

SÉANCE MENSUELLE DU 19 OCTOBRE 1926.

Présidence de M. J. CORNET, président.

Le procès-verbal de la séance du 20 juillet est lu et adopté.

Le Président proclame membres effectifs :

M^{lle} LEFÈVRE, assistante au Séminaire de géographie de l'Université de Louvain, présentée par MM. A. Renier et E. Asselbergs ;

MM. I. SWEMBE, docteur en géologie, à Baarn (Pays-Bas), présenté par l'Institut de géologie de l'Université d'Utrecht et par M. E. Asselbergs ;

VAN TUYN, professeur au Lycée, à Roosendael (Pays-Bas), présenté par l'Institut de géologie de l'Université d'Utrecht et par M. F. Kaisin ;

CHARLES WINCQZ, ingénieur, commandant d'artillerie, à Mons, présenté par MM. J. Cornet et Mathieu.

Dons et envois reçus :

De la part des auteurs :

7802 Weber, V. Fossiles utiles du Turkestan. St-Petersbourg, 1913, vol. in-8° de 208 pages et 1 carte.

7803 Rutot, A. Note préliminaire sur la découverte faite à Spiennes dans des galeries souterraines d'objets façonnés en craie, inconnus jusqu'ici. Bruxelles, extr. in-8° de 34 pages et 64 figures.

7804 ... The Mineral Deposits of New-Zealand. — A Description of the Dominion's more important Economic Minerals and Rocks, written for the New-Zealand and South Seas Exhibition, Dunedin, 1925-1926. Wellington, 1925, brochure in-8° de 23 pages.

7805 Abrard, R. Le Lutétien du bassin de Paris. Essai de monographie stratigraphique. Angers, 1925, volume in-8° de 388 pages, 32 figures, 4 planches et 4 cartes.

- 7806 **Adams, F.-D. and Grabham, R.-P.-D.** On some Minerals from the Ruby Mining District of Mogok, Upper Burma. Ottawa, 1926, extrait in-8° de 24 pages et 6 figures.
- 7807 **Baulig, H.** Le relief de la Haute-Belgique. Paris, 1926, extrait in-8° de 30 pages et 4 figures.
- 7808 **Bigot, A.** Le littoral de la Normandie. Paris, extrait in-8° de 12 pages.
- 7809 **Bigot, A.** Notice explicative de la feuille « Falaise » du Service de la Carte géologique de France. Caen, 1916, extrait in-8° de 22 pages.
- 7810 **Bigot, A.** Notice nécrologique sur D.-P. OEHLERT Paris, 1923, extrait in-8° de 17 pages.
- 7811 **Bigot, A.** Notice sur la géologie et les régions naturelles du Calvados, accompagnée d'une carte et de 3 coupes géologiques. Paris, 1924, extrait in-8° de 11 pages.
- 7812 **Bigot, A.** Sur la présence de Trilobites et d'Archæocyathidés dans les couches cambriennes des environs de Carteret (Manche). Paris, 1925, extrait in-8° de 3 pages.
- 7813 **Bigot, A.** Sur le Cambrien de l'Est du Massif Armoricaïn (21 pages et 1 planche). — Sur les Calcaires cambriens de la région de Carteret et leur faune (15 pages et 1 planche). Caen, 1925, extrait in-8°.
- 7814 **Bigot, A.** Sur un forage pour recherche d'eau à Saint-Aubin-sur-Mer (Calvados). Caen, 1926, extrait in-8° de 4 pages.
- 7815 **Bigot, A.** Notice explicative de la deuxième édition de la feuille Saint-Lô de la Carte géologique de la France. Caen, 1925 (1926), extr. in-8° de 18 pages.
- 7816 **Foshag, W.-F.** The Minerals of Obsidian Cliff, Yellowstone National Park and their Origin. Washington, 1926, extr. in-8° de 18 pages, 5 fig. et 4 planches.
- 7817 **Martel, E.-A.** L'abîme Bertarelli (Istrie) profond de 450 mètres. Paris, 1926, extr. in-8° de 3 pages.
- 7818 **Martel, E.-A.** Expériences extrêmes de coloration d'eaux souterraines par la fluorescéine. Paris, extrait in-8° de 13 pages et 2 fig.
- 7819 **Maude, A.** The authorized Life of Marie-C. STOPES. London, 1924; vol. in-16 de 226 pages et plusieurs photos.

- 7820 **Meister, A.** Mineral Resources of the U. R. S. S. Part. 18. Gold. Leningrad, 1926, extr. in-8° de 48 pages.
- 7821 **Mironov, S.** Mineral Resources of the U. R. S. S. Part, 28. Petroleum. Leningrad, 1925, extr. in-8° de 72 pages.
- 7822 **Reilly, J., Drumm, P.-J., and Boyle, C.** The Production of Essential Oils from Irishgrown Plants. Part I. Oil of Lavender. Dublin, 1926, extr. in-8° de 12 pages.
- 7823 **Ross, C.-S.** The optical properties and chemical composition of Glauconite. Washington, 1926, extr. in-8° de 15 pages et 2 fig.
- 7824 **Westenhöfer, M.** Vergleichend-morphologische Betrachtungen über die Entstehung der Ferse und des Sprunggelenkes der Landwirbeltiere mit besonderer Beziehung auf den Menschen. Leipzig, 1926, extr. in-8° de 48 pages et 12 fig.
- 7825 **Adaro y Magro, D.-L.** Instituto Geologico de España. Atlas del Estudio estratigrafico de la Cuenca Hullera Asturiana. Madrid, 1916, atlas de 10 planches.
- 7829 ... British Museum (Natural History). Mineral Department. A Guide to the collection of Meteorites with an alphabetical List of those represented. London, 1926, broch. in-8° de 42 pages.
- 7830 **Hamerska-Witkiewiczowa, M.** Sur le granite de Miedziane et Zlobisty en Tatra. Lwów, 1925, extr. in-8° de 6 pages.
- 7831 **Kamiński, M.** Contributions à la connaissance du facies sablonneux de couches crétacées de Zurawno (Pologne). Lwów, 1925, extr. in-8° de 18 pages et 2 planches.
- 7832 **Lencowicz, S.** Notes sur les Barkhanes de l'oasis de Kharga. Lwów, 1925, extr. in-8° de 10 pages et 3 figures.
- 7833 **Pawłowski, S.** Dans les oueds au sud-est du Caire. Lwów, 1925, extr. in-8° de 10 pages et 3 planches.

