bruns, noirs, broyés et contournés avec quelques bancs de grès généralement non pétrolifères, et blocs de quartzite glauconieux. A la base un « dyke » de grès quartzitique gris qui coupe obliquement les schistes (Pl. II, fig. 1).

Comparaison avec des régions voisines. — Tandis qu'à Rypne nous étions porté à supposer qu'il existe un passage rapide mais graduel de l'Eocène à l'Oligocène, la limite à Boryslaw comme à la rivière Opor au N de Skole (Pobuk) est nette avec *discontinuité sédimentaire.* Au lieu des marnes en plaquettes de l'Eocène supérieur, qui manquent à l'Opor et à Boryslaw, la série oligocène commence par un *grès en dessous du silex ménilitique.* Suivant K. Tolwinski[1] nous appelons cet horizon important *grès de Boryslaw.*

En comparant cette série avec celle de Rypne[2] nous constatons d'abord une grande différence dans l'Eocène. Les couches à bancs siliceux sont très réduites, tandis que les marnes bleuâtres sont épaissies de plus de 150 m. On pourrait croire qu'il y a là un renflement tectonique, mais à l'Opor, dans le flanc normal, ces mêmes marnes à blocs de grès épaisses d'une centaine de mètres s'intercalent seules entre le grès de Jamna et le grès de Boryslaw. Le grès de Jamna se termine — il est vrai — à l'Opor par un grès conglomératique à galets de calcaire récifal du type titonique et semble passer à un calcaire gréseux de quelques mètres à surface ondulée (Ripplemarks). Ce niveau pourrait représenter la base de l'éocène transgressif.

Le fait que l'Eocène de l'Opor est primairement réduit à une centaine de mètres de couches grises, argileuses, est d'autant plus remarquable que cet affleurement se trouve à une distance de 24 km seulement, suivant la direction des plis, de Schodnica, l'anticlinal au S de Pobuk correspondant à celui de

[1] Tolwinski, K., Archivum wiertnicze *(Archives des sondages)*, Czasopismo gorniczo-Hutnicze, Krakow, 1917, p. 293.

Il est à recommander *d'éviter complètement le terme de « grès de Cienzkowice »* mal défini, ayant été employé différemment par les géologues et ayant causé beaucoup de confusions.

[2] Voir Heim, Arnold, Observations géologiques sur la région pétrolifère de Rypne, *Archives,* 1919.

Schodnica, où l'Eocène, comprenant de nombreux lits de marnes rouges, a une épaisseur de 800 m. au moins (un puits est resté dans l'Eocène d'un bout à l'autre sur 1000 m de profondeur).

Dans la série autochtone de Boryslaw l'Eocène semble dépasser 300 m et y est caractérisé par des marnes parfois rouges.

Mais il n'y a pas que *la base de l'Eocène qui semble être incomplète par suite de fortes lacunes et d'érosions anciennes localisées.* Sur la rivière Opor près de Pobuk le contact éocène-oligocène est très bien exposé sur le flanc SW du synclinal de Pobuk; ces affleurements montrent, au-dessus de l'argile verdâtre éocène qui renferme des blocs de grès dur glauconieux et de brèche grésocalcaire verte, un contact franc de *discontinuité* (Pl. II, fig. 2 B) :

6 m de grès en bancs de 1 à 4 dm intercalés dans des schistes gréseux, micacés, madrés, qui donnent une faible réaction de pétrole. Le banc de base transgressif est formé d'un grès roux, brun, tendre, glauconieux, à petits galets de quartz et nombreux fragments de coquilles (Lamellibranches, Bryozoaires), donnant une odeur de pétrole.

2-3 m de grès plus marneux et plus tendre, madré. Passage rapide à

4,5 m de silex rubanné brun, en bancs minces, alternant avec des schistes, passant à

5-8 m de roche blanche siliceuse (shale). 2 km plus au SE cette roche blanche est visible de loin. Elle forme un noyau anticlinal et passe vers le haut à

15 m de schistes ménilitiques avec des bancs noirs de silex, surmontés par la grande masse des schistes ménilitiques bitumineux. (Voir Pl. II, fig. 2).

Le grès de Boryslaw, épais de 7 à 8 m à l'Opor et à la Tysmienica atteint, d'après les forages, dans la série dite autochtone de Boryslaw *20 à 40 m d'épaisseur, et représente le plus constant et le plus riche des niveaux productifs.*

Tectonique.

