4° M. Klein fait voir la plante appelée Kleinia articulata Haw. = Cacalia articulata L. — Gegliederte Kleinie. C'est une composée du Sud africain, dont la tige est composée d'articles semblables à des tubercules aériens sans vie apparente pendant dix mois, recouvrant le sol comme des fèces de chien (Cacalia) ou comme des articles de poupée (Gliederpuppe). A l'époque pluvieuse la pointe terminale pousse un axe avec des feuilles et des fleurs. L'axe s'épaississant formera bientôt un nouvel article. Comme la plante se développe toujours sous les pins, les cônes de pins tombant à terre sur les Kleinia en détachent par le choc des articles et pourvoient ainsi à la propagation de la plante par voie asexuée.

Le secrétaire: F. HEUERTZ.

Paléogéographie et Géologie de la Formation Carbonifère en Anatolie

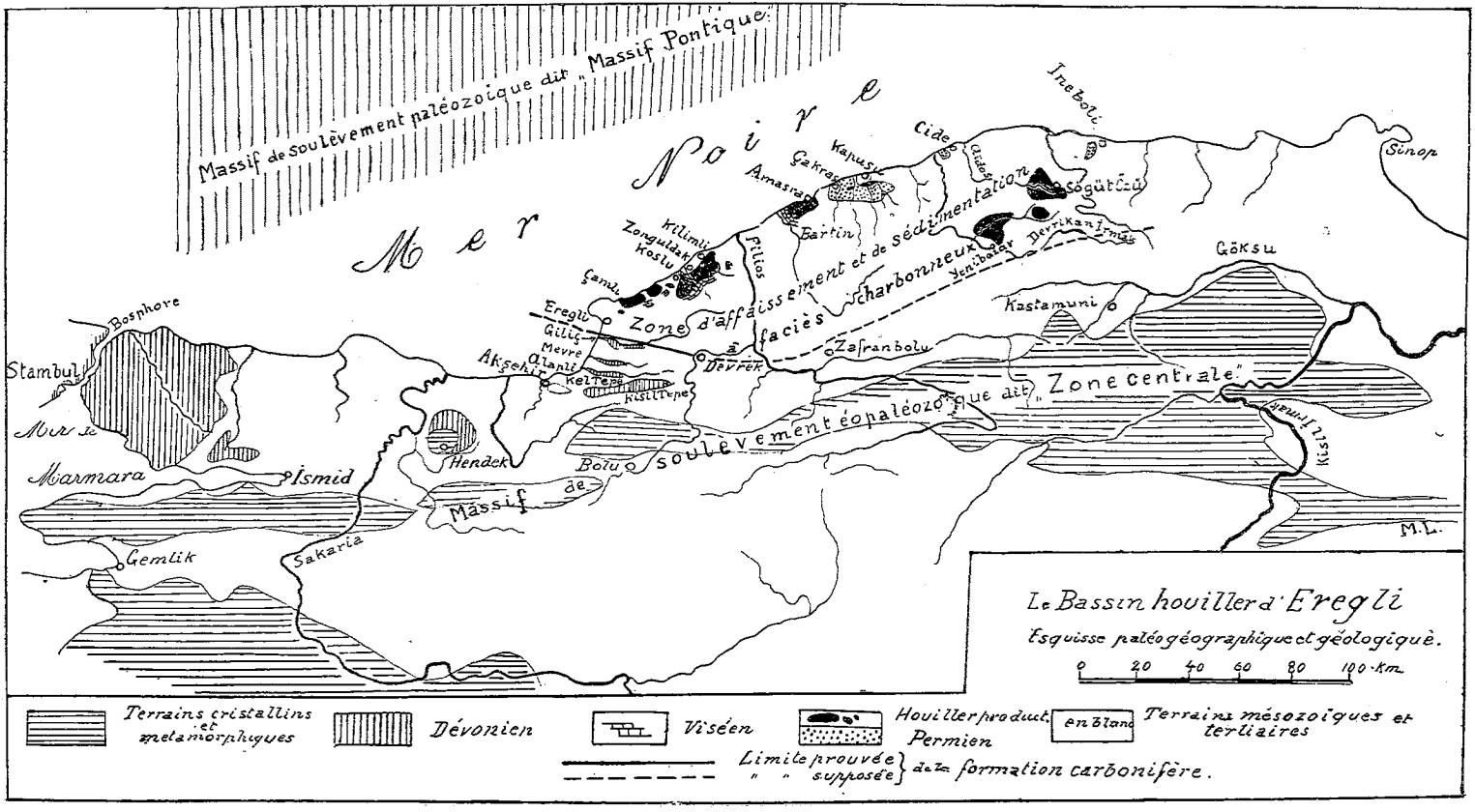
par M. Lucius.