2° Périodiques nouveaux :

- 7826 **Weltevreden.** Dienst van den Mijnbouw in Nederlandschindië. Vulkanologische en Seismologische Mededeelingen. Nos 1 à 8 (1919-1923).
- 7827 **Varsovie.** Archives du Laboratoire de Minéralogie de la Société des Sciences de Varsovie. Vol. I, 1925.
- 7828 **Lisbonne.** Académie des Sciences de Lisbonne. Curso de Fisica Geral, t. I, fasc. 1-3 (1923-1924); t. II, fasc. 1-3 (1924-1925).

Communications des membres :

M. M. LERICHE fait une communication sur les éléments remaniés (roches et fossiles) que renferme le Scaldisien au nord d'Anvers (1).

M. A. RENIER signale quelques observations nouvelles sur la géologie de la région d'Eupen-Malmédy (2).

Les cycles orogéniques dans la partie orientale de la province de Chihli (Chine),

par F.-F. MATHIEU.

INTRODUCTION.

Ayant eu l'occasion, pendant mon dernier séjour en Chine, d'étudier la stratigraphie des terrains primaires et secondaires des bassins de Kaïping et de Shih Men Tzai, ainsi que de la région de Lanchow, j'ai essayé d'appliquer les conclusions de ces études stratigraphiques, base de toute tectonique raisonnée, à l'interprétation des plissements de ces régions.

La partie orientale de la province de Chihli a été différemment affectée par la succession de cycles orogéniques; les mouvements *huronien*s et plus encore les mouvements *cimmerien*s (ou *andin*s) sont responsables pour l'orogénie, tandis que les mouvements *calédonien*s et *hercynien*s se manifestèrent essentiellement par des mouvements épirogéniques, affaissements et émerSIONS, soulignés par des transgressions et des lacunes dans les séries sédimentaires.

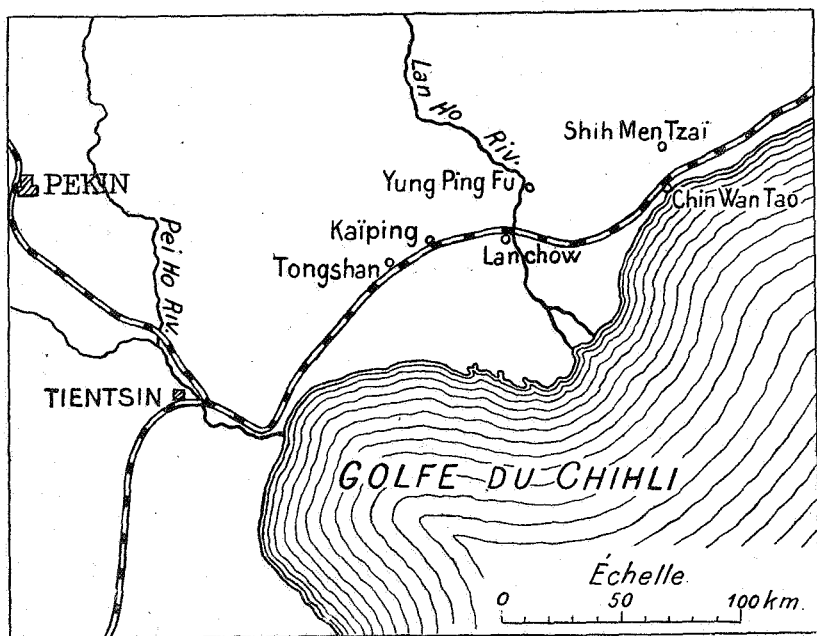
Les conclusions de cette étude, basées sur des observations faites dans les districts de Kaïping, Lanchow, Shih Men Tzai, Moukden, Penn Hsi Hu, etc., s'appliquent également à la Mandchourie occidentale, à une grande partie du Shantung et aux régions septentrionales du Kiangsu et du Ankwei; tous ces territoires sont, en effet, depuis le

(1) Cette communication paraîtra après l'achèvement des travaux de creusement du « bassin-canal ».

(2) Ces observations seront incorporées au Compte rendu de la Réunion extraordinaire de 1925. (*Bulletin*, t. XXXV, 2^e fasc.)

début des temps primaires, localisés sur un même géosynclinal dont nous parlerons plus loin.

Après avoir, pour plus de clarté, résumé l'état de nos connaissances sur la stratigraphie des terrains du Chihli oriental, nous passerons en



revue les différentes périodes de plissement en essayant de déchiffrer leur influence.

ARCHÉEN. — Le substratum archéen, mis à nu par l'érosion et les plissements, ou faisant partie de l'ancien *Cathaysia* de Grabau ⁽¹⁾, émergé depuis les temps les plus reculés, se montre en de nombreux endroits; j'ai pu l'étudier : a) dans la région de Kaïping, à la « fenêtre » de Niang Niang Miao; b) entre Kaïping et Lanchow, près du village Tao Tzé Tou; c) dans la région de Lanchow, au sud entre le chemin de fer de Pékin-Moukden et la côte, et au nord dans la vallée du Lan Ho jusqu'à Yung Ping Fu; d) le long de la côte du golfe du Chihli,

(1) A. W. GRABAU, *Migration of Geosynclines*. (BULL. GEOL. SOC. OF CHINA, vol. III, nos 3-4, 1924.)

entre Pei Ta Ho et Shanhaïkuan; e) au nord de Chin Wang Tao, en bordure du bassin de Shih Men Tzai; f) dans la région de Moukden-Fushun.

La stratigraphie de l'Archéen n'est pas encore bien connue; c'est un complexe de gneiss, granite et plus rarement micaschiste et itabirite; on y trouve des intrusions de roches vertes d'âge inconnu et des dykes de pegmatite.

