

Lignites et Schistes bitumineux du bassin de la Sakarya nehri

Par Ingénieur Docteur V.

Introduction :

L'étude géologique de la région comprise entre Adapazar, Düzce, Mudurnu, Nallıhan, Eskişehir, İnegöl, Bursa et İznik commencée en Octobre 1939 et poursuivie pendant l'été 1940 m'a permis de constater l'existence de quelques bassins oligocènes riches en lignite et en schistes bitumineux. D'autre part, certains gisements de lignite découverts dans les formations paléocènes et miocènes (faciès continental), quoique isolés, présentent aussi un intérêt indiscutable.

Le but du présent article est de résumer les données géologiques et minières concernant les lignites et schistes bitumineux du bassin de la Sakarya nehri et de classer ces gisements suivant leur importance qualitative et quantitative. Les gisements oligocènes sont les plus intéressants puisqu'ils se présentent par groupes.

En ce qui concerne la géologie générale il est intéressant de noter la découverte d'une riche faune d'âge paléocène largement représentée dans la partie supérieure du flysch dont la base appartient au Sénonien également fossilifère.

Le format de la revue du «M. T. A» m'a obligé de réduire ma carte géologique au 1:100.000 à l'échelle de 1:800.000 et de grouper certaines formations représen-

tées séparément sur ma carte originale. L'examen de cette carte réduite permet mieux de se rendre compte des grands traits de la tectonique générale

Aperçu géographique:

La région traversée par la Sakarya nehri est très accidentée dans son ensemble et la vallée de ce fleuve se caractérise souvent à des gorges étroites taillées dans des marbres et schistes paléozoïques. Les chaînes montagneuses sont dirigées WSW - ENE ou Est - Ouest. Leur altitude ne dépasse pas 1800 m., mais la différence avec le niveau des plaines est considérable: la plaine d'Adapazar, par exemple n'a que 30 m. d'altitude.

La limite Nord de ma région passe par une dépression orientée Est - Ouest et formée par le lac de Sapanca, par la plaine d'Adapazar et par celle de Düzce. Une autre dépression parallèle à la première se place entre le port de Gemlik et la ville de Geyve en passant par le lac d'İznik. Notons également la plaine de Gölpazar et celle d'Eskişehir.

Au NE d'Eskişehir la vallée étroite de la Sakarya nehri est orientée Est - Ouest. Depuis le méridien de cette ville elle tourne progressivement vers le Nord en suivant d'assez près la limite septentrionale du Paléozoïque. Entre Veizirhan et la station de Mekece le fleuve se dirige

vers le Nord en traversant le flysch éocène-crétacé, puis tourne brusquement vers l'Est et suit la plaine de Pamukova - Geyve. Depuis la station de Geyve la Sakarya nehri prend la direction Nord, recoupe une grande chaîne de montagnes (Geyve boğazı) et s'engage ensuite dans la plaine d'Adapazar.

Parmi les cours d'eau moins importants mais assez longs il faut noter la Mudurnu Çay, la Göynük suyu et la Çakırlar deresi.

Le relief des zones formées par les terrains tertiaires qui nous intéressent spécialement à cause de leurs gisements de lignite et de schistes bitumineux se présente comme suit. Le Néogène continental forme les premières collines basses des chaînes qui contournent la plaine d'Adapazar et celle d'Eskişehir. Dans la région de Bilecik ces formations recouvrent la surface nivelée du Paléozoïque.

Les affleurements oligocènes se placent entre les chaînes de montagnes formées par les terrains plus anciens. L'argile et le grès sont profondément ravinés tandis que les conglomérats et les schistes bitumineux forment des crêtes et des corniches.

Enfin, les bancs de grès et de calcaire du flysch paléocène forment des crêtes séparant les vallées creusées dans les marnes.

La principale voie de communication qui traverse toute la région est la ligne de chemin de fer d'Ankara à Istanbul. Les routes carrossables sont réparties assez inégalement dans les diverses parties de la région. En ne parlant que des zones contenant les gisements de lignite et de schistes bitumineux il faut noter que les bassins d'Adapazar - Hendek, de Gölpaazar et de Küre sont desservis par des chaussées; les bassins de Kuyupınar,

de Kükürt et du Göynük suyu ont leurs communications assurées par des routes carrossables; enfin, la région de Beydili (partie Ouest de la kaza de Nallıhan) est dépourvue de routes, à part quelques pistes.

Aperçu géologique:

Stratigraphie: Les terrains les plus anciens affleurant dans la région de la Sakarya nehri appartiennent au Paléozoïque tandis que les formations les plus récentes sont d'âge néogène.

Le Paléozoïque est représenté par des schistes parfois légèrement métamorphisés ainsi que par des calcaires marmorisés et, dans la région d'İzmit, par des quartzites. Au cours de mon travail sur le terrain j'ai séparé les schistes paléozoïques des schistes cristallins (gneiss dans ma région). Ces schistes sont généralement gris - foncé et riches en veines de quartz blanc - laiteux. Parfois ils sont, jaunes et très argileux; dans ce dernier cas on peut les comparer au Dévonien du Çamdağ situé au Nord de Hendek. Les calcaires marmorisés noirs ou blancs contiennent des *Neoschwagerina* (Permien). Les quartzites à texture grossière s'intercalent dans la série schisteuse.

Le Jurassique n'est visible qu'à Gemenoz. C'est un calcaire blanc à *Perisphinctes triplex Quenstedt* *Perisphinctes polyplocus Reinecke* etc... appartenant au Jurassique supérieur. En haut le calcaire jurassique passe insensiblement au calcaire crétacé.

Le Crétacé inférieur est formé uniquement par du calcaire marneux blanc très riche en Ammonites déroulées et en *Berriasella*. J'indiquerai, entre autres:

Phylloceras infundibulum d'Orbiguy
Macroscaphites Ivani Puzos

Heteroceras sp.