(Fin.)

C'est au bord nord de cette terre nouvellement émergée que se forment des dépôts laguno-lacustres à faciès charbonneux et qui accompagnent l'arc varisque et l'arc armoricain depuis la Silésie jusqu'en Irlande tandis qu'au bord sud nous avons les petits dépôts à faciès charbonneux de l'Asturie, de la France centrale et des Alpes occidentales et centrales. A cette masse continentale de l'Europe centrale s'ajoute une presqu'île de direction Ouest-Est et qui, d'après les mêmes cartes se soude dans la chaîne du Rodope à la masse principale et couvre l'espace occupé aujourd'hui par la Mer Noire, le Caucase, la mer Caspienne et l'Aral et qu'on désigne sous le nom de presqu'île Pontique ou de massif Pontique. Au bord sud de cette presqu'île se formaient les dépôts laguno-lacustres du rayon d'Eregli, au bord nord se formait le bassin houiller du Donetz. Les deux bassins houillers se confrontent pour ainsi dire. Aussi Wilser *) les a mis en parallèle mais malgré quelques traits d'analogie avec le bassin du Donetz l'identité du bassin d'Eregli avec les bassins houillers de l'Europe occidentale est trop manifeste.

Nous n'observons des formations lagunaires et lacustres à faciès charbonneux que dans cette partie littorale de la Mer Noire actuelle, qui s'avance en forme de vaste promontoire entre Eregli et Sinope dans la mer et qui forme comme un pendant à cet autre

*) Voir la littérature citée.


Massif de soulèvement paléozoique dit „ Massif Pontique"
Mer Noire
Inebolu
Cide
Gideros
Sinop
Kapuz
Gazkreg
Amasra
Sögütçü
Bartin
Filios
Kilimli
Zonguldak
Kozlu
Yenibaser
Derikan
Ismil
Göksu
Kastamuni
Zafranbolu
Devrek
Eregli
Gamli
Zone d'affaissement et de sédimentation
faciès charbonneux
Bosphore
Stambul
Mer de Marmara
Ismid
Gemlik
Sakaria
Akşehir
Alanli
Mevre
Gilic
Keltepe
Kisiltepe
Hendek
Bolu
soulèvement éopaléozoique dit „ Zone centrale"
Massif de
Kizil Irmak
M.L.
Le Bassin houiller d'Eregli
Esquisse paléogéographique et géologique.
0 20 40 60 80 100 Km.
Terrains cristallins et metamorphiques
Dévonien
Viséen
Houiller productif
Permien
en blanc
Terrains mésozoiques et tertiaires
Limite prouvée
" " supposée
de la formation carbonifère.

vaste promontoire au bord nord de la même mer, la Crimée. A l'Est et à l'Ouest de cette avancée d'Eregli la côte anatolienne est presque rectiligne et sans aucune indication de dépôts similaires.

En dehors de ce rayon d'Eregli nous ne connaissons dans l'Asie Mineure qu'un faciès marin du Carbonifère supérieur. L'immersion dans la mer était donc complète pour la majeure partie de l'Anatolie.

Au sud du rayon carbonifère d'Eregli affleure une zone plissée, d'une direction sensiblement W.-E. très allongée et qui se compose de schistes cristallophylliens, de marbre et de roches éruptives. On peut poursuivre cette zone à partir de la presqu'île de Gemlik jusqu'au Kisil Irmak où il paraît exister une relation avec les plis du Tauros. D'après Philippson on la désigne comme «Zone Centrale». Le noyau est formé par des terrains éopaléozoïques, mais sur le bord nord on rencontre entre autres, dans la vallée inférieure du Gülüç Su, au sud de la ville d'Eregli, le dévonien inférieur qui forme la partie périphérique de cet ancien massif, qui a été soumis à différents plissements préhercyniens.

