

double

*A Maurice Lignoux
affiche aux honneurs
Ch. V.*

20

TRAITS GÉNÉRAUX DE L'INDOCHINE
FRANÇAISE

PAR

M. Lignoux

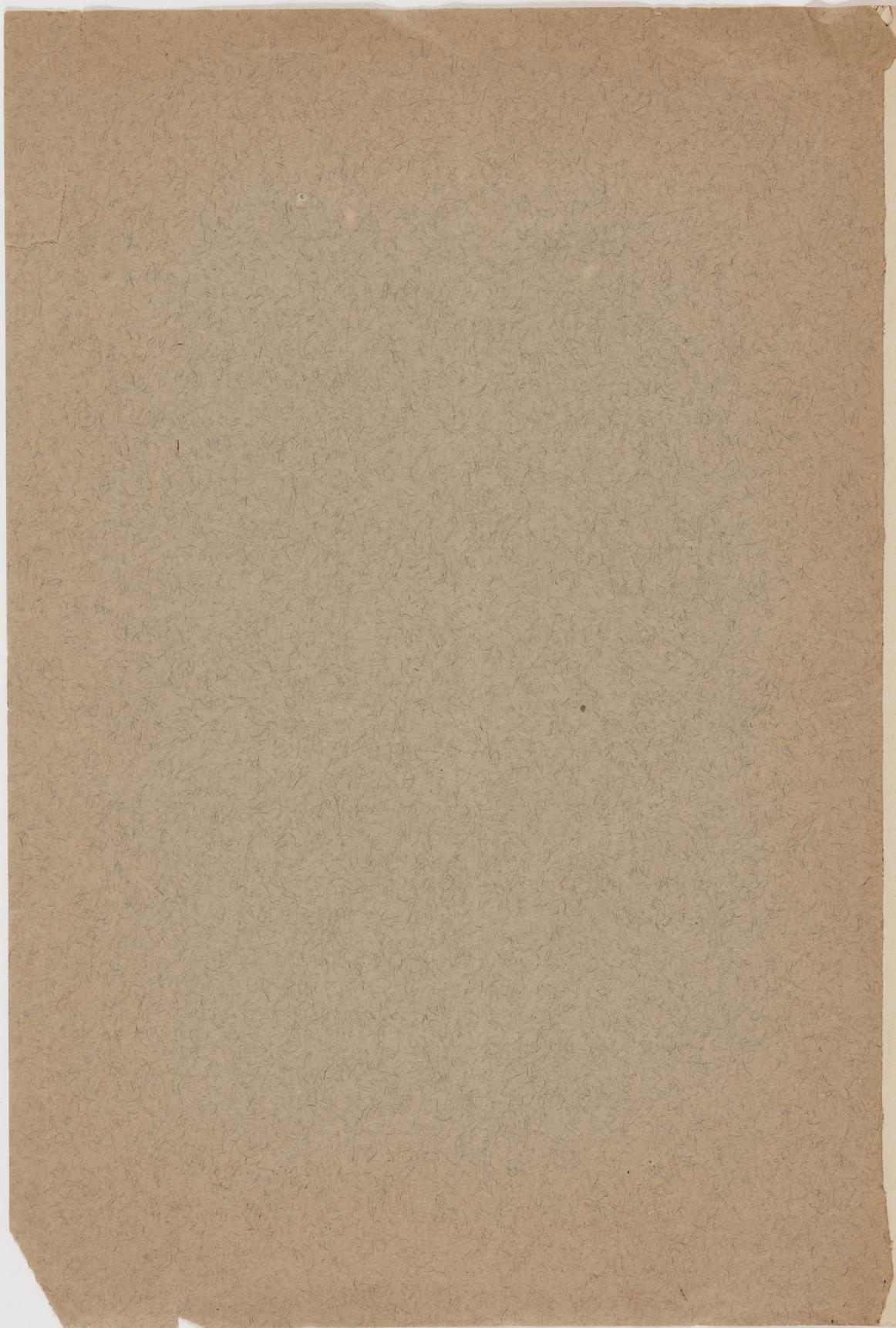
M. CHARLES JACOB,

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE,

Ancien Chef du Service Géologique de l'Indochine.