Schodnica. — D'après les travaux de R. Zuber[1] on sait que le vieux champ de Schodnica-Urycz, avec ses trois cents forages encore en activité, est situé sur un anticlinal à noyau éocène qui fonctionne comme milieu productif. Mes recherches détaillées sur le terrain et la revision des journaux de forage ont pleinement confirmé que le célèbre puits « Jacob », qui, le premier jour d'exploitation, en 1895, donnait 200 tonnes de pétrole jaillissant d'une profondeur de 299 m, est situé sur le *point le plus élevé de l'axe anticlinal.* Vers le NW l'affaissement axial est encore augmenté de 65 m par une faille transversale non visible à la surface, qui passe entre « Jacob » et « Brzozowski N° 30 ». Vers le SE, dans la section de Pereprostyna, à 3 km de distance environ, l'axe doit au contraire être relevé brusquement par une faille. A mon avis, l'anticlinal de Schodnica est beaucoup plus large que ne l'indiquent les profils de Zuber, et n'est pas accompagné de synclinaux doux et réguliers de schistes ménilitiques des deux côtés, ce qui explique la grande concentration axiale du pétrole.

Dans la série éocène, il y a plusieurs niveaux de grès productifs qui ne sont pas continus ; le premier horizon de « Jacob » paraît être le plus constant.

Nappe de Mraznica. — Il est impossible, par l'étude seule de la surface, de déchiffrer la tectonique du bord Carpathique; heureusement les forages profonds et l'étude de leurs échantillons viennent d'éclaircir les grandes lignes de la structure interne. M. K. Tolwinski a le mérite d'avoir publié quelques résultats de ses observations systématiques[2]. Par suite des sondages l'*existence du chevauchement du bord Carpathique est prouvé aujourd'hui sur presque 3 km de largeur* (pl. I). Je propose de donner à cette nappe bordière le nom de *Nappe de Mraznica.*

Voici, d'après les observations de M. J. Hempel, le résultat

[1] R. Zuber in H. Höfer. Das Erdöl, n. édit. 1909, p. 311, fig. 82, et « Flisz i Nafta », Lwow 1918, fig. 53, p. 89.

[2] K. Tolwinski, *l. c.*, 1917.

du forage profond « Sofia N° 1 », le plus interne, achevé en été 1918, dans lequel le grès de Boryslaw donne une production de 80 tonnes par jour, à 1560 m de profondeur :

Crétacique	0- 100	m environ
Eocène en synclinal couché (?)	100- 230	» »
Crétacique	230- 540	» »
Schistes ménilitiques renversés	540- 600	» »
Plan de charriage	600	» »
Argile salifère miocène	600- 660	» »
Couches de Dobrotów	660-1300	» »
Série ménilitique avec silex et grès de Boryslaw à la base	1300-1560	» »

Dans les puits « Brugger I » et « Baron Rally II », Tolwinski a constaté d'une façon précise la série renversée de l'Eocène et des schistes ménilitiques qui reposent en contact anormal sur les couches de Dobrotów. L'étude des échantillons de plus d'une vingtaine de puits ne laisse aucun doute sur *le lieu exact du plan de charriage qui s'incline dans son ensemble doucement vers l'intérieur des Carpathes!*

Le grès de Boryslaw du puits « Sofia » donne une production excellente. On peut en conclure que la série autochtone et par conséquent aussi le chevauchement se prolongent encore à une assez grande distance sous les Carpathes, et la différence de faciès de l'Eocène et de l'Oligocène des deux séries confirme cette supposition.

A la surface, dans le lit de la Tysmienica et sur le versant SE de la montagne Horodyszcze *on peut observer nettement la série renversée.* Le grès de Jamna en bancs épais, non métamorphisé, plonge de 30 à 35° vers le SSW au premier pont de Boryslaw à Mraznica, et de 45° plus haut. Les schistes éocènes et ménilitiques sont redressés et fortement broyés par endroits (pl. I et II, fig. 1). L'argile miocène sous-jacente, constatée par les forages, affleure avec un plongement au SW sur la Tysmienica au SE de l'église ruthène. Mes collègues MM. Bernoulli et Frey y ont découvert trois blocs isolés de calcaire blanc, remplis de fossiles titoniques (pl. I). Le plus grand de ces blocs exotiques est arrondi et a une grandeur d'environ 1,5 m³. Un autre bloc, moins grand, ressemble au Dogger des « Klippes » de Vienne.