PRÉ-CAMBRIEN MÉTAMORPHIQUE. (Couches de Wu Taï de Bailey Willis.)
— Les couches de Wu Taï n'existent pas dans les régions parcourues, soit qu'elles aient été enlevées par l'érosion, soit qu'elles n'aient pas été déposées; elles sont connues et présentent un beau développement au nord-ouest de Pékin et en Mandchourie (An Shan). Je me bornerai à reproduire le tableau de Bailey Willis ⁽¹⁾ indiquant les discordances des différentes assises :

Stratigraphie des Couches de Wu Taï.

Discordance avec le Sinien (Couches de Hu To).

SYSTÈME DE WU TAÏ (EO PROTÉROZOÏQUE).	}	Série de Si Taï. — Chloritoschistes, conglomérats quartzitiques à la base.
		Discordance.
		Série de Nan Taï. — Marbres siliceux, jaspes, quartzites, schistes.
		Discordance.
		Série de Shi Tsui. — Micaschistes, gneiss, quartzites à magnétite, feldspathique à la base.

Discordance avec l'Archéen.

SYSTÈME SINIEN. — La majorité des géologues qui, dans les dernières années, se sont occupés de la géologie de la Chine sont d'accord avec le professeur Grabau pour conserver le terme « Sinien », déjà employé par Richthofen, mais en limitant son extension aux couches de Hu To de Bailey Willis, comprises entre le Pré-Cambrien métamorphique et le Cambrien proprement dit.

Le système Sinien présente un beau développement dans les régions

(1) BAILEY WILLIS, *Research in China*, vol. II, p. 4.

de Lanchow et de Kaïping, où j'ai pu l'étudier en détail et le subdiviser comme suit ⁽¹⁾ :

Tableau stratigraphique du système Sinien.

SYSTÈME SINIEN.	Couches de Lanchow.	Supérieur. — Calcaire noir, grès calcareux, calcaire siliceux zonaire rubané. Moyen . . — Argilite et schiste argileux, schistes et grès chloriteux, quartzite; à la base complexe épais de quartzite, arkose et brèche cherteuse. Inférieur . — a) Schiste argileux rouge avec intercalations de calcaire siliceux dolomitique; conglomérat local. b) Épaisse formation bien stratifiée de calcaires et dolomies de teintes pâles, souvent siliceux et zonés de cherts; bancs épais de cherts.
	Couches de Chao Chia Kow et de Tao Tzé Tou.	Grès kaolineux et quartzite; arkose et conglomérat à la base; parfois nappes interstratifiées.

L'épaisseur des couches de Lanchow atteint 600 mètres près de la gare de Lan Hsien, où sa base n'est pas visible; les différentes assises s'épaississent fortement vers le Nord à mesure que l'on s'éloigne de la bordure orientale du géosynclinal de Yen Shan.

Les couches de Chao Chia Kow atteignent plus de 550 mètres sur le flanc ouest de l'anticlinal de ce nom, où la série paraît complète. Au point de vue paléontologique, le Sinien n'a donné jusqu'à ce jour que des organismes mal caractérisés rapportés au genre *Collenia* et des empreintes douteuses.

SYSTÈME CAMBRIEN. — Le système Cambrien de Chine a été étudié en détail sur le bord nord du bassin de Kaïping, où il est bien caractérisé et la série complète; dans la région de Leichuang on peut observer les assises supérieures et moyennes, tandis qu'à Lanchow la série est complète mais disloquée par de multiples failles; dans la région de Shih Men Tzā il semble y avoir des lacunes et seules les couches inférieures peuvent être délimitées avec certitude.

(1) F.-F. MATHIEU, *La stratigraphie du système Sinien dans la région de Lanchow, Chihli*. (BULL. GEOL. SOC. OF CHINA, vol. III, 1924, pp. 73-84.)

La faune du Cambrien est abondante et variée dans les différents horizons, et les nombreuses récoltes, effectuées par MM. Grabau, Barbour, Sun (1) et moi-même, ont permis sa subdivision en plusieurs assises indiquées dans le tableau suivant :

Tableau stratigraphique du système Cambrien.

CLASSIFICATION DE SUN.		Bord nord du Bassin de Kaïping.	Leichuang et Lanchow.	Bassin de Shih Men Tzai.
SUPÉRIEUR.	<i>Couches de Feng Shan.</i>	± 70 mètres.	+	}
	<i>Couches de Chang Shan.</i>	± 60 mètres.	+	
MOYEN .	<i>Couches de Ku Shan.</i>	± 100 mètres.	+	}
	<i>Couches de Chang Hia.</i>			
INFÉRIEUR .	<i>Couches de Mant'o . .</i>	150-200 mètres.	+	+

Les couches de *Feng Shan*, qu'il est parfois difficile de séparer de l'Ordovicien inférieur, sont surtout constituées de calcaire zonaire en bancs peu épais avec intercalations schisteuses; les couches de *Chang Shan* montrent une alternance en bancs peu épais de calcaire zonaire, schiste argileux brun-chocolat, conglomérat calcaire à éléments allongés de teinte brun rougeâtre, etc.; ces dernières roches sont assez caractéristiques de ce niveau; on en trouve bien dans le calcaire de *Feng Shan* et l'Ordovicien inférieur, mais ils sont moins nombreux et le plus souvent de teinte grise.

Le Cambrien moyen de Kaïping est moins bien développé et moins épais que dans la région de *Chang Hia* au Shantung, où il a été pris comme type; il affleure, sur le bord nord du bassin de Kaïping, près du village de *Chang Shan Kow*, où l'on retrouve le facies schisteux de *Ku Shan* et à la base un calcaire oolithique (renfermant des *Hyalites*) analogue à celui de *Chang Hia*.