OVERGEDRUKT UIT GEDENKBOEK VERBEEK, VERHANDELINGEN VAN
HET GEOLOGISCH-MIJNBOUWKUNDIG GENOOTSCHAP VOOR NEDER-
LAND EN KOLONIËN. GEOLOGISCHE SERIE. — DEEL VIII,
BLADZ. 263—278. JULI 1925.

'S-GRAVENHAGE — MOUTON & Co. — 1925.



PPN 16 2060181

4-FA-1878

TRAITS GÉNÉRAUX DE L'INDOCHINE FRANÇAISE

PAR

M. CHARLES JACOB,

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE,
Ancien Chef du Service Géologique de l'Indochine.

Dans ce livre, composé en l'honneur du Docteur VERBEEK, l'Indochine française est heureuse d'apporter son tribut d'hommages au savant, qui a consacré le meilleur de sa vie aux Indes néerlandaises. Une noble émulation anime, depuis un demi-siècle et plus, les recherches dans les pays magnifiques, où les nations d'Occident arrivent par le couloir des Détroits. Grâce au Docteur VERBEEK, la Hollande y fait grande figure, avec l'étude géologique du bel empire couvert par son pavillon. Comment l'Indochine française pourrait-elle mieux s'associer à la fête du doyen des géologues européens d'Extrême-Orient, qu'en lui présentant un raccourci des résultats obtenus par les confrères, déjà nombreux, dont le labeur s'est exercé dans les bassins inférieurs du Fleuve et du Mékong?

Quels terrains connaît-on avec certitude en Indochine? Que peut-on dire sur les roches éruptives et les schistes cristallins qu'on y rencontre? Suivant quelles dispositions tectoniques, terrains et roches, s'agencent-ils? Tels sont les points que voudrait examiner la notice qu'on va lire.

I.

Il ne saurait actuellement être nulle part, en Indochine, question d'anté-cambrien. Le substratum du cambrien tonkinois est inconnu. Ailleurs, les terrains qui surmontent les schistes métamorphiques de base sont d'âge plus récent.

Pour le cambrien, tout se borne encore à la belle découverte faite par J. DEPRAT au Chang Pong, près de Dong Van, territoire d'Ha Giang, dans l'extrême Nord du Tonkin ainsi que dans les régions voisines du

Yunnan et du Kouang Si ¹⁾. Il s'agit de schistes, de schistes gréseux et de calcaires parfois oolithiques, dont la stratigraphie détaillée appelle de nouveaux travaux. Cependant, les études paléontologiques d'H. MANSUY y révèlent déjà avec certitude la présence d'un riche cambrien moyen et du cambrien supérieur, tous deux bien voisins de ceux de la Chine du Nord. Pour se borner aux trilobites, dans le premier on trouve les genres: *Stephanocare*, *Blackwelderia*, *Damesella* et *Drepanura*, jusque là spéciaux à la Chine, objet des descriptions de MONKE, de BERGERON et surtout de WALCOTT dans ses analyses des faunes rapportées de Chine par la Mission BAILEY WILLIS; et quant aux genres plus ubiquistes, tels que: *Agnostus*, *Conocephalina*, *Anomocare*, *Coosia*, c'est encore par des espèces identiques ou affines à celles de Chine qu'ils sont représentés. Dans le cambrien supérieur, *Ptychaspis* et *Iliaenurus* impliquent, tant pour la Chine que pour le Tonkin, une comparaison avec le potsdamien nordaméricain. Il est curieux de constater que la province cambrienne sinotonkinoise semble n'avoir eu aucune relation avec la Salt Range et Spiti dans l'Inde.

L'ordovicien a été plusieurs fois signalé en Indochine. Actuellement, il faut s'en tenir à deux gisements. L'un correspond aux schistes de Nam Ho dans la région occidentale du Massif du Bac Son, au Nord-Est de Thai Nguyen, Tonkin. Ces schistes, découverts et étudiés par H. MANSUY, lui ont fourni *Calymmene Douvillei*, forme nouvelle, très voisine de *C. nivalis* Salter de l'Himalaya. Une autre faune, plus riche, a été trouvée par CH. JACOB dans les grès de Dong Son, tout près de Thanh Hoa dans le Nord-Annam. Étudiée par H. MANSUY, elle montre, entre autres fossiles, un lot d'échantillons, malheureusement fragmentaires, de grands Asaphidés: *Ogygites*, *Asaphopsis* et *Isotelus*.