Encore un peu plus au NE, à l'est de l'église ruthène, le bord

gauche du ruisseau montre, sur une vingtaine de mètres, un affleurement frappant : des schistes ménilitiques avec silex broyés et contournés dans une partie moyenne, qui sont bordés vers le NE par des schistes ménilitiques ordinaires redressés, tandis que vers le SW ils contiennent des bancs *bruns chocolat de grès riche en pétrole.* Il s'agit donc ici certainement du niveau *inférieur* de la série ménilitique. D'après les forages ces couches ne se prolongent pas en profondeur; elles forment un lambeau de recouvrement, pincé dans le Miocène de l'avant-pays.

Pli autochtone en profondeur et limite de la région productive. — Comparée avec la nappe très compliquée de Mraznica, la série autochtone prend en général l'aspect d'un vaste flanc d'anticlinal qui plonge doucement vers l'intérieur de la chaîne. Les épaisseurs des couches semblent n'avoir été que fort peu réduites par la nappe qui les recouvre; elles peuvent être définies comme suit :

Couches de Dobrotów	600- 650 m
Schistes ménilitiques typiques	160- 200 »
Silex et grès de Boryslaw	30- 50 »
Eocène stérile	60 »
Eocène productif	250- 300 »
Oligocène et Eocène autochtone	1000-1200 »

La zone externe, à sa limite NE du champ productif et au delà, contraste de façon frappante avec cette régularité de la zone interne : les couches de Dobrotów sont fortement et irrégulièrement redressées au NE de Boryslaw sans qu'il soit possible de déterminer les anticlinaux. Dans les mines de cire de Boryslaw les couches de Dobrotów, composées d'argile grise à plaquettes, de grès pétrolifère (odeur de benzine) et de bancs de grès gris sont même tellement broyées et brisées qu'il est difficile par places de distinguer la stratification du clivage. La cire, si précieuse, s'est déposée sur les miroirs de glissement qui coupent les couches en tous sens. Elle représente un résidu du pétrole qui a été chassé de la profondeur par le refoulement tectonique et qui s'est déposé par suite du refroidissement, de la diminution de la pression et de l'évaporation de la benzine. Les forages ont montré que les mines de cire sont placées exac-

tement sur le bord externe de la région productive pétrolifère (pl. I).

Quelques forages, jadis productifs, creusés près du bord dans les couches de Dobrotów et les couches ménilitiques normales de 500 à 900 m, ont été approfondis. Après avoir dépassé la série ménilitique et la série éocène normale, ils ont traversé des schistes ménilitiques renversés, et se terminent dans les marnes grises de Dobrotów qui sont ici stériles. Le puits « Petrunio », à Tustanowice par exemple, situé à 400 m au SW de la marge productive, au milieu d'une section qui donnait, il y a 10 ans, une production excellente à 900 m dans le grès de Boryslaw, a atteint en été 1918 une profondeur de 1648 m, mais malgré de longs travaux, son approfondissement n'a pu être poussé plus loin à cause de volumes de boue grise montant de la profondeur.

Ces faits nous font supposer que *la série productive en profondeur forme un pli frontal couché et accentué, peut-être même chevauchant. C'est ce front tectonique qui limite la région productive vers le NE* et c'est pourquoi les puits les plus externes ne donnent que des productions très irrégulières dans les horizons supérieurs seulement (pl. I).

Les couches de Dobrotów et le Miocène étant en continuité vers l'avant-pays, il semble que le grand pli couché dans la profondeur représente ou *l'autochtone ou un pli parautochtone.*

Dans le *profil longitudinal* on reconnaît une *culmination à Boryslaw* qui correspond approximativement avec le cours de la Tysmienica. Le silex ménilitique atteint vers le front sa plus grande hauteur à 400 m environ sous le niveau de la mer (pl. I). Plus loin vers ESE l'axe semble être incliné très doucement, de 100 m sur 2 km de distance, tandis que le front du pli est dirigé encore plus vers l'avant-pays; puis l'abaissement d'axe semble s'accentuer en même temps que le front se retire. La limite productive vers le SE et le S, où les forages deviennent de plus en plus profonds, est causée par l'eau salifère qui s'étend de plus en plus dans les grès pétrolifères (Tustanowice). Ce n'est que dans le profil culminant de la Tysmienica et ses environs que l'eau n'a pas encore envahi ces grès vers le SW.