Berriasella pontica Retowski

Terebratula sp.

Le Crétacé supérieur (Sénonien) occupe une grande surface au milieu de la région. C'est un flysch marneux gris - bleu avec bancs de grès versicolores et de calcaire blanc. Il est également fossilifère et se reconnaît par l'abondance d'**Ananchytes (Echinoerays) ovata Lamarck** et de **Gryphaea vesicularis Lamarck**. Parmi d'autres espèces on peut citer:

Orbitoides média d'Archiac

Natica exaltata Goldfuss.

Nerita rugosa Höningh in Goldfuss.

Exogyra lateralis Nilsson.

Exogyra conica Sowerby.

Neithea sexcostata Woodward

Ostrea lunata Nilsson.

Alectryonia diluviana Linné.

Spondylus Dutempleanus d'Orbigny.

Le meilleur gîte fossilifère se trouve au Sud de Göynük à l'Est du village de Bölücekova.

Le Paléocène est également un flysch marneux avec des bancs de grès, de conglomérats et de calcaires marneux jaunes.

Les fossiles que j'ai trouvés dans ces terrains caractérisent le Paléocène. Je citerai entre autres:

Tympanotonus papalis Deshayes (Ouisien)

Batillaria subacuta d'Orbigny (Cuisien)

Ostrea rarilameJa MelJeville (Cuisien)

Crassatella Thallavignesi Deshayes (Cuisien)

Cucullaea crassatina de Lamarck (Thanétien).

L' Eocène est représenté par des calcaires et marnes jaunâtres à fossiles caractérisant l'Eocène moyen; il s'agit des fossiles suivants:

Potamides Bonnardi Deshayes.

Potamides angulosus Lamarck.

Modiola ambigua Deshayes.

Venericardia planicosta Lamarck.

L'Oligocène se compose d'une série rouge et verte de grès, conglomérats et argiles (faciès continental) et d'une série blanche de calcaires marneux en plaquettes (faciès lacustre). L'âge de cette formation se détermine partout en Turquie d'après sa position stratigraphique entre l'Eocène marin et le Néogène marin transgressif ou continental.

Le Néogène est représenté dans ma région par des sables, cailloutis et argiles sableuses jaunes riches en éléments provenant des terrains paléozoïques qu'ils recouvrent directement. Cette série continentale est couronnée, par endroits, d'une formation calcaire lacustre.

Les formations actuelles correspondent aux alluvions récentes formant les plaines (ova) et les vallées de rivières.

Tectonique. La tectonique de la région se présente comme suit (en allant du Nord vers le Sud): un grand anticlinal paléozoïque orienté Est - Ouest et situé au Sud des plaines d'Adapazar et de Düzce se trouve séparé de l'anticlinal paléozoïque placé entre Eskişehir et la Sakarya nehri par une large zone synclinale formée surtout de flysch sénonien -

paléocène et de terrains oligocènes. Les plis sont orientés Est - Ouest ou WSW - ENE. Les pendages observés dans les différentes parties de la région indiquent, dans leur ensemble, un renversement vers le Sud c'est-à-dire une poussée tectonique venant du Nord.

Les grandes failles qui traversent la région sont généralement parallèles aux plis. Les terrains paléozoïques sont fortement disloqués à l'Ouest de la Säkarya nehri.

En ce qui concerne le faciès le régime marin du Paléozoïque a dû prendre fin après le Permien puisque nous avons une grande lacune stratigraphique correspondant au Jurassique inférieur et moyen. Le régime marin réapparaît avec le Jurassique supérieur (Malm) et se poursuit jusqu'à la fin du Crétacé. Le Maestrichtien est représenté par des conglomérats de régression. Une nouvelle transgression marine date du Paléocène. L'Eocène est également marin (faciès néritique à Nummulites). Les mouvements tectoniques se plaçant à la limite de l'Eocène et de l'Oligocène ont provoqué une exondation générale et la mer semble avoir quitté définitivement la région depuis cette époque. On trouve pourtant quelques Pectens miocènes aux environs de Kuyupınar; mais ce n'est qu'une exception; partout ailleurs le Néogène est continental ou lacustre.

Lignite:

Les gisements de lignite de la région de la Säkarya nehri appartiennent soit au flysch **paléocène**, soit aux terrains **oligocènes**, soit au **Néogène** lacustro - terrestre. Certains de ces gisements se groupent par bassins, d'autres sont isolés. Enfin, les traces de lignite observées dans le flysch **sénonien** sont sans importance.

1. Gisements sénoniens. Les gisements de lignite appartenant au flysch sénonien sont très rares et isolés. Ils sont si peu importants que même les paysans ne peuvent les utiliser.

Belenkebir. - Le gisement de Belenkebir (vil. de Bilecik, kaza de Gôlpazar) se trouve dans la Koca deresi, au pied de la Parakaya. Le flysch sénonien est essentiellement gréseux en cet endroit. Quelques traces de lignite de mauvaise qualité y sont visibles entre les strates de grès finement conglomératique. La Parakaya (on y a trouvé des pièces anciennes, d'où son nom) est formée par du marbre paléozoïque. Le flysch est fossilifère près du village de Belenkebir. Le gisement est inutilisable.

Selbükü. — Le village de Selbükü placé sur la rive gauche de la Säkarya nehri dépend directement de Bilecik (pas de kaza). Comme dans le cas précédent le flysch sénonien se trouve ici en contact direct avec le marbre ancien; mais il est surtout marneux avec quelques bancs de grès. Le gisement de lignite légèrement recouvert par des éboulis est visible sur le flanc Sud - Est de la Karga deresi. La qualité n'est pas mauvaise, mais il s'agit d'une très faible quantité (1 sac?). Aucune trace de lignite n'existe aux environs de ce point. Le gisement est inutilisable.