Les couches de *Mant'o* sont constituées en grande partie de schistes,

(1) Y. C. SUN, *Contributions to the Cambrian faunas of North China.* (PALAEONTOLOGIA SINICA, série B, vol. I, fasc. 4.)

rouge ou brun-chocolat, avec minces intercalations de schiste verdâtre et de calcaire gris parfois oolithique; ces couches schisteuses, moins résistantes à l'érosion, affleurent dans une vallée longeant la partie nord du bassin de Kaïping et limitée d'un côté par une chaîne montagneuse fournie par les calcaires siniens et, de l'autre côté, par des collines de calcaire Cambro-Ordovicien.

SYSTÈME ORDOVICIEN. — Les couches du système Ordovicien, l'une des formations les plus étendues et les mieux connues du Nord de la Chine, présentent un beau développement sur le bord nord du bassin de Kaïping et dans les régions de Leichuang, Lanchow et Shih Men Tzai; le tableau suivant résume les observations dans les différentes régions.

Tableau stratigraphique du système Ordovicien (1).

CLASSIFICATION (GRABAU).	Bassin de Kaïping.	Régions de Leichuang-Lanchow.	Bassin de Shih Men Tzai.
SUPÉRIEUR	Manque.	Manque.	Manque.
MOYEN	Calcaire de Machiakow (± 300 mètres).	Calcaire supérieur du Lan Ho.	Manque?
INFÉRIEUR	? Calcaire de Yehli (± 400 mètres).	Calcaire inférieur du Lan Ho avec bancs de conglomérat. —	Assise de Liang Chia Shan (± 275 mètres). Assise de Shih Men Tzai (± 155 mètres). Assise de Peilintzé.

D'une manière générale, le facies lithologique est exclusivement calcaire, sauf à Shih Men Tzai, où l'assise médiane portant ce nom est formée d'une alternance de schiste, psammite-calcschiste, calcaire

(1) A. W. GRABAU, *Ordovician fossils from North China*. (PALAEONTOLOGIA SINICA, série B, vol. I, fasc. 1, 1922.)

— IDEM, *Stratigraphy of China*. Part. I, p. 42.

— F.-F. MATHIEU, *Géologie de la région de Shih Men Tzai*. (BULL. OF GEOL. SURV. OF CHINA, n° 4, octobre 1922.)

grenu et conglomérat en bancs peu épais. La faune de l'Ordovicien moyen est abondante et bien caractérisée dans le bassin de Kaïping et la région de Lanchow; dans le bassin de Shih Men Tzai, j'ai recueilli toute une faune, en partie nouvelle, décrite par Grabau, et caractérisant nettement l'Ordovicien inférieur (*Archaeoscyphia*, *Chihlioceras*, *Proterocameroceras*, *Ophileta*, etc.); j'ai retrouvé plus tard quelques-unes de ces espèces dans le calcaire de Yehli.

Dans la région de Machiakow, le calcaire de Yehli repose en discordance, par l'intermédiaire d'un conglomérat, sur le Cambrien supérieur; toutefois, il n'y a, selon moi, qu'une discordance locale, car, à quelques kilomètres plus au nord, le poudingue disparaît et l'on passe graduellement et sans discordance visible de l'Ordovicien inférieur au Cambrien supérieur, à tel point que l'on est bien embarrassé pour y tracer la limite.

Comme l'indique le tableau, l'Ordovicien supérieur manque dans toute la région; c'est la première indication d'une longue période d'émersion qui devait se continuer jusqu'au Moscovien.

SYSTÈME GOTHLANDIEN. — Le Gothlandien manque dans la partie orientale du Chihli; il est, par contre, bien caractérisé au Széchan et dans les régions de Nankin et des Tsin Ling. La mer Gothlandienne ne paraît pas avoir beaucoup dépassé, vers le Nord, le 35° parallèle, et son avancée la plus septentrionale serait à peu près la partie nord de la province du Kiangsu.

SYSTÈME DÉVONIEN. — L'émersion du Chihli oriental se continue pendant le Dévonien; ces couches se sont déposées au Nord et au Sud de la région considérée dans les géosynclinaux Mongolien et Hymalayien.

SYSTÈME ANTHRACOLITHIQUE. — Le système Anthracolithique du Nord de la Chine a été subdivisé en deux séries: à la base le Taïyuanien, considéré jusqu'ici comme étant Carbonifère inférieur, et au-dessus le Shansien ou Permo-Carbonifère.

Dans le bassin de Kaïping, le Taïyuanien est représenté par l'assise inférieure terminée vers le haut par un banc caractéristique, de 2^m50 de puissance, de calcaire à *Spirifer mosquensis* (1) (non *bisulcatus*); mes

(1) Revision d'échantillons par M. Delépine; c'est également la conclusion du travail de M. Y. T. Chao qui rapporte en partie au *Spirifer mosquensis* les échantillons classés comme *Spirifer bisulcatus*.

dernières recherches m'ont permis de localiser sous le calcaire précité (dit Calcaire de Tongshan) deux autres niveaux marins avec faune abondante; dans l'ensemble cette faune marine est d'affinité Moscovienne et, d'après M. Delépine, représente un niveau assez élevé.

L'étude de la flore de cette assise inférieure m'avait permis dès 1924 de la considérer comme du Westphalien supérieur; une importante série d'insectes fossiles provenant de ces niveaux, et actuellement entre les mains du professeur Pruvost, confirmerait également ces assimilations.

Au-dessus du calcaire à *Spirifer mosquensis* on trouve le faisceau des quatorzièmes couches dont la flore comprend déjà des espèces du Stéphanien (*Pecopteris faeminaformis*, *Sphenophyllum oblongifolium*, etc.)