La limite de l'ouest est encore énigmatique. On peut supposer

que le front du pli couché autochtone s'abaisse et se retire à la fois brusquement.

Origine et accumulation du pétrole.

Il y a peu d'années on ne connaissait comme niveau productif à Boryslaw que l'Oligocène. D'après la théorie de Fötterle (1867), reprise et vigoureusement défendue par E. Siegfried[1], en 1912, du point de vue moderne des grands chevauchements, tout le pétrole de la Galicie doit provenir des schistes ménilitiques et avoir émigré dans les séries normales ou chevauchés superposées. A Boryslaw on ne pourrait donc prévoir aucun niveau autochtone en dessous des schistes ménilitiques. Les faits nous prouvent le contraire, en confirmant une observation de R. Zuber[2] qui, déjà en 1904, avait constaté dans le puits « Freund N° 8 » de 1315 m, de l'argile rouge éocène et des grès éocènes productifs.

L'état actuel des forages permet de distinguer dans la série autochtone de Boryslaw les niveaux pétrolifères suivants, du haut au bas :

1. Dans les fentes et dans les intercalations gréseuses de l'*argile salifère miocène.*

2. Dans les *couches de Dobrotów,* premiers horizons de bonnes productions éruptives à 500 m environ (« Sienkiewicz » 530 m).

3. *Grès* intercalés *dans les schistes ménilitiques.*

4. *Grès de Boryslaw* (*sous* les schistes ménilitiques).

5. *Grès* intercalés dans les marnes *éocènes* à plusieurs horizons sur une épaisseur de 250 à 300 m.

6. *Grès de Jamna* (?).

Dans la nappe de Mraznica il faut noter encore :

7. Les *couches de Ropianka* à inocérames crétaciques, qui, à Mraznica, ont donné pendant de longues années des productions peu profondes (pl. I).

On sait que le grès de Jamna, complexe gris, très poreux et puissant, ne contient généralement que de l'eau. Mais il semble

[1] E. Siegfried, Die Naphtalagerstätten der Umgebung von Solotwina, Verlag f. Fachliteratur, Wien-Berlin-London, 1912, p. 42.

[2] D'après H. Höfer, Das Erdöl, 1909, p. 302.

que dans les conditions tectoniques extraordinairement favorables de Boryslaw près du front du pli autochtone, c'est le grès de Jamna qui a donné les dernières grandes productions éruptives de pétrole qui ont, il est vrai, diminué rapidement pour être remplacées par de l'eau (pl. I).

Les niveaux les plus importants actuellement connus sont le grès de Boryslaw et les grès de l'Eocène. Cela a été un grand événement pour Boryslaw quand, en été 1918, le puits célèbre « Naphta N° 30 », est devenu productif à 1442 m de profondeur, dans l'Eocène, donnant régulièrement une quantité de 20 wagons de pétrole par jour (pl. I). Peu de puits, du reste, en dehors de ceux ouverts près du front du pli, sont entrés jusqu'ici dans l'Eocène productif.

Parmi les 7 horizons mentionnés, on peut distinguer des *horizons primaires* et des *horizons secondaires*. Il semble que le pétrole du Miocène et des couches de Dobrotów au front de la région productive se trouve surtout en position secondaire, immigré (sur les fentes bien visibles dans les mines de cire) des horizons inférieurs. Mais, à mon avis, il existe aussi, par exemple dans la région de Dobrotów et de Bitkow-Solotwina, des niveaux productifs primaires dans les couches de Dobrotów.

Quant aux couches de Ropianka du Crétacique, formées de schistes et de grès calcaires durs et non poreux, il me semble que l'accumulation s'est produite dans les parties les plus froissées sous la pression tectonique (pl. I). M. J. Hempel a observé des gouttes de pétrole sombre incluses dans le calcaire gréseux à Fucoides non bitumineux, qui s'évaporent bientôt à la surface.

Les niveaux inférieurs N°s 3-5 de la série autochtone représentent aussi, à mon avis, des *horizons primaires,* dans lesquels le pétrole s'est accumulé dans les parties élevées du pli sous la pression hydrostatique-tectonique. Les résultats des forages à Boryslaw confirment donc pleinement les idées de Höfer et de Zuber, et sont contraires aux théories de la migration à travers des séries entières dans le sens de Siegfried.