Le gothlandien, quoi en qu'on en ait dit, est aussi rare que l'ordovicien. Les derniers travaux n'y conservent plus que les schistes à *Climacograptus*, trouvés à Na Yan près de Pho Binh Gia, Tonkin, par J. GIRAUD. Peut-être faut-il y maintenir aussi les schistes de Ban Hom, dans le massif de la basse Rivière Noire au Sud-Est de la province de Son La, Tonkin, avec une faunule naine, dont deux gastropodes, attribués aux genres *Eotomaria* et *Poleumita*, rappellent à H. MANSUY la dolomie de Guelph du Nord-Est américain. Toutes les autres citations, établies sur des bra-

¹⁾ Intentionnellement et quitte à alourdir l'exposé, tous les noms de lieux géographiques sont rapportés à une province ou à une division administrative importante, de manière à permettre de les emplacer, au moins approximativement, sur les cartes générales, par exemple sur celles de l'Atlas publié à Hanoi en 1920 par le Service Géographique. Autre remarque: il n'est fourni aucune référence bibliographique. Les plus importants des travaux utilisés ont paru dans les Bulletins et Mémoires du Service Géologique, où la citation des noms d'auteurs donnée ici permettra de les rechercher.

chiopodes ou des Favositidés de détermination difficile, doivent être réservées ou attribuées au dévonien.

Celui-ci, le dévonien, est très largement distribué dans l'Indochine du Nord.

Jusqu'ici, la partie inférieure du système n'est identifiée par aucun fossile caractéristique. Par contre, l'eifelien, à l'état de schistes ou de calcaires souvent coralligènes, est connu dans tout l'Est du Tonkin, à savoir dans les provinces de Lang Son, de Bac Kan, de Thai Nguyen et de Bac Giang, où l'ont rencontré tous les explorateurs, depuis les travaux initiaux de H. MANSUY, H. LANTENOIS et G. ZEIL. Il a été retrouvé, par CH. JACOB, tout près de Thanh Hoa dans le Nord-Annam et, par CH. JACOB et L. DUSSAULT, sur le plateau de Ta Phing, à l'Est de Laichau, dans le Tonkin septentrional. Ce niveau, dit maintenant à *Spirifer speciosus* et à *Calceola sandalina*, est l'un des meilleurs repères dans la série primaire du Nord de l'Indochine. Les travaux paléontologiques d'H. MANSUY en fournissent une liste d'au moins vingt espèces, avec les précédentes auxquelles s'ajoutent: *Combophyllum Brancai* Frech, *Calymmene malungkaensis* Mansuy, *Proetus indosinensis* Mansuy, accompagnées de brachiopodes, de bivalves et, pour les calcaires, de coelentérés constructeurs. FRECH a attiré l'attention sur l'âge eifelien de cette faune et sur son analogie avec l'Europe occidentale.

Dans la région d'Ha Lang, à l'Est du territoire de Cao Bang, R. BOURRET a trouvé *Stringocephalus Burtini*, qui établit la présence du givétien dans l'Est tonkinois.

Le dévonien supérieur est certain à la fois dans l'Est du Tonkin, dans la série de la basse Rivière Noire et aussi au Laos. A Phien Dia, près de Cao Bang, et à Pa Pei, dans l'Est de Bac Kan, R. BOURRET et les auteurs antérieurs ont recueilli des rhynchonelles: *R. letiensis* Gosselet, *procluboides* Kayser, qui ne laissent aucun doute sur l'âge de certains schistes et calcaires. Ces rhynchonelles s'accompagnent d'un *Spirifer*: *Sp. Bourreti* Mansuy, bien voisin pour E. PATTE de *Sp. granulatus* Conrad du dévonien d'Hamilton, dont avec *Actinopteria subdecussata* Hall, on commence à trouver ici les bivalves. Mais c'est surtout à Muong Té au Sud-Est de Son La, dans la basse Rivière Noire, par l'intéressante faune, découverte par J. DEPRAT et si bien analysée par H. MANSUY, que les formes américaines sont bien représentées pour le dévonien supérieur, avec: *Mytilarca oviformis* Hall, *M. muongtensis* Mansuy, *Schizodus chemungensis* Hall, *Goniophora spatulata* Mansuy. Au Laos, à Ban Nam Tia, dans l'Ouest du Tran Ninh, CH. JACOB et L. DUSSAULT ont trouvé une autre faunule de ce type, étudiée par E. PATTE. Les espèces sont nouvelles: *Ambocoelia Haugi*, *Leptodesma Jacobi*; mais ces formes rappellent Chemung.