Un autre niveau marin situé au toit de la treizième couche renferme une faune rapportée au Permien inférieur et peut être pris comme base

Age géologique.	Bassin de Kaiping.		Bassin de Shih Men Tzai.
JURASSIQUE INFÉRIEUR.	Manque.		Assise de Hsa Chia Yu.
TRIASIQUE et PERMO-TRIASIQUE ?	<i>Couches de Kuyeh.</i>	Assise du grès rouge. Assise de Hung Ho.	Assise du grès rouge. Assise de Niu Mao Ling.
PERMIEN.	<i>Couches de Kaiping.</i>	Faisceau de Tang Chia Chwang. Faisceau de Chao Ko Chuang. Niveau marin de la treizième couche.	Couches de Liu Chiang.
STÉPHANIEN.		Faisceau des quatorzième couches.	
WESTPHALIEN SUPÉRIEUR.		Calcaire à <i>Sp. mosquensis</i> . Faisceau inférieur de Tongshan.	

de cette formation (1); la flore fossile recueillie depuis la treizième couche jusqu'au sommet de la série houillère est un mélange d'espèces du Stéphanien et du Permien; le caractère permien s'accroît nettement au-dessus de la neuvième couche par la présence d'espèces caractéristiques parmi lesquelles je me bornerai à citer : *Sphenophyllum tenuifolium*, *Sphenophyllum Thoni*, *Taeniopteris multinervis*, *Taeniopteris sp.*, *Callipteris conferta*, *Schizopteris trichomanoides*, etc.

Le tableau ci-dessus résume, d'après mes études, la stratigraphie des bassins de Kaïping et de Shih Men Tzai.

Le faisceau inférieur de Tongshan n'a pas été trouvé à Shih Men Tzai; par contre, les couches jurassiques de ce dernier bassin n'affleurent pas dans la région de Kaïping, où le terme supérieur visible est constitué par les grès et psammites rouges de Kuyeh; si le jurassique y existe, on doit le chercher dans le centre du bassin sous le recouvrement des formations récentes.

SYSTÈME TRIASIQUE. — Le Trias continental du Nord de la Chine n'est pas encore connu en détail et il est probable que ce système présente un développement plus important qu'on l'a cru jusqu'ici.

Il faut lui rapporter, en partie du moins, les couches bigarrées et les grès et psammites rouges à stratification entrecroisée qui, à Kaïping comme à Shih Men Tzai, recouvrent la série du Permo-Carbonifère.

J'ai recueilli dans les couches inférieures de Kuyeh une florule mal conservée dont quelques espèces peuvent être rapportées à : *Thinnfeldia*, *Taeniopteris*, *Angiopteridium*, *Pecopteris*, *Phyllotheca*, etc.; l'ensemble est d'affinité permo-triasique.

Dans le bassin de Shih Men Tzai, l'âge des couches de Niu Mao Ling peut indirectement être fixé au Permo-Trias et plus vraisemblablement au Trias; en effet, les grès inférieurs de Niu Mao Ling reposent sur les couches de Liu Chiang à flore Permo-Carbonifère, tandis que les grès rouges supérieurs sont recouverts par les couches de Hsa Chia Yu à flore Jurassique.

La puissance de ces couches gréseuses bigarrées atteint 200 mètres.

(1) En réalité ce niveau est peu caractéristique; d'après la flore fossile la limite entre le Stéphanien et le Permien doit être reportée plus haut avec l'apparition des *Callipteris*.

SYSTÈME JURASSIQUE. — Au cours d'une prospection dans le district de Shih Men Tzai, j'ai localisé au-dessus du grès rouge quelques niveaux fossilifères où j'ai recueilli une flore variée que je classe dans le Jurassique inférieur.

Parmi les espèces les plus intéressantes je citerai : *Cladophlebis denticulata*, *Cladophlebis sp.*, *Taeniopteris cf. vittata*, *Baiera gracilis*, *Baiera sp.*, *Ginkgo cf. sibirica*, *Podozamites lanceolatus*, *Ctenis*, *Pterophyllum*, *Phoenicopsis*, *Phyllothea*, etc.

L'épaisseur visible atteint 230 mètres; la partie inférieure de cette formation a probablement été enlevée par l'érosion qui a précédé la venue du massif éruptif du Ta Hai Shan, recouvrant et débordant parfois le Jurassique.

ROCHES ÉRUPTIVES.

I. SYSTÈME SINIEN. — On trouve à la base du Sinien une nappe, épaisse de plusieurs mètres, d'une roche éruptive fortement altérée, criblée de petites cavités et d'amygdales de calcite; c'est vraisemblablement une nappe interstratifiée. Dans la région de Lanchow et à l'ouest de Chao Ko Chuang les calcaires à cherts du Sinien supérieur sont parfois traversés de dykes de roches vertes fortement altérées aux affleurements; le plus souvent c'est une roche grenue, jaune, pourrie où l'on distingue néanmoins un peu de feldspath et de hornblende altérés; près de Chao Ko Chuang des amas lenticulaires de minerais de fer oxydés, disposés suivant la stratification du calcaire Sinien, paraissent en rapport avec ces intrusions.

II. SYSTÈME ANTHRACOLITHIQUE DE KAÏPING. — J'ai signalé précédemment ⁽¹⁾ les dykes de basalte qui traversent les couches houillères de la partie N.-E. du bassin de Kaïping; ces venues, postérieures au plissement des couches de Kaïping, n'ont produit sur les couches encaissantes qu'un métamorphisme de contact très localisé et ne dépassant pas quelques mètres.

III. RÉGION DE SHIH MEN TZAI. — Toutes les formations sédimentaires de la région de Shih Men Tzai, depuis le Cambrien jusqu'au Jurassique, ont été fortement affectées par des venues éruptives sous

(1) F.-F. MATHIEU, *Les dykes intrusifs du bassin de Kaïping*. (ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE, t. XLV, Bull., 1922.)

forme de massifs, dykes, nappes intrusives, etc. L'énorme massif éruptif de Ta Hai Shan, complexe de roches andésitiques et diabasiques, peut être suivi d'un bout à l'autre du bassin; de nombreux dykes ont été localisés dans les travaux miniers ou sont visibles en affleurement. Ici, comme à Kaïping, les venues sont postérieures au plissement.

Il est difficile de préciser l'âge des venues qui peuvent se répartir en trois périodes : l'une au début du Sinien (nappe de Chao Chia Kow), l'autre d'un âge douteux et enfin la troisième, et de loin la plus importante, daterait du milieu du Tertiaire et comprend les grandes venues de Shih Men Tzai et les dykes de Kaïping; l'âge oligocène d'une partie au moins de cette dernière venue est démontré à Fushun, où la couche inférieure est recouverte et fortement affectée par une nappe interstratifiée de basalte (dolérite suivant certains auteurs).