Mon collègue M. J. Hempel, de Boryslaw, a bien voulu m'informer encore des faits intéressants suivants :

Le puits « Kosak » de la société « Flüssige Brennstoffe », à 958 m, près de la base des couches de Dobrotów, semble avoir

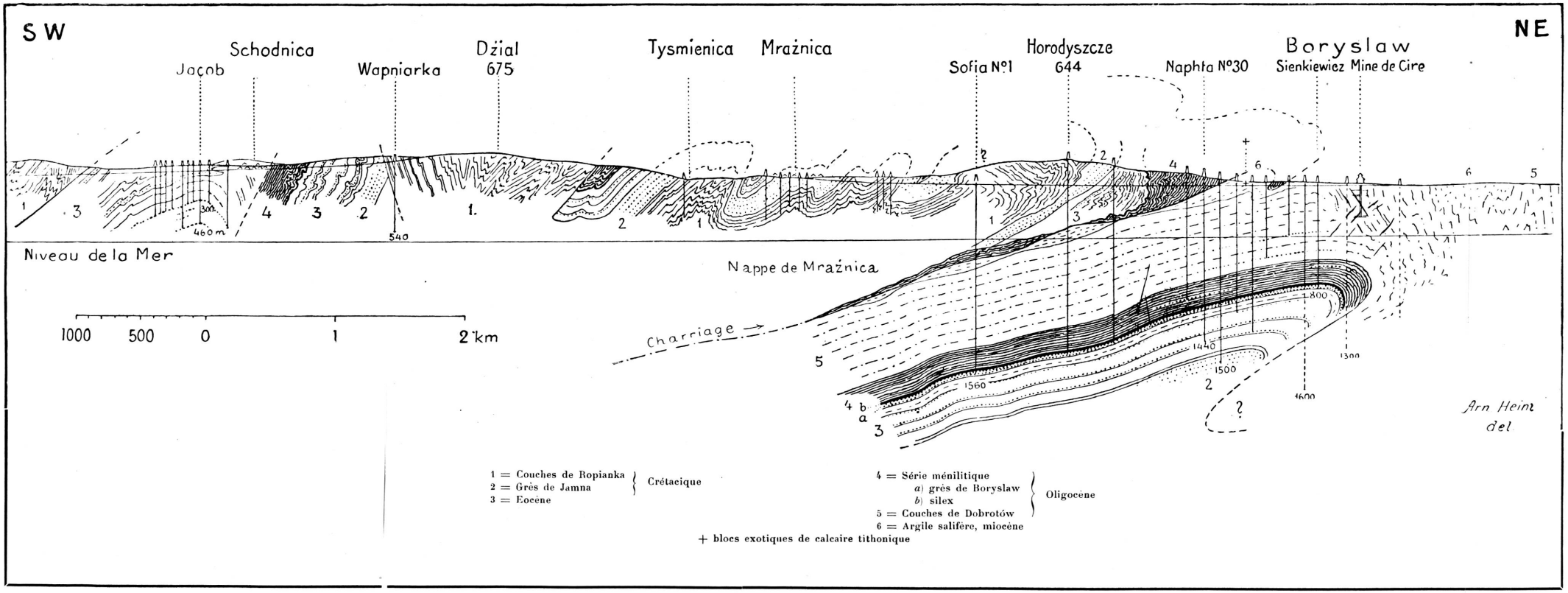
touché une faille et a produit de ce niveau 5 wagons de pétrole pendant une courte durée de temps. Approfondi ensuite, il n'a donné aucun pétrole dans la traversée du grès de Boryslaw à 1250 m, ni des horizons supérieurs de l'Eocène. Ce n'est qu'à la base de l'Eocène, à 1600 m environ, qu'il a produit 24 wagons d'un pétrole riche en paraffine et accompagné de beaucoup de gaz pendant le premier jour !

Le puits « Galicia N° 16 » a donné, à 1150 m, 3 à 4 wagons par jour, tandis que le puits voisin N° 15, à 70 m de distance et à 1180 m de profondeur, n'en a donné que des traces, quoique les deux puits aient traversé le même grès de Boryslaw épais de 40 m et composé de bancs de 0,5-1 m de grès poreux (à la base le grain est plus gros), séparés par des schistes bitumineux. Sous la pression de 100 atmosphères au moins le pétrole n'a pas même émigré à travers les schistes minces qui séparent les bancs de grès poreux! Le fait qu'il existe fréquemment des irrégularités singulières d'imprégnation dans les mêmes niveaux sans intercalation de couches non poreuses est connu de beaucoup de géologues. Le puits « Galicia N° 15 » fut approfondi et a produit à 1325 m, dans l'Eocène, 2.5 wagons par jour. Plus tard le puits N° 16 a donné un résultat analogue à la traversée de l'Eocène.