Arpasekisi. — Aux environs de Çaykôy (vil. de Bolu, kaza de Mudurnu) la Mudurnu çay suit le contact des schistes paléozoïques et des gneiss situés au Nord et du flysch sénonien affleurant au Sud. Le gisement de lignite se trouve dans cette zone du flysch, entre le moulin et le village d'Arpasekisi, au bord de la Bulat çay. Ce sont de très minces intercalations charbonneuses à peine visibles entre les strates gréseuses. Le gisement est sans valeur.

2. Gisements paléocènes. Les deux gisements de lignite paléocène se trouvent dans le bassin de la Göynük çayı, au Sud de Geyve. Leur âge est bien déterminé par des fossiles caractéristiques. Ils sont tous les deux intéressants.

Gündüzler — Le village de Gündüzler (vil. de Kocaeli, kaza de Geyve) se trouve un peu au Nord de la Göynük çayı, dans le ravin de la Karan deresi. Le chemin qui passe par le flanc NW du ravin et qui suit les strates de marnes et de grès calcaires paléocènes très fossilifères (pendage SE) laisse voir un affleurement de lignite long d'un kilomètre (entre 1 et 2 km. au SSW du village). Il s'agit d'une série de lentilles alignées suivant les strates de marnes bleues et de grès calcaires jaunâtres; l'épaisseur totale de l'alternance de lignite et de roches stériles atteint par endroits 2 - 3 m. L'analyse du lignite de Gündüzler a donné les résultats suivants: charbon pur % 68, eau % 9, cendres % 22,8.

Le gisement n'est pas très riche, mais peut être exploité avec profit. Il est relié à la station de Geyve par une route carrossable longue de 18 km.

Fossiles rencontrés dans les grès alternant avec les couches de lignites:

Batillaria subacuta d'Orbigny - Cuisien.

Tympanotonus papalis Deshayes - Cuisien.

Tympanotonus funatus Mantell - Sparnacien.

Ampullina sp. - Eocène.

Ostrea sp. - Eocène.

Karacaviran. — Le gisement de lignite de Karacaviran (vil. de Kocaeli, kaza de Geyve) se trouve à 3,5 km. à l'Ouest

du précédent. Il appartient à la même zone paléocène que je viens de décrire au sujet de Gündüzler. On y rencontre les mêmes fossiles paléocènes. Le lignite y affleure en deux endroits situés au Sud du village: 1° au fond du ravin de la Dereyolu deresi qui recoupe les strates paléocènes (pendage: 40g N 30g W) et 2° au SE du village, au lieu-dit Sarisu. En ce dernier endroit les militaires turcs ont procédé à quelque travaux il y a 15 ans. Dans le ravin de la Dereyolu deresi on voit une série des couches de lignite dépassant 0,50 m. d'épaisseur chacune et séparées par quelques mètres de marnes et de calcaires gréseux fossilifères. Les résultats de l'analyse chimique ne sont pas mauvais: 1° charbon pur % 70,6, eau % 3,7, cendres % 25,7 2° charbon pur % 54,8, eau % 10,5, cendres % 34. Le gisement de Karacaviran est plus riche que celui de Gündüzler. Une prospection plus détaillée s'impose. Il s'agit surtout de reconnaître l'extension du gisement. Les communications avec la station de Geyve sont assurées par une route carrossable longue de 20 km.

3. Gisements oligocènes. Les gisements de lignite d'âge oligocène sont concentrés dans les bassins oligocènes situés au milieu du grand synclinal de la région. Le bassin le plus important, celui de **Kuyupınar**, s'étend en direction Est - Ouest sur une longueur de 70 km., depuis Kartal dağı à l'Est jusqu'à la plaine de Göl-pazar à l'Ouest. Sa largeur est d'environ 10 km. Le bassin de **Beydili - Nalhan** un peu moins important que le précédent, est situé au Nord de la Sakarya nehri J'ai pu le suivre depuis Nalhan (vil. d'Ankara) à l'ENE jusqu'au nahiye d'İnhisar (vil. de Bilecik) à l'WSW. A Gerede et à Beydili sa largeur est de 10 km. Sa longueur dépasse 70 km. Le synclinal de **Kükürt** ne mesure que quelques kilomèt-

res de long. C'est un embranchement du synclinal de Kuyupinar. Les autres synclinaux oligocènes sont stériles au point de vue charbon.

A. Bassin de Kuyupinar. Le village de Kuyupinar est situé à peu près au milieu de l'affleurement oligocène. Les gisements de lignite se trouvent tous dans la moitié Est du synclinal excepté celui de Kükiürt qui se place au NW de Kuyupmar et appartient à un embranchement du synclinal principal.

Böliçekova. — Le village de Böliçekova (vil. de Bolu, kaza de Göynük) se trouve à 15 km. au Sud de Göynük au fond d'une étroite vallée creusée dans les marnes sénoniennes qui forment la zone axiale d'un anticlinal secondaire orienté WSW - ENE et limité de chaque côté par des calcaires éocènes fortement redressés. L'ensemble est recoupé par la gorge de Böliçekova orientée NS. Le gisement de lignite se trouve au SE de cette gorge, sur le flanc Nord du synclinal oligocène de Kuyupinar. Les couches de lignite sont intercalées dans une série de calcaires blancs schisteux oligocènes (faciès lacustre) qui forment un étroit affleurement à pendage SE et sont limités au Nord et au Sud par des argiles et grès rouges de l'Oligocène continental. Le lignite affleure depuis la route de la gorge de Böliçekova jusqu'à une distance d'un kilomètre en direction Est. Il s'agit d'un gisement assez important quant à ses dimensions et la qualité du combustible n'est guère mauvaise: charbon pur % 60, eau % 14, cendres % 26.