On est porté à croire que cet ancien massif émergeait dans la période du Carbonifère supérieur, mais il n'y a pas d'indices là-dessus. Sous cette réserve nous avons pendant la période Carbonifère supérieure la situation suivante:

Une dépression bordière, peu profonde, mais extrêmement instable en tant que son fond tantôt émerge pour se couvrir d'une végétation exubérante, tantôt s'immerge pour se prêter à une sédimentation. Elle s'étend tout autour du massif continental Pontique et est limité au sud par la Zone Centrale, mais elle restait, autant que nos recherches le prouvent, jusqu'à ce jour, sans aucune connexion avec la mer qui couvre l'Asie Mineure. Les sédiments n'ont fourni que des espèces d'eau douce (Anthracosia) dans la région d'Eregli.

La crête géanticlinale hercynienne avec son prolongement pontique subdivisait le grand géosynclinal «Thétys» en des fosses secondaires. Le massif Pontique lui-même se dédoublait par une dépression qui longeait le bord nord de la chaîne du Caucase, passait par la Crimée et se prolongeait vers la Dobrutcha et dans laquelle se déposaient des sédiments à faciès charbonneux et qui subdivise le massif dans une presqu'île Podolo-asowienne au nord et la presqu'île Pontique proprement dite au sud.

Ainsi une coupe nord-sud toucherait les unités suivantes:

1. — Un embranchement septentrional de la «Thétys» (la mer Carbonifère russe).

2. — Le bassin houiller du Donetz dans la dépression côtière septentrionale du massif Pontique.

3. — Le massif Pontique, subdivisé comme il suit:

a) la presqu'île Podolo-asowienne;

b) la dépression Caucaso-crimécnne;

c) la presqu'île Pontique proprement dite.

4. — Le bassin houiller d'Eregli dans la dépression bordière qui contourne le massif pontique au sud.

5. — La zone cristalline centrale.

6. — L'embranchement sud de la Thétys (la mer Carbonifère de l'Asie Mineure.)

Au bord nord du massif hercynien la continuité des gisements houillers est démontrée du Wéser jusque dans le pays de Galles par les sondages dans la dépression tertiaire du Bas-Rhin, dans le Boulonnais, à Dover et à Burford (Oxford). La géologie a de bonnes raisons pour supposer une continuité entre les bassins de la Ruhr et de la Haute Silésie. Malgré les dislocations excessives provoquées par le plissement alpin, on retrouve des vestiges nombreux au bord sud du noyau hercynien, en Espagne, dans la France centrale, dans les Alpes occidentales et vaudoises, en Serbie, en Roumanie et en Bulgarie. La plupart de ces gisements au bord sud n'ont qu'une valeur secondaire, qui se réduit quelquefois à une valeur pour ainsi dire théorique, mais ceci est un effet d'érosion et de dislocations ultérieures.

Il en est de même du massif Pontique. Partout où nous trouvons le bord du massif nous observons des gisements houillers, aussi bien au nord qu'au sud du massif.

Ces constatations permettent de formuler la supposition que, aussi bien le massif hercynien que son prolongement la presqu'île Pontique, était complètement entouré par une bordure de houiller productif. Fixer les limites méridionales du massif Pontique est donc d'un intérêt éminemment pratique.

Quelles sont les indications géologiques dont nous disposons maintenant pour nous guider dans cette reconstruction paléogéographique?

Aussi bien à l'Est, dans l'Arménie, que dans l'Ouest de l'Asie Mineure le Carbonifère supérieur et le Permien sont représentés par des dépôts nettement néritiques, le calcaire à Fusulines. A l'Ouest, à l'Est et au Sud de l'Anatolie nous avons donc la mer, au nord les plis de la «Zone Centrale» qui vont de la mer de Marmara jusqu'à l'embouchure (ou à peu près) du Kisil Irmak. Ce n'est donc que dans le promontoire entre Eregli et Sinope que nous

aurons à chercher la dépression côtière du massif Pontique se prêtant au développement d'un faciès charbonneux. Les gisements houillers sont limités dans cette partie du bord sud de la Mer Noire. Ce qui existait dans le prolongement Est et Ouest de ce rayon est enseveli sous la Mer Noire. Le bassin connu aujourd'hui se prolonge aussi sans doute vers le Nord, caché sous la mer. Il y a peu ou pas de chance qu'à l'Est d'Inébolu on puisse trouver du charbon dans une profondeur qui permettra une exploitation. Eregli-Inébolu sont pratiquement les limites Ouest-Est du bassin houiller.