Ces cas singuliers exceptés, la concentration du pétrole, dans son ensemble, est certainement due à *la grandeur extraordinaire, à la forme en demi-dôme du flanc normal et à la profondeur de l'anticlinal autochtone de Boryslaw.* Ce pli profond a une largeur reconnue actuellement de 3 km et une hauteur (Sofia à Sienkiewicz) de 700 m; le flanc normal est donc incliné de 25 % ou 15° en moyenne. Mais ses dimensions réelles sont très probablement triples. Vu *l'importance fondamentale des dimensions des plis,* il est étonnant de voir publier encore si souvent des rapports avec profils sans échelle!

Il résulte de cette étude que le bord autochtone des Carpathes galiciennes devrait offrir encore d'autres anticlinaux productifs semblables à celui de Boryslaw. On a rencontré en effet, à plusieurs endroits de l'avant-pays, de grandes accumulations de pétrole, spécialement dans les couches de Dobrotów (Dolina, Dzwiniacz, Starunia etc.), mais le champ de Bitkow est resté jusqu'à présent le seul qui ait encore été exploité avec un succès

Coupe schématique Boryslaw-Schodnica, Galicie, 1 : 35,000 (partie de Mraznica d'après J. Hempel et R. Zuber).



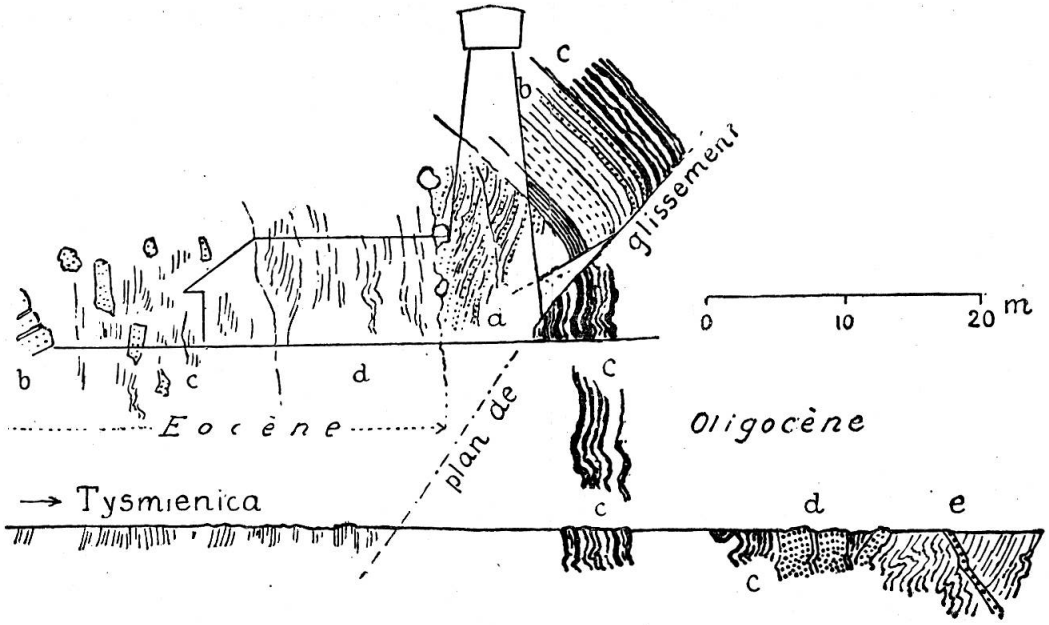


Fig. 1. — Contacte eocène-oligocène à Boryslaw (nappe de Mraznica)
(*a–e* voir texte)