Himmetoğlu. — Les indices de lignite de Himmetoğlu (vil. de Bolu, kaza de Göynük) sont visibles au milieu de la plaine de Himmetoğlu (ova), à 4 km. au SW du gisement de Böliçekova, c'est à dire à peu près dans l'axe du grand synclinal oligocène de Kuyupinar. Le lig-

nite affleure sur quelques mètres carrés dans un champ labouré situé à 0,5 km. au Sud de l'école de Himmetoğlu; le terrain est formé par une alternance d'argiles et de calcaires blancs oligocènes. Les résultats de l'analyse d'un échantillon prélevé en cet endroit sont mauvais: charbon pur 9,3 %, eau 4,8 %, cendres 85,9 %. Je dois cependant noter que l'échantillon prélevé à la surface d'un champ labouré ne représente pas exactement le lignite pur du gisement. D'autre part la terre labourée m'a empêché d'évaluer les dimensions de l'affleurement. Enfin, le gisement de Himmetoğlu se trouve entre ceux de Böliçekova et de Kuyupinar. En somme, je ne peut recommander une étude spéciale de ce gisement sauf si on entreprend une prospection générale de la zone comprise entre Kuyupinar et Böliçekova.

Kuyupmar. — Ce gisement, le plus important de la région, commence un peu à l'Est du village de Kuyupinar (vil. de Bolu, kaza de Göynük) et se prolonge en direction ENE sur une distance d'au moins 2 km. L'affleurement est en partie masqué par de la terre labourée. A peu près au milieu de sa longueur on voit deux tranchées transversales exécutées, en 1936, par les ingénieurs de notre Institut. L'épaisseur de la couche de lignite intercalée entre les plaquettes de calcaire marneux blanc est de quelques mètres. Son pendage est d'environ 35° S 25° E. L'analyse du lignite de Kuyupmar a donné les résultats suivants: charbon pur: 65,5 %, eau 15,7 %, cendres 18,8 %, Il est à noter que les indices de lignite de Himmetoğlu se trouvent sur le prolongement NE de l'affleurement de Kuyupinar. Une série de tranchées transversales réparties le long de l'affleurement de lignite permettraient de se rendre compte des variations de l'épaisseur et de la qualité du combustible. Il serait également intéressant de

placer quelques petits sondages à 10 - 15 m. en aval de l'affleurement. L'exportation du lignite pourrait se faire sur Göynük.

Kükürt. — Le village de Kükürt (vil. de Bilecik, kaza de Gölpazar) se trouve sur un petit synclinal oligocène dépendant de celui de Kuyupınar. Les argiles rouges et grises qui contiennent le lignite y forment un affleurement Est - Ouest limité au Sud, à l'Ouest et au Nord par des grès et argiles éocènes¹ et par le flysch sénonien. C'est par son extrémité Est que la cuvette de Kiikurt communique avec le grand synclinal oligocène. Le calcaire en plaquettes qui s'étend sur le flanc Nord du synclinal est stérile. Le lignite est visible sur la rive Sud d'une petite rivière qui coule vers l'Ouest en suivant à peu près l'axe du synclinal. Je n'ai pas pu mesurer l'épaisseur et la longueur de la couche mal visible dans les champs labourés, mais les excavations faites le long de l'affleurement me laissent supposer que le gisements se présente sous forme de lentilles. La qualité du lignite est très bonne: charbon pur: % 75,7, eau % 12, cendres % 12,3, calories charbon pur: 5774. Le gisement à déjà fourni récemment du combustible exporté sur Taraklı (chaussée de Göynük à Geyve). Il s'agit avant de juger de la valeur exacte du gisement, d'exécuter quelques travaux à la pioche afin de reconnaître les dimensions des lentilles qui sont probablement assez importantes. L'exportation serait dirigée sur Geyve en profitant d'une nouvelle chaussée reliant Gölpazar à Tarakh.

Bassin de Beydili - Nallihan. — Ce bassin situé au Sud du précédent est orienté WSW - NE. Il commence à l'Est de Nallihan (c'est à dire en dehors de ma région d'étude) et se poursuit en direction WSW jusqu'à la Sakarya nehri qu'il

touche entre Yenicekôy et Beykôy (limite des vilâyets d'Ankara, de Bilecik et d'Es-kişehir). A partir de cet endroit il devient très étroit et se confond avec la vallée de la Sakarya nehri. La partie principale de ce bassin comprise entre Nallihan et la Sakarya nehri appartient à la kaza de Nallihan du vilâyet d'Ankara. Elle est limitée au Sud par une faille longitudinale rectiligne qui met en contact l'Oligocène et les schistes paléozoïques gris plus ou moins métamorphisés. Au Nord un anticlinal créacé sépare le synclinal de Beydili de celui de Kuyupınar. Les terrains oligocènes se composent 1° d'une série continentale rouge d'argiles, de grès et de conglomérats 2° d'une série lacustre de calcaires marneux blancs en plaquettes avec intercalations de marnes vertes et 3° de tufs volcaniques gris-verdâtres.

Naldere. — Le gisement de Naldere (vil. d'Ankara, kaza de Nallihan) se trouve à la limite Est de ma région d'étude, sur la rive Est de la Nalderesi, à 5,5 km. au Sud de Nallihan. La grande faille mentionnée ci - dessus orientée WSW - ENE sur plus de 50 km. tourne ici brusquement vers le Sud (suivant le cours de la Nalderesi) et limite ainsi les schistes paléozoïques situés à l'Ouest et la série rouge oligocène affleurant à l'Est. La couche de lignite intercalée dans la série d'argiles et de grès rouges oligocènes qui se trouve tout près de la faille est fortement redressée. Son affleurement se poursuit en direction SE avec un pendage dirigé vers le NE. D'après l'analyse, le lignite de Naldere contient % 65,1 de charbon pur, eau % 12,1 cendres % 22,7.