D'Aksehir vers le Kizil Tépé et en passant par le Kel Tépé il y a un anticlinal de direction W-E et formé de quartzite dévonien *)

Au fond de la vallée de Mevre, dans la vallée de l'Alapliçayi on voit également affleurer le quartzite dévonien, recouvert en discordance par le Crétacé supérieur. Comme le Dévonien est partout couvert, là où il affleure, par le Crétacé supérieur on doit supposer qu'il émergeait bien pendant la période carbonifère et que nous avons ici la limite sud du bassin houiller. Vers l'Est la limite méridionale est marquée approximativement par la ligne W.-E. de la vallée supérieure du Devrikan-Irmak. Ce qu'on mentionne de charbon d'âge carbonifère à Sinope, auprès du Kizil Irmak, à Gireson, à Büyük Liman à l'Est de Trabzon, ou de trouvailles de plantes permiennes à Merzifon ne se base pas sur des recherches sérieuses. Ce sont, de même comme à Havza, entre Sivas et Samsun, des gisements de lignite ou des veines de charbon régénérées dans du grès ou du lignite changé au contact d'une roche éruptive. A Merzifon il s'agit bien de plantes tertiaires.

L'espace dans lequel on peut s'attendre à trouver du houiller productif dans une profondeur accessible à une exploitation économique a une longueur Ouest-Est approximative de 17 km. et une largeur qui est à l'ouest de 10 km. pour s'élargir à l'est à 50 km. Encore dans ces limites il faut faire de sérieuses restrictions.

Il est logique de supposer que les différents affleurements du Houiller (et du Permien, que nous prenons aussi en considération) ne font partie que d'un seul grand bassin houiller. Mais ce bassin a été ultérieurement disloqué, par des mouvements tectoniques, dans un certain nombre de compartiments. Une partie de ces compartiments a glissé le long de failles dans des profondeurs pratiquement inaccessibles à l'exploitation. C'est à l'étude géologique détaillée, suivie de travaux d'exploration par sondage, qu'il appartient de distinguer la part qui est du domaine pratique de celle qui est pour ainsi dire du domaine plutôt théorique.

*) D'après les indications du Dr. Novak.

Le Carbonifère supérieur de ce rayon s'est déposé dans une eau douce sans communication libre avec la mer, et de peu de profondeur, surtout quand se déposait la partie moyenne et supérieure, dans laquelle prédominent les grès et es conglomérats. Aucune intercalation de niveaux marins n'a été découverte jusqu'à ce jour. En dehors d'une oscillation du sol qui permettait tantôt l'éclosion d'une végétation marécageuse, tantôt l'immersion par une nappe d'eau, dans laquelle se déposaient les sédiments qui séparent les différentes couches de charbon, il faut admettre un affaissement continuel du fond de la cuvette, autrement il ne serait pas possible qu'il existât ici une accumulation de sédiments qui comprend approximativement 2000 m. de Houiller supérieur à faciès lacustre, auxquels s'ajoutent au moins 3000 m. de Permien à faciès lagunolacustre et probablement en partie subaérien du type «Rotliegendes». Les matériaux de cette sédimentation énergique proviennent du continent Pontique et de la «Zone Centrale».

Au Carbonifère supérieur est superposé du Permien du type «Rotliegendes» qui ne se trouve nulle part en Asie Mineure, mais qui est analogue au Permien «Rotliegendes» de l'Europe Centrale. L'isolement du rayon houiller d'Eregli du restant de l'Asie Mineure était toujours complet pendant le Permien qui est représenté ailleurs en Anatolie par des calcaires à Fusulines.

A Zonguldak et à Amasra le Permien ne se présente qu'en quelques lambeaux d'une puissance ne surpassant guère 100 m. Mais déjà à 10 km. à l'Est d'Amasra et aussi à Sögüt Özü j'ai constaté récemment du Permien qui a une puissance de 2 à 3 km.