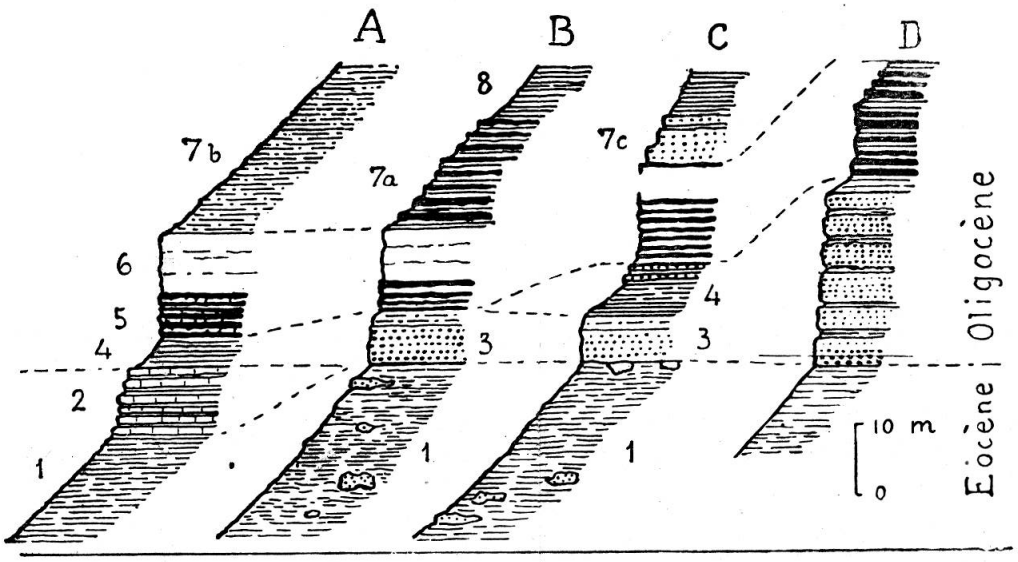


Fig. 2. — Profils stratigraphiques du contact eocène-oligocène.
A. Rypne — B. Opor près Pobuk — C. Boryslaw-Tysmienica — D. Boryslaw en profondeur d'après Tolwinski.

1. schistes marneux bleuâtres. — 2. marnes en plaquettes. — 3. grès de Boryslaw (pétrolifère). — 4. schistes ménilitiques de base. — 5. silex ménilitique. — 6. shale siliceux blanc. 7*a* schistes ménilitiques avec bancs de silex noir. — 7*b*. schistes mén. gréseux. 7*c*. grès pétrolifère. — 8. grand complexe de schistes ménilitiques.

durable. Dans l'avant-pays de plaine les grandes lignes tectoniques sont difficiles à déterminer à cause du petit nombre d'affleurements et de la fréquence des complications tectoniques (froissements). Mais il est hors de doute que des études géologiques minutieuses combinées avec des sondages profonds offriraient de grandes chances de succès dans des régions autochtones non productives encore.

Age du plissement.

Tandis que les nappes de la Tatra et les nappes austro-alpines ont, d'après Lugeon et Uhlig, commencé leur marche dans la période crétacique, le plissement et la marche en avant de la large zone des Beskides de même que les nappes helvétiques des Alpes suisses, se sont produits après l'Oligocène. En effet, la nappe de Mraznica a marché sur 2,5 km au moins au-dessus de l'argile salifère miocène, et la nappe de Bitkow, plus au SE, sur 7 km au moins. Dans la région de Kosmacz, près de la Bukowina, le Miocène est connu encore plus à l'intérieur dans les Carpathes[1].

D'autre part on ne connaît sur le front des Carpathes aucun indice de plissement plus ancien que le Miocène, les érosions anciennes (Eocène) étant dues à des mouvements épirogéniques non toujours correspondants à des fronts de nappes charriées.

Dans l'avant-pays, sur le ruisseau de Jasienica au N de Boryslaw, on peut bien observer une légère discordance entre un conglomérat du Miocène supérieur ou du Pliocène, formé en majeure partie de galets de quartzite vert, et l'argile salifère fortement redressée sous-jacente. D'après Grzybowski et Höfer l'argile salifère elle-même repose en poches discordantes sur les couches de Dobrotów, mais je n'ai pas pu vérifier cette opinion.

En tout cas on peut dire qu'à Boryslaw la nappe beskidienne de Mraznica s'est avancée après la fin de l'Oligocène et que le plissement a continué pendant le Miocène récent et même probablement pendant le Pliocène, comme dans l'avant-pays de la Roumanie.

[1] Consulter Jan Nowak, Jednostki tektoniczne polskich Karpat Wschodnich, *Archiwum Naukowe*, Lwów, 1914.