• **Subaşı.** — Le village de Subaşı (vil. d'Ankara, kaza de Nallihan) est situé sur l'une des pistes qui relient Nallihan à Gerede. Le gisement de lignite se trouve à

1,5 km. au SSE du village. Le lignite est intercalé dans une série de marnes bleues et de calcaires blancs lacustres (en plaquettes). A cet endroit le synclinal oligocène de Beydili - Nallıhan est divisé en deux branches séparées par un grand affleurement de roches volcaniques basiques. Un autre affleurement volcanique limite le synclinal au Nord. La bande de calcaires schisteux et bitumineux contenant du lignite se trouve ici serrée entre les deux affleurements volcaniques et sa largeur se réduit jusqu'à 500-600 m. La couche de lignite que j'ai pu suivre sur une longueur de 100 m., en direction Est, possède une épaisseur d'un mètre et plonge vers le N 20° E sous un angle de 45°. Le lignite est de très bonne qualité: % 71,6 de charbon pur; eau % 15,1; cendres % 13,3.

Beydili. — Ce gisement affleure sur la rive Nord de la Beydili deresi, presque en face du village de Beydili (vil. d'Ankara, kaza de Nallıhan). Le lignite y forme deux couches de 40 cm. d'épaisseur séparées par 10 cm. de marnes et calcaires blancs en plaquettes. Le pendage est de 30° vers le N 10° W. Il s'agit d'un petit gisement sans grande importance, mais la qualité du combustible est bonne; charbon pur % 68,1, eau % 14,7, cendres % 17,2.

4. Gisements miocènes. — A part quelques traces charbonneuses visibles entre les dalles de calcaire blanc lacustre néogène d'Akkôy, tous les autres gisements de lignite néogène appartiennent à la série de sables et d'argiles continentaux.

Les principaux affleurements néogènes existent: 1° dans la plaine de Sapanca - Adapazar - Hendek - Düzce; 2° entre le lac d'İznik au NW et la ville de Söğüt (chef-lieu de kaza) au SE; 3° dans la plaine d'Eskişehir. Partout, dans ces

régions, le Néogène continental recouvre directement les terrains paléozoïques et éruptifs; il est formé d'éléments provenant de ces roches anciennes.

A. Région d'Adapazar - Hendek. — J'ai trouvé, dans cette région, deux gisements importants: Mecidiye et Kâzimiye.

Mecidiye. — Ce gisement dont l'affleurement est visible à 0,5 km. à l'Ouest du village de Mecidiye (vil. de Kocaeli, kaza d'Adapazar, nahiye de Karabürçek) se trouve à la limite Sud de la plaine d'Adapazar, à 20 km. au SE de cette ville. Le Néogène continental est formé ici par des sables jaunes à gros cailloux de quartz blanc. La couche de lignite épaisse d'un mètre s'étend, en direction Nord, sur au moins 500 m. de longueur. Son pendage, assez fort, est dirigé vers l'Ouest. Un particulier d'Adapazar y a fait exécuter trois galeries de recherche dont une mesure 15 mètres de long. Les résultats de l'analyse sont bons: charbon pur: % 59,8, eau % 14,8; cendres % 25,4. Ce gisement peut être mis en exploitation dès à présent. Le transport du combustible peut être dirigé sur Adapazar par une route carrossable longue de 24 km. ou par la chaussée de Mudurnu à Adapazar.

Kâzimiye. — Le gisement de Kâzimiye (vil. de Kocaeli, kaza de Hendek), en tout semblable à celui de Mecidiye, se trouve dans la partie Est de la plaine d'Adapazar, à 3,5 km. au NW de la ville de Hendek. Le transport pourrait donc s'effectuer avec les plus grandes facilités (une chaussée de 1^{er} ordre relie Hendek à Adapazar). Le lignite intercalé dans les argiles sableuses jaunes néogènes affleure au bord d'une petite rivière qui passe par le village de Kâzimiye. Epaisse de plus de 2 m. la couche de lignite se poursuit sur environ 500 mètres en direc-

tion SW en décrivant une légère courbe convexe vers le SE. L'analyse a donné les résultats suivants: charbon pur: % 59,4, eau % 9,2, cendres % 31,4. Ce gisement présente un intérêt indiscutable.

B. Région de Söğüt. — Le Néogène continental (argiles sableuses jaunes) de cette zone recouvre directement les marbres paléozoïques de la Sakarya nehri. L'unique gisement de cette région est celui de Küre. On peut y rattacher, à la rigueur, les deux gisements d'Akköy appartenant à un petit affleurement néogène isolé.

Küre. — Le village de Küre (vil de Bilecik, kaza de Söğüt) se trouve tout près de la chaussée de Bilecik à Eskişehir, à 9 km. au ENW de Söğüt. Au point de vue géologique le Néogène à faciès d'eau douce (continental) forme ici une cuvette d'environ 10 km. de diamètre. Cette cuvette repose sur un substratum paléozoïque (schistes plus ou moins métamorphisés, calcaires marmorisés, gneiss). Le gisement de lignite se trouve au milieu de la cuvette, à 4 km. au NW du village de Kiire. Le Néogène est représenté par une série argilo - sableuse avec lits de conglomérat. Je ne me suis pas occupé de ce gisement déjà plusieurs fois étudié par d'autres ingénieurs. Je note seulement qu'il est actuellement en exploitation.

Akköy. — L'affleurement néogène d'Akköy (vil. de Bilecik, kaza de Söğüt) est situé à la limite de la série paléozoïque d'Eskişehir et du Crétacé de Gölpazar. - Göynük - Mudurnu. Il ne mesure que 5 km. de long et se compose 1° de calcaires blancs en plaquettes et 2° d'argiles sableuses. Le lignite intercalé entre les plaques de calcaire à la sortie Ouest du village forme une faible couche de 25 cm. d'épaisseur; il est de très mauvaise qualité; les calcaires et le lig-

nite sont riches en fossiles d'eau douce. Une autre lentille de lignite affleure au Sud du village; elle appartient à la formation argilo - sableuse. L'analyse d'un échantillon provenant de cet endroit n'a donné que % 26,4 de charbon pur, mais je dois noter qu'il s'agit là d'un échantillon de surface prélevé dans un champ labouré.