Plissement hercynien.

En général il n'existe pas de discordance entre le Carbonifère inférieur, le Houiller productif et le Permien. Ce n'est que dans la partie supérieur du Permien que la pente diminue peu à peu, sans qu'on observe cependant une discordance proprement dite. Le plissement est donc synchronique avec celui de l'Europe Centrale. On localise ordinairement le plissement hercynien dans la partie supérieure du houiller, mais en réalité le plissement se manifestait pendant toute la période Carbonifère pour s'effacer peu à peu pendant le Permien. Le plissement n'est ni synchronique dans les détails, ni d'une intensité égale dans les différentes parties de la région plissée hercynienne. D'après la théorie de la migration du mouvement plicatif, celui-ci avance de la partie centrale du rayon affecté vers la périphérie. Au bord de ce rayon central déjà émergé et soumis à une érosion vigoureuse, se forme une accumulation de sédiments provenant de la partie émergée et qui subissent aussi

l'effet du plissement général parce que celui-ci s'y manifeste avec un certain retard, mais aussi avec une certaine atténuation. Cet effet plicatif retardé est désigné comme «plissement posthume».

Aussi tandis que le plissement du massif Pontique central s'effectuait avec intensité, le mouvement orogénique était faible au bord et se manifestait dans des oscillations et dans un ennoyage continus et ce n'est que dans le Permien que les puissants dépôts de sédiments accumulés subissaient un mouvement plicatoire plus vigoureux, mais qui s'effaçait peu à peu dans la partie supérieure du Permien.

Le continent Pontique et avec lui le bassin houiller d'Eregli sont pendant le Triasique et le Jurasique complètement séparés de l'Asie Mineure. Pendant que le Triasique à faciès alpin est déposé dans la Bythinie (il exise donc une communication avec la Méditerranée triasique) et le Liasique se rencontre au N.-W. et au Sud d'Ankara, le Continent Pontique et le bassin houiller sont exposés à une forte dénudation.

Dans la partie entre Eregli et Amasra le Permien est érodé presque complètement et sur les lignes de faîtes anticlinales le Houiller est emporté complètement, de façon que le Carbonifère inférieur (Calcaire) affleurait au commencement du Crétacé.

Avec le Crétacé inférieur commence de nouveau la transgression de la mer qui avance du nord au sud. Le calcaire crétacé inférieur commence avec un conglomérat basal, qui se compose d'éléments provenant du calcaire carbonifère (Viséen). Le Crétacé repose en discordance nette sur le Viséen, le Houiller supérieur et le Permien.

Dans l'Anatolie orientale, dans le bassin du Çorah, nous rencontrons également le Crétacé inférieur qui y commence également avec un conglomérat. Il paraît ici reposer sur le Permo-triasique à faciès marin.

Mais par un mouvement d'oscillation la partie de l'Asie Mineure submergée par la mer triaso-liasique émergeait pendant le Crétacé inférieur et ce n'est que la transgression presque universelle du Crétacé supérieur qui recouvrit l'Asie Mineure en entier. La «Zone Centrale» ne paraît pas avoir pris part à la submersion générale.

A la limite du Turonien-Sénonien (Crétacé supérieur) il y a de nouveau un mouvement orogénique, le plissement éo-sénonien, qui a été constaté aussi dans l'Europe Centrale. C'est à ce plissement qu'est due la formation de l'assise à «brèches» et à «Klippen» (lambeaux de recouvrement) qui s'intercale dans la série du Crétacé

supérieur. *) Des marnes et des argiles bariolées d'âge sénonien forment la série la plus récente.

Vers la fin de l'Oligocène l'Asie Mineure en entier est saisie par le *plissement alpin,* qui a donné une empreinte définitive au bassin houiller. Mais les charriages, qui jouent un rôle prépondérant dans la structure telle qu'elle se présente aujourd'hui, sont dus au mouvement orogénique éo-sénonien. On a émis l'opinion que le bord sud de la Mer Noire est un rayon à architecture tabulaire qui n'a pas été saisi par le mouvement plicatoire alpin. On désignait cette partie comme zone fracturée «Schollengebiet» (rayon morcelé en blocs). Les recherches les plus récentes démontrent que cette distinction entre le bord de la Mer Noire et le reste du pays n'existe pas. Aussi bien au Bosphore où le charriage du Crétacé sur le Dévonien a été constaté **) qu'à Zonguldak où le Houiller productif est charrié sur le Crétacé, on constate bien l'effet plicatif du mouvement orogénique. Les grandes failles sont plus récentes.