LE GÉOSYNCLINAL DE YEN SHAN.

Dans son étude générale sur la migration des géosynclinaux, le professeur Grabau fait remarquer l'existence dès le début du Sinien d'un large géosynclinal, qu'il appelle le *géosynclinal Cathaysien*, s'étendant du Tonkin au Sud jusqu'à la Mongolie au Nord et englobant toute la Chine centrale et orientale; c'est dans ce vaste géosynclinal que se sont déposées les formations paléozoïques anciennes.

Vers le début de l'Anthracolithique l'ancien géosynclinal est transformé en un géosynclitorium dont la cuvette orientale s'étendait sur le Shantung, le Chihli oriental et une partie de la Mandchourie; c'est le *géosynclinal de Yen Shan*.

A l'ouest de Pékin on trouve une nouvelle zone étendue avec dépôts de houille anthracolithique et jurassique; plus à l'Ouest encore, on peut envisager le géosynclinal de la frontière du Chihli, que j'appellerai le géosynclinal de Ching Hsing, dirigé N.-S. et jalonné de gisements houillers sur plus de 200 kilomètres. Les gisements des parties médianes et Ouest du Shansi appartiennent également à l'une des fractions occidentales du géosynclinal primitif.

LE CYCLE HURONIEN.

Les *mouvements Huroniens* se sont succédé depuis l'Archéen jusqu'au début du Sinien; ces dernières couches rentrent en effet avec les couches primaires anciennes dans un même cycle sédi-

mentaire; elles se sont déposées dans les mêmes géosynclinaux et ont été affectées en même temps par des mouvements postérieurs au cycle Huronien, qu'il faut ici limiter à la période d'émergence qui précéda le dépôt des couches inférieures du Sinien, probablement d'origine continentale.

Les séries cristallophylliennes de Lanchow et de Chao Chia Kow présentent des directions variables, mais dans l'ensemble, les plissements dirigés N.-N.-E. et N.-N.-O. semblent prédominer.

Les couches de Wu Tai n'existent pas dans les régions étudiées et les conglomérats et arkose de la base du Sinien reposent en discordance marquée sur le substratum ancien; cette discordance est bien visible à la colline du temple de Yen Shan au Sud de Lanchow (1).

L'absence des couches de Wu Tai correspond vraisemblablement à une émergence de cette partie du géosynclinal primitif, tandis qu'elles se déposaient plus au Nord en Mandchourie et plus à l'Ouest aux environs de Pékin, où elles sont souvent fortement plissées et métamorphosées.

D'après le tableau stratigraphique de Bailey Willis, les mouvements Huroniens peuvent se décomposer en une suite de cycles secondaires :

a) Mouvements Tai-Shaniens. Discordance entre le complexe Archéen et les couches inférieures de l'Algonkien; ces mouvements ont dû avoir une importance assez grande et, en certains points, les plissements de l'Archéen sont disposés orthogonalement par rapport aux plissements Algonkiens postérieurs;

b) Mouvements Shi-Tsuiens. Discordance entre les couches fortement métamorphiques de Shi Tsui et les couches siliceuses de la série de Nan Tai;

c) Mouvements Nan-Taiens. Discordance entre les couches de Nan Tai et les couches de Si Tai;

d) Mouvements Si-Taiens. Discordance entre les couches de Si Tai et la base du Sinien.

A la fin des mouvements Huroniens, le géosynclinal Cathaysien est bien marqué et ses affaissements successifs vont permettre le dépôt des fortes épaisseurs sédimentaires du paléozoïque ancien.

(1) F.-F. MATHIEU, *Stratigraphie* (op. cit.).

LE CYCLE CALÉDONIEN.

Le cycle *Calédonien*, dans lequel il faut ici inclure les mouvements Cadomiens de nos régions, ne s'est guère manifesté par des actions orogéniques; il correspond à une période d'instabilité verticale, suite d'affaissements et d'émersions.

Dans l'Est du Chihli, les différentes assises du Sinien sont en concordance, et le conglomérat que j'ai signalé à Lanchow ne paraît avoir qu'une signification locale; la sédimentation semble avoir été continue et je me bornerai à reproduire à ce sujet un extrait d'un travail antérieur : (1)

Les conditions de dépôt des couches d'âge Sinien ont déjà été discutées par Bailey Willis et plus récemment par A.-W. Grabau. Je ne reviendrai pas sur le sujet, me bornant à remarquer que les observations faites dans les environs de Lanchow montrent que la base du Sinien est probablement d'origine continentale.

Les sédiments, d'abord grossiers et peu remaniés à la base, deviennent de plus en plus fins, puis s'établit une grande période de sédimentation monotone, pendant laquelle se déposèrent les calcaires, les dolomies à cherts et les argilites de l'assise inférieure des couches de Lanchow. La partie moyenne de ces couches montre une alternance de sédimentation argileuse et siliceuse, puis, de nouveau, retour des conditions favorables aux dépôts des calcaires de l'assise supérieure; parmi ceux-ci, les calcaires siliceux, finement rubannés, indiquent des dépôts formés de toute évidence *en eau très calme*.

Les dépôts Siniens sont-ils d'origine marine ou ont-ils été formés en eau douce? La question n'est pas encore solutionnée; l'argument négatif de l'absence de fossiles franchement marins n'est pas définitif, quoique la nature des roches fasse plutôt pencher l'opinion en faveur d'une sédimentation en eau douce.

Dans la région de Shih Men Tzai, le Cambrien repose sur l'Archéen par l'intermédiaire d'une faible épaisseur de quartzite et de conglomérat; le Sinien est donc réduit à peu de chose et ce conglomérat inférieur jalonne probablement l'ancienne ligne de rivage Sinienne.