C. Région d'İnönü. — La plaine d'Eskişehir est formée par des alluvions actuelles et par des terrains néogènes.

İnönü. — A İnönü la limite méridionale de la plaine passe par la ville même cette dernière étant adossée contre les montagnes de marbre ancien. Le gisement de lignite intercalé dans les sables argileux néogènes est visible dans un petit puits à main profond de quelques mètres. Il se trouve à 2,5 km. à l'Est de la ville, tout près de la chaussée de Kütahya. La lentille ne doit pas être très importante. L'analyse a donné les résultats suivants: charbon pur: % 48,9, eau % 9,2, cendres % 42.

Schistes bitumineux :

A part les gisements de Hanyatak et de Taraklı toutes les autres formations bitumineuses appartiennent à l'Oligocène. Elles se trouvent dans les deux régions oligocènes déjà décrites au sujet des lignites. Il s'agit de la région de Kuyupınar - Gölpazar et de celle de Beydili - Nalhan. Les gisements les plus riches appartiennent à la moitié Ouest du synclinal de Kuyupınar-Gölpazar. Les couches bitumineuses oligocènes et autres sont intercalées entre des calcaires blancs schisteux. Je n'ai trouvé aucune trace de bitumes dans la série argilo - sableuse de l'Oligocène.

A. Synclinal de Kuyupınar - Gölpazar. — Ce synclinal commence à 35 km. à l'Est de Kuyupınar et se termine au Sud de

Gölpazar. Les calcaires schisteux blancs qui s'intercalent dans la série rouge argilo-sableuse en plusieurs endroits contiennent souvent des couches de schistes bitumineux. En allant de l'Est vers l'Ouest les gisements de schistes bitumineux appartenant à ce synclinal se disposent dans l'ordre suivant: Güney, Hasanlar, Bölücekova, Kayabaşı, Kuyupınar, Körnüç, Kümbet et Türkmen.

Güney. — Le village de Güney (vil. de Bolu, kaza de Göyniik) se trouve à 22 km. au SE de Göyniik, au pied d'une montagne formée par des calcaires schisteux plus ou moins bitumineux. Cette montagne qui porte le nom de Hatıl dağı s'étend en direction ENE - WSW, sur une longueur de 8 km. avec une largeur d'un km. Les strates plongent vers le Nord. Les plaquettes de calcaire schisteux blanches en surface, à cassure couleur café-au-lait ne sont pas bien riches en bitume.

Hasanlar. — Le gisement de Hasanlar (vil. de Bolu, kaza de Göyniik) situé au Nord du précédent mesure 11,5 km. de long sur 2 km. de large. Il est orienté ENE - WSW avec un pendage NW. Le village de Hasanlar se trouve à son extrémité WSW. Les analyses de ces calcaires schisteux ont donné un chiffre moyen de 4 - 5 % de bitume avec un échantillon exceptionnel à 21 % de bitume. Au point de vue géologique les calcaires schisteux de Hasanlar se trouvent dans la partie Nord du grand synclinal oligocène et sont limités au Nord par une bande de calcaire éocène très dur et fortement redressé (faille longitudinale). Le gisement se trouve tout près d'une bonne route carrossable allant à Göyniik.

Bölücekova. — Après une courte interruption les calcaires schisteux de Hasanlar se prolongent en direction SW et s'arrêtent à 1,5 km. au Sud du village de

Bölücekova (vil. de Bolu, kaza de Göynük). La longueur de cette partie de l'affleurement est de 4,5 km. Les lignâtes de Bölücekova contiennent quelques traces de bitumes (0,4 %).

Kaya Başı. — Le village de Kaya Başı (vil. de Bolu, kaza de Göynük) se trouve à 2 km. au Nord de celui de Kuyupınar. Un petit affleurement de calcaires schisteux lacustres, situé au Sud du village contient quelques bancs de schistes bitumineux. Cet affleurement orienté Est - Ouest mesure 1 km. de long. Les schistes de couleur très claire en cassure ne contiennent que 3 % de bitume d'après l'analyse d'un échantillon prélevé par moi, mais, peut être une étude plus détaillée démontrera-t-elle l'existence de couches plus riches en bitume? Cette étude supplémentaire pourrait être exécutée lors d'une prospection éventuelle du gisement de Kuyupınar.

Kuyupınar. — Le village de Kuyupınar (vil. de Bolu, kaza de Göyniik) déjà mentionné à propos de son riche gisement de lignite possède aussi un important gisement de schistes bitumineux. Au point de vue géologique il s'agit d'un Oligocène continental représenté par une série rouge de grès, conglomérats et argiles avec intercalations de calcaires blancs en plaquettes à fossiles d'eau douce (faciès lacustre). Les schistes bitumineux noirs se trouvent dans cette dernière formation qui se compose d'une alternance de calcaires en plaquettes et de marnes vertes. Un petit affleurement de ce calcaire est visible entre Kuyupınar et Kaya Başı, mais le gisement le plus important commence immédiatement au Sud du village et se poursuit en direction SW avec un pendage de 45° vers le NW. L'analyse d'un échantillon provenant de ce gisement a donné un chiffre exceptionnel de 27,9 % de bitume. Les échantillons

moyens contiennent entre % 7,5 et, % 9,5 de bitume. Au cours de ma rapide visite du gisement j'ai constaté l'existence de quelques couches bitumineuses dont la puissance varie entre 1 m. et 2,5 m. Sans aucun doute ces schistes bitumineux forment un riche gisement.