L'étude des charriages et de la tectonique en général démontre que le long du bord sud de la Mer Noire le mouvement orogénique allait du sud au nord comme dans l'Europe centrale tandis que dans le bassin du Donetz et dans le Caucase le mouvement plicatif est dirigé du nord au sud.

Pour le plissement hercynien il sera plus difficile de fixer la direction de ce mouvement parce que les effets de ce plissement ont été effacés en bonne partie par les mouvements antérieurs, mais par analogie avec l'Europe centrale on peut supposer que le mouvement était également dirigé du sud au nord.

Après cette période de plissement vient la période de morcellement par les mouvements verticaux le long des failles. Ces mouvements verticaux étaient accompagnés d'une activité volcanique intense.

Jusqu'à la fin du tertiaire le bassin houiller faisait partie du massif Pontique et ce ne sont que les grands affaissements du pléistocène qui ont créé le fossé occupé aujourd'hui par la Mer Noire, la Mer de Marmara et la partie septentrionale de l'Egée ainsi que les communications entre ces murs, le Bosphore et les Dardanelles et qui créaient les contours du pays tel qu'ils existent aujourd'hui.

*) L'assise des «brèches» et «Klippen» a été reconnue dans le bassin houiller d'Eregli par M. M. Amsler et Arni.)

**) Prof. E. Chaput: Notice préliminaire sur le Crétacé supérieur de Zekerie Köy.

Résumé:

Des traces d'un plissement archéen ne se rencontrent que dans la partie occidentale de l'Asie Mineure; ailleurs l'immersion marine est complète jusqu'au Carbonifère inférieur inclusivement. L'Asie Mineure n'est qu'une partie du grand géosynclinal de la «Thétys».

Au commencement du Carbonifère supérieur le large promontoire qui s'avance entre Eregli et Sinope dans la Mer Noire actuelle, faisant partie de la périphérie méridionale de la masse continentale Pontique, émergeait, tandis que le reste de l'Asie Mineure est couvert par la mer jusque dans l'époque Dyasique (calcaire à Fusulines à l'Ouest et à l'Est de l'Anatolie). Dans cette zone côtière, dont ne reste aujourd'hui que le vaste promontoire mentionné, se déposait du Houiller productif et du Permien à faciès lacustre. Pendant le Triasique et le Jurassique cette région faisait une partie émergée du continent Pontique et l'érosion dénudait pendant cette période les plis anticlinaux jusqu'au noyau formé par le calcaire carbonifère.

La transgression du Crétacé inférieur immerge le bord sud de la Mer Noire, mais ce n'est que la grande transgression Cénomanienne qui recouvre toute l'Asie Mineure. Les transgressions avançaient du nord au sud.

On peut distinguer trois périodes de plissement: le plissement hercynien qui se prolongeait jusque dans le Permien, le plissement éosénonien, qui provoquait la sére de «brèches» et de «Klippen», et le plissement alpin. La direction des plis restait la même que la direction du mouvement plicatif, qui est du sud au nord, et qui est la même comme dans l'Europe centrale et dans le Balkan.

Des charriages et des lambeaux de poussée sont un trait caractéristique de la tectonique du rayon.

Il existe aussi des failles transversales et longitudinales et des décrochements horizontaux.

On doit supposer qu'une bordure de Houiller productif contournait tout le massif Pontique, car partout où nous connaissons la limite de ce massif on trouve du Houiller productif, mais en suite de l'affaissement du continent occupé aujourd'hui par la Mer Noire, la majeure partie serait ensevelie sous les eaux de cette mer.

Littérature consultée:

F. Frech: Geologie Kleinasiens im Bereiche der Bagdadbahn Z. d. deut. geol. Ges. 1916.

A. Philippson: Geologie von Klein-Asien.

Wilser: Die Steinkohlen in der Schwarzmeer-Umrandung, insbesondere in Heraclea-Zonguldak; Geolog. Rundschau, 1927.