En quelques endroits, on constaterait, entre le Sinien et la base du Cambrien, une discordance plus ou moins accentuée (mouvements Cadomiens); il n'en est pas de même dans la région de Kaïping, où,

(1) F.-F. MATHIEU, *Stratigraphie (op. cit.)*.

s'il y a discordance angulaire, elle est bien peu sensible, et je serais plutôt porté à croire que les terrains Sinien et Cambrien sont ici en concordance d'ensemble. J'ai pu, dans les derniers temps, observer de nouveaux contacts dont quelques-uns bien dégagés; au nord-ouest de Chao Ko Chuang, on voit le calcaire noir supérieur du Sinien, en série normale, recouvert par les schistes de Mant'o du Cambrien inférieur; il y a concordance, et n'était l'argument paléontologique, on classerait le tout dans un même système.

Dans la région de Kaiping, le Cambrien est complet et il en est probablement de même à Lanchow; à Shih Men Tzai, les termes supérieurs n'ont pas été localisés, tandis que dans le Fengtien, d'après Andersson et Sun, le Cambrien supérieur reposerait directement sur le Sinien de la région de Sha Kuo T'un. Dans le Shantung, où il fut pris comme type, le Cambrien présente un développement assez complet, sauf en quelques points, par exemple les environs de Taïan, où la partie inférieure du Cambrien moyen serait absente. Cette courte énumération montre l'existence de nombreuses lacunes locales; il est possible que, dans certains cas, les études ultérieures viennent démontrer qu'il y a simplement lacune par transgression plutôt que par absence de dépôt.

J'ai signalé plus haut la discordance locale entre le Cambrien et l'Ordovicien de Yehli, à laquelle on a peut-être attaché trop d'importance.

La série schisto-calcaireuse de l'Ordovicien inférieur de Shih Men Tzai n'existe pas dans les régions de Kaiping et de Lanchow; il n'est pas impossible que cette assise puisse passer latéralement par changement de facies aux calcaires supérieurs de Yehli.

L'Ordovicien supérieur manque dans le Chibli oriental; c'est le résultat d'une grande période d'émersion qui devait se continuer jusqu'au Carbonifère moyen; cette émersion a probablement débuté à Shih Men Tzai déjà vers le milieu de l'Ordovicien, puisque les couches permo-houillères y reposent directement sur l'Ordovicien inférieur de Liang Chia Shan à *Ophileta plana*.

Les mouvements calédoniens se réduisent donc à des mouvements épirogéniques, mais il est probable que la fin du cycle fut marquée par des mouvements orogéniques de faible amplitude qui esquissèrent les crêtes subdivisant le grand géosynclinal primitif en une série de géosynclinaux secondaires où se déposèrent les couches anthracolithiques.

LE CYCLE HERCYNIEN.

Les *mouvements hercyniens* dans le Chihli oriental prolongent les mouvements épéirogéniques du cycle calédonien. Le Gothlandien, le Devonien et le Carbonifère inférieur n'existant pas, les couches inférieures de l'Anthracolithique reposent directement sur le calcaire Ordovicien. La grande période d'émersion n'a laissé que peu de traces; elle est toutefois indiquée par des poches de dissolution remplies d'argile rouge résiduelle et par l'existence de brèches locales au sommet de l'Ordovicien.

L'Assise de Tongshan (Westphalien supérieur) paraît débiter par un épisode lacustre avec dépôt de couches rouges et lits ferrugineux à oolithes de sidérite; c'est l'équivalent de l'horizon des gisements de fer sédimentaires du Shansi. Après cet épisode lacustre, des affaissements successifs et de faible amplitude ont permis le dépôt de l'épaisse formation à couches de houille qui va jusqu'au Triasique.

Depuis la fin du Westphalien il se produit parfois des affaissements plus accentués permettant l'arrivée des mers Moscovienne, Ouralienne ou Permienne qui bordaient au Sud et à l'Ouest le géosynclinal de Yen Shan; ces accidents sédimentaires sont repérés dans l'échelle stratigraphique par des niveaux à faune marine; ces niveaux, très épais et très étendus dès le début, diminuent d'importance au fur et à mesure que se comble le géosynclinal; il en résulte que le bassin de Kaïping, franchement paralique à ses débuts, devient essentiellement limnique dans sa partie supérieure.

Les poudingues discontinus que l'on connaît à plusieurs niveaux des couches de Kaïping, de même que les subdivisions latérales de couches, correspondent à des changements dans les conditions de sédimentation et le plus souvent à des affaissements locaux.

En résumé, les mouvements hercyniens ont été à peu près nuls et se réduisent à des affaissements continus mais de faible amplitude, au fur et à mesure desquels se déposaient les sédiments continentaux qui comblaient le géosynclinal de Yen Shan.

LA PHASE CIMMÉRIENNE.

Les *mouvements alpins* se continuent sans interruption depuis la fin des temps primaires; peu caractérisés au début du cycle, ils prennent une grande importance à la phase *cimmérienne* à laquelle il semble que jusqu'ici on n'ait attribué qu'un rôle secondaire, alors qu'en de

nombreuses régions et plus particulièrement en Extrême-Orient elle a joué un rôle prépondérant; le professeur Argand ⁽¹⁾ fut l'un des premiers à souligner l'importance de ces mouvements dans les plissements Asiatiques, et certaines hypothèses émises dans sa tectonique de l'Eurasie reçoivent actuellement leur confirmation.

Dans le Chihli oriental, le Shantung, une partie de la Mandchourie et de la Mongolie et vraisemblablement aussi les provinces médianes, les mouvements *néo-cimmériens* ont plissé toutes les formations sédimentaires qui jusque-là n'avaient été affectées que de mouvements épirogéniques et orogéniques de faible amplitude.

L'âge exact de ces plissements peut être déterminé par interpolation :

1° Dans le bassin de Kaïping les couches bigarrées et le grès rouge ont été plissés avec les couches paléozoïques, et les plissements sont donc postérieurs au dépôt du Triasique; par contre, les dykes de Liusi, dans la pointe N.-E. du bassin, n'ont pas participé au plissement et leur venue est donc postérieure à celui-ci. L'âge de ces dykes n'est pas fixé avec certitude, mais d'après ce que l'on connaît dans d'autres bassins ils dateraient du début ou du milieu du Tertiaire. L'âge des plissements principaux du bassin de Kaïping est donc compris entre le Trias et le Tertiaire.