Körnüç. — L'affleurement calcaire en plaquettes de Kuyupınar qui se prolonge en direction SW sur environ 13 km., c'est à dire jusqu'au village de Danişment, contient des bancs de schistes bitumineux. L'un de ces bancs épais de 2 - 3 km. est visible à Körnüç (vil de Bolu, kaza de Göynük) qui se trouve à 2,5 km. au SW de Kuyupınar. L'affleurement calcaire large d'environ 100 - 200 m. forme une corniche au milieu de la série rouge oligocène et plonge régulièrement vers le NW sous un angle de 45°. Les schistes bitumineux noirs sont riches en bitumes. A mon avis ces schistes bitumineux doivent se poursuivre jusqu'à l'extrémité SW de l'affleurement calcaire.

Kükürt. — Comme je l'ai indiqué au sujet du gisement de lignite ce village (vil. de Bilecik, kaza de Gôlpazar) se trouve dans un petit synclinal se rattachant au synclinal de Kuyupmar par son côté Est. Les calcaires en plaquettes intercalés dans les argiles à lignite sont bitumineux. D'après l'analyse d'un échantillon ils contiennent % 6,6 de bitume. Les dimensions du gisement sont assez faibles, mais la proximité du grand gisement de Kuyupmar lui donne un certain avantage en ce qui concerne son exploitation éventuelle.

Kûmbet. — Le gisement de schistes bitumineux de Kûmbet (vil de Bilecik, kaza de Gôlpazar) se trouve à l'extrémité SW du grand synclinal oligocène de Kuyupınar - Gôlpazar. Les calcaires lacustres en plaquettes avec intercalations de marnes vertes forment ici deux affleurements qui convergent à l'Ouest. Celui du

Nord est orienté NE - SW et mesure 12 km. de long sur 2 km. de large au maximum. Celui du Sud s'étend en direction ESE - WNW sur une longueur de 6 km. avec une largeur d'1,5 km. au maximum. Les deux affleurements contiennent un certain nombre de couches bitumineuses noires. Les analyses ont donné % 6,6 et % 7,9 de bitume. Le pendage des couches est vers le Nord ou NW. Il s'agit d'un gisement très important.

Türkmen. — Le gisement appartenant à ce village (vil. de Bilecik, kaza de Gôlpazar) est inséparable de celui de Kûmbet. Les affleurements décrits ci-dessus se trouvent en partie dans les champs appartenant à Tiirkmen köyü. Un échantillon prélevé dans ces terrains a donné, d'après l'analyse, % 8,62 de bitume. Les gisements de Kûmbet et de Türkmen se trouvent à 5 - 6 km. au SE de Gôlpazar. Les voies de communications sont excellentes: bonne route jusqu'à Gôlpazar, chaussée de Gôlpazar jusqu'à la station de Vezirhan.

B. Synclinal de Beydili - Nalhhan: — Le synclinal oligocène de Beydili - Nalhhan est formé par une série continentale argilo- - sableuse rouge et par des calcaires schisteux blancs en plaquettes. Les gisements de schistes bitumineux de la Gôkdere et de Beydili se trouvent dans la partie Ouest du synclinal. Les calcaires en plaquettes sont largement développés dans toute cette zone Ouest.

Gôkdere. — Le ravin assez court, mais profond de la Gôkdere se trouve entre le village de Subaşı et celui de Demir (vil. d'Ankara, kaza de Nalhhan). Il est constitué entièrement par des calcaires finement schisteux en plaquettes. Les pendages dirigés vers le fond du ravin orienté Est - Ouest indiquent l'existence d'un synclinal d'ordre secondaire. Le cal-

caire est bitumineux et contient également quelques inclusions de bitume noir. D'après les analyses chimiques la teneur en bitume ne dépasse pas % 3,2. Le synclinal large d'un km. mesure 2,5 km. de long.

Beydili. — Dans la région du village de Beydili (vil. d'Ankara, kaza de Nallihan) le flanc SE de la Beydili deresi est formé par des calcaires lacustres oligocènes et son flanc SW est constitué par des argiles et grès rouges continentaux appartenant également à l'Oligocène. Les calcaires schisteux sont plus ou moins bitumineux. L'analyse d'un échantillon prélevé près du moulin de Beydili n'a donné qu' % 1 de bitume, mais cela ne caractérise pas le gisement en général. L'épaisseur de ces schistes est considérable.

C. Gisements du flysch créacé - éocène. — Au cours de ma mission de 1940 j'ai réussi à séparer le flysch sénonien du flysch paléocène, mais je n'ai pas pu déterminer exactement l'âge des calcaires schisteux bitumineux intercalés, en certains endroits, dans le flysch en question.

Yukarı Milyas. — Le gisement de Yukarı Milyas (vil. de Bolu, kaza de Göyniik) se trouve à 1,5 km. au SE de ce village et à 6,5 km. à l'Est de Göyniik. Les schistes bitumineux apparaissent ici sous forme d'un petit paquet de quelques mètres carrés intercalé dans les calcaires éocétracés tout près de leur limite avec le flysch sénonien. Malgré les bons résultats donnés par l'analyse chimique (% 6,7 de bitume) ce petit gisement ne présente aucun intérêt pratique.

Hanyatak. — Le village de Hanyatak (vil. de Kocaeli, kaza de Geyve) est situé dans une région montag-

neuse qui sépare le bassin de la Mudurnu cayi de celui de la Göynük suyu. Le village est construit sur des calcaires marneux jaunâtres appartenant à l'Eocène moyen et riches en Nummulites (**Camerina, Pellaiispira**). Le ravin de l'Acarlar suyu qui coule à un km. au Nord de Hanyatak est creusé dans une série marneuse appartenant sans doute au flysch sénonien. C'est dans cette série, au fond du ravin, qu'affleurent les schistes bitumineux intercalés sous forme de petites couches minces comme une feuille. D'après une analyse chimique ces intercalations contiennent % 2,9 bitume. Un banc de calcaire gris - verdâtre incorporé dans cette série ne contient aucune trace de bitume. Les couches de bitume se poursuivent assez loin le long du lit de la rivière, mais elles sont trop minces pour constituer un bon gisement.

Taraklı. — Les schistes bitumineux de Taraklı (vil. de Kocaeli, kaza de Geyve) affleurent à 2 km. au Nord de ce bourg, au lieu dit «Kırkdilim», près du pont de la chaussée de Geyve à Göynük. La région de Taraklı fait partie d'une grande zone de flysch orientée WSW - ENE. Les fossiles caractéristiques permettent de tracer une limite entre le flysch sénonien et le flysch paléocène. Les calcaires bitumineux finement schisteux suivent cette limite et je ne sais pas s'il faut les placer dans le Sénonien ou dans le Paléocène. L'épaisseur de la série bitumineuse est d'environ 8 mètres. La cassure est assez claire. La teneur en bitume s'élève à % 2,4. Sans être très riche ce gisement mérite une étude plus détaillée.

Conclusions :

En utilisant les renseignements exposés ci-dessus nous pouvons classer les gisements de la Sakarya nehri comme suit:

Lignite.

| Gisement | Age géologique | Région | Catégorie |
|-------------|----------------|--------------------|-----------|
| Belenkibir | Sénonien | İsolé | III |
| Selbükü | » | » | III |
| Arpasekisi | » | » | III |
| Gündüzler | Paléocène | Göynük suyu | I |
| Karacaviran | » | » | I |
| Bölücekova | Oligocène | Kuyupınar | I |
| Himmetoğlu | » | » | III |
| Kuyupınar | » | » | I |
| Kükürt | » | » | II |
| Naldere | » | Beydili - Nallıhan | II |
| Subaşı | » | » » | II |
| Beydili | » | » » | II |
| Mecidiye | Néogène | Adapazar - Hendek | I |
| Kâzimiye | » | » » | I |
| Küre | » | Söğüt | I |
| Akköy | » | » | II |
| İnönü | » | İnönü | II |

Schistes bitumineux

| | | | |
|------------|--------------------|-----------------------|-----|
| Güney | Oligocène | Kuyupınar - Gölpaazar | II |
| Hasanlar | » | » » | II |
| Bölücekova | » | » » | III |
| Kaya Başı | » | » » | II |
| Kuyupınar | » | » » | I |
| Körnüg | » | » » | I |
| Kükürt | » | » » | II |
| Kümbet | » | » » | I |
| Türkmen | » | » » | I |
| Gökdere | » | Beydili | II |
| Beydili | » | » | II |
| Yk. Milyas | Sénonien-Paléocène | İsolé | III |
| Hanyatak | » » | » | III |
| Taraklı | » » | » | II |

Note:

- I — Gisements importants.
- II — Gisements moyens.
- m — Gisements sans intérêt.

Cette classification est surtout basée sur la qualité du combustible et les dimensions du gisement. Les moyens de communications sont bons pour tous les gisements de la 1^{ère} catégorie.

Le programme de ma mission prévoyait un examen rapide (en quelques sorte un inventaire) de tous les gisements rencontrés dans ma région de prospection. Je ne pouvais donc approfondir l'étude

de chaque gisement, mais la classification que j'ai donnée ci-dessus permet de se rendre compte de la richesse du bassin de la Sakarya nehri en lignites et schistes bitumineux. Il Vagit maintenant de procéder à une étude détaillée des gisements mentionnés en commençant par ceux qui appartiennent à la première catégorie. Parmi les gisements de la deuxième catégorie, ceux qui se trouvent à proximité des gisements importants pourraient être étudiés parallèlement sans trop de frais supplémentaires. Je propose de faire étudier, en premier lieu, les dimensions exactes de chaque gisement et les variations de la teneur en charbon pur ou en bitume au moyen d'un échantillonnage systématique.

En ce qui concerne la distribution stratigraphique des gisements de lignite et de schistes bitumineux de la Sakarya nehri les tableaux ci-dessous résument clairement l'importance relative des formations géologiques (en chiffres romains-catégorie, en chiffres arabes-gisements) :

Lignite

| | I | II | III | Total |
|-----------|---|----|-----|-------|
| Néogène | 3 | 2 | 1 | 6 |
| Oligocène | | | 241 | 7 |
| Paléocène | 2 | — | — | 2 |
| Sénonien | — | — | 3 | 3 |

Schistes bitumineux

| | I | II | III | Total |
|----------------------|---|----|-----|-------|
| Néogène | — | — | — | — |
| Oligocène | 4 | 6 | 1 | 11 |
| Paléocène - Sénonien | — | — | 12 | 3 |

Ainsi les lignites existent dans les 4 formations, mais ceux du Sénonien sont sans valeur; les gisements paléocènes sont rares, mais importants; l'Oligocène et le Néogène sont les formations les plus riches en lignite.

Les schistes bitumineux n'existent pas dans le Néogène. Les gisements de schistes bitumineux du flysch sénonien - paléocène sont rares et de mauvaise qualité. C'est à l'Oligocène qu'appartiennent presque tous les gisements de schistes bitumineux dont certains sont très importants.

En faisant une comparaison avec les gisements analogues des régions de l'Est (Sivas¹, Erzincan²) on constate que c'est toujours dans l'Oligocène que l'on rencontre les meilleurs gisements de lignite. Dans le bassin de Sakarya nehri l'Oligocène est également riche en bitume tandis que dans l'Est il n'en contient que quelques traces. Le Néogène est lignitifère dans l'Est et dans l'Ouest de la Turquie. Dans l'Est le flysch sénonien - paléocène n'a donné naissance à aucun gisement en ce qui concerne les bitumes.

Ankara, le 27 Novembre 1940

1. Dr. V. Stchepinsky "Hydrocarbures, lignites, et sources salées du vilâyet de Sivas., M. T. A., IV, No. 4, p. 94 - 101. Ankara, 1939.

2. Dr. V. Stchepinsky "Gites sédimentaires de la région d'Erzincan., M. T. A., V, No. 2-19, p. 222 - 233. Ankara 1940.