2° Dans le bassin de Shih Men Tzai les couches Jurassiques ont été plissées en même temps que les couches anciennes, tandis que les grandes venues éruptives sont postérieures à ces plissements.

3° Dans le Shantung, du grès rouge rapporté du Jurassique serait recouvert en discordance par la série de Menyin à faune et flore crétacées (Grabau).

4° Là où les couches Éocènes sont connues, elles n'ont pas été affectées par les mêmes mouvements que les couches primaires; il semble qu'à l'époque tertiaire on puisse encore distinguer plusieurs phases orogéniques (oligocène, pliocène) qui n'ont que faiblement réagi sur les couches primaires et secondaires déjà plissées; une caractéristique de ces mouvements est que, contrairement aux précédents, ils furent accompagnés dans le Chihli par des venues éruptives auxquelles il faut rattacher les dykes de Linsi, le complexe de Shih Men Tzai et certaines nappes basaltiques du Nord.

(1) ÉM. ARGAND, *La tectonique de l'Asie*. (CONGRÈS DE GÉOLOGIE INTERNATIONALE, XIII^e session. Comptes rendus, fasc. 1, pp. 172 et suiv.)

En résumé, on arrive à la conclusion que les grands mouvements orogéniques du Nord de la Chine datent de la fin du Jurassique ou du début du Crétacé et qu'ils doivent en conséquence être rapportés aux mouvements *néo-cimmériens* de nos régions (1). Il n'entre pas dans le cadre de cette étude, dont le but était de mettre en évidence l'importance des mouvements *cimmériens*, d'étudier dans le détail la tectonique résultant de ces plissements; je me bornerai à quelques considérations.

ALLURE GÉNÉRALE. — Le bassin de Kaiping forme un synclinal dissymétrique dirigé N.-N.-E.; l'envoyage de la « naye » à partir de la pointe nord du bassin atteint 12° et il est probable que cette aire d'envoyage s'étend beaucoup plus vers le S.-W. qu'on le croyait autrefois. La partie connue du bord S.-E. du bassin est en plateaux faiblement inclinés, tandis que le bord nord est souvent fortement redressé et parfois même renversé.

Nous trouvons des allures analogues dans le bassin de Shih Men Tzai, dirigé N.-S., où les faibles inclinaisons du flanc est contrastent avec le redressement et parfois aussi le renversement des couches du flanc ouest du synclinal.

La pression semble donc être venue surtout du Nord et s'est continuée après le plissement du bassin, ainsi qu'en témoignent les décrochements des couches verticales entre Chao Ko Chuang et Ma Chia Kow. Le paroxysme a été atteint au N.-W. Shaft à Tongshan, où l'Ordovicien *renversé* a été *charrié* sur le houiller; il y a quelques années on pouvait observer le plan de charriage dans une petite carrière de la colline Hsi Shan; le contact se faisait suivant une brèche calcaire. Des allures analogues ont été signalées par Barbour (2) dans la région de Kalgan, où le calcaire Sinien est *charrié* sur le Jurassique.

FAILLES. — La moyenne partie des failles que j'eus l'occasion d'étudier à Kaiping, Lanchow, Shih Men Tzai, etc., sont postérieures au plissement principal.

Sur le bord nord-ouest du bassin de Kaiping on observe, comme je le disais plus haut, de beaux décrochements dont quelques-uns ont pu être suivis jusque dans le Sinien.

(1) J'avais autrefois, avant la découverte du Jurassique de Shih Men Tzai, considéré ces mouvements comme une sorte de récurrence hercynienne datant du Triasique; il est plus rationnel de les faire rentrer dans le grand cycle Alpin.

(2) G. H. BARBOUR, *Preliminary observations in the Kalgan Area.* (BULL. GEOL. SOC. OF CHINA, vol. III, n° 2, p. 163.)

A l'Ouest de Chao Ko Chuang une faille importante amène un redoublement des couches du Sinien; il est possible que cet important accident tectonique puisse se raccorder vers l'Est avec la grande faille de Lanchow amenant en contact le Sinien supérieur avec l'Ordovicien; une autre faille, probablement dérivée de la précédente, est visible au Nord du pont de Lan Ho et montre un petit lambeau de calcaire siliceux et d'argilite rouge charrié le long du plan de faille.

Toutes ces failles paraissent encore jouer de temps à autre et c'est vraisemblablement à cette cause qu'il faut attribuer les petites secousses sismiques que l'on ressent parfois dans ces régions.

CONCLUSIONS.

Les mouvements *calédoniens* et *hercyniens* furent essentiellement épirogéniques et n'ont guère affecté les couches paléozoïques de la partie orientale de la province du Chihli; leur action est soulignée par les transgressions et les nombreuses lacunes.

L'ensemble primaire et secondaire fut plissé par les mouvements *néo-cimmeriens* qui se continuèrent par des pressions tangentielles auxquelles semblent dues la plupart des failles, ainsi que les décrochements et charriages des massifs déjà plissés.

Les mouvements *alpins* du Tertiaire peuvent se décomposer en plusieurs phases et furent accompagnés de venues éruptives; ces mouvements ne sont pas visibles dans les régions étudiées, sauf à Fushun, où les couches oligocènes (ou miocènes) sont inclinées de 20° à 45° au Nord et viennent buter, par une grande faille, contre le substratum archéen. Les failles paraissent d'ailleurs avoir joué un rôle important pendant toute la période Tertiaire.

Il est intéressant de noter que depuis le Westphalien supérieur toutes les formations géologiques connues à Kaïping, Shih Men Tzai, Fushun, Penn Hsi Hu, etc., sont franchement continentales, les quelques niveaux marins connus n'étant en somme que des accidents au cours d'une sédimentation; il paraît en être de même du Crétacé et du Tertiaire dans la Chine septentrionale; les mouvements alpins se seraient donc produits à sec sur des massifs émergés.