A ces renseignements déjà nombreux sur le dévonien indochinois, il

convient d'ajouter encore que ce terrain est certainement représenté au Centre-Annam, dans la province de Quang Binh, et dans les régions laotiennes voisines. Des fossiles recueillis par le Capitaine LAVAL ont déjà permis à H. MANSUY d'indiquer cette présence, que confirment les recherches récentes et encore inédites de J. FROMAGET.

Le dinantien, inconnu avec certitude pour le moment dans l'Est du Tonkin, se trouve par contre au Sud-Est de ce pays, à la Montagne de l'Eléphant près d'Haiphong, ainsi que l'a montré MANSUY. *Spirifer mosquensis*, l'un des premiers fossiles cités de l'Indochine, par H. DOUVILLÉ d'après une récolte du Général JOURDY, provenait de ces parages. Mais la révision de MANSUY montre qu'il s'agit plutôt d'une espèce nouvelle, *Sp. angustirostris*, très voisine de *Sp. eximius* de Koninck du Calcaire de Visé. Cette forme s'accompagne d'une quinzaine d'espèces, identiques ou affines à des types de Visé, notamment des gastropodes: *Murchisonia*, *Ptychomphalus* et plusieurs espèces de *Baylea*. Le dinantien a été retrouvé par J. DEPRAT dans la basse Rivière Noire avec la série grésoschisteuse et calcaire de Ban Cai, dont la faunule offre au moins deux brachiopodes: *Productella* cf. *spinulosa* Sow. et *Spirifer* cf. *grandicostatus* Mac Coy, affines à deux formes du carbonifère inférieur. Dans le Centre-Annam, entre Bai Duc et Phuc Trac, province de Quang Binh, *Phillipsia propinqua* Mansuy, récolté dans des schistes par J. DEPRAT et très voisin de *Ph. gemmulifera* Philipps du viséen européen, appelle aussi une attribution dinantienne, que confirment pour la région les travaux en cours de J. FROMAGET. C'est enfin à cet étage, qu'il convient de rapporter les fossiles rencontrés dans des schistes et dans des calcaires, à Nong Po, dans l'Ouest du Tran Ninh au Laos, par L. DUSSAULT d'abord, puis par CH. JACOB et L. DUSSAULT, fossiles parmi lesquels H. MANSUY et E. PATTE signalent le même *Phillipsia propinqua*, accompagné de *Spirifer bisulcatus* Sow. et de quelques autres formes viséennes.

Tous les terrains primaires dont il a été question jusqu'ici se localisent, à s'en tenir aux formations véritablement identifiées par des fossiles, dans l'Indochine du Centre et du Nord, au Nord du parallèle de Hué. C'est là une première série qui s'arrête avec le dinantien. Le moscovien certain fait pour le moment défaut en Indochine. Les terrains suivants, qui débutent sans doute par une transgression dont nous nous occuperons dans notre paragraphe tectonique, s'étendent à l'Indochine du Sud.

Les Calcaires à *Productus*, ouralopermiens, se rencontrent tant au Tonkin qu'au Laos, qu'en Annam et qu'au Cambodge. Ils ont fourni un contingent très important de fossiles, objet de plusieurs mémoires fonda-

mentaux de H. MANSUY, d'après les récoltes de J. DEPRAT, H. LANTENOIS, L. DUSSAULT et H. ROUX. Il y a lieu d'y distinguer deux faunes, l'une ouralienne, l'autre sans doute plus tardive et permienne. La première, représentée un peu partout dans le Nord de l'Indochine, est surtout connue par les Calcaires à *Productus* du Dong Quan dans l'extrême Nord du Tonkin et par ceux de la province de Cammon dans le Bas-Laos. Elle a fourni 135 espèces, dont 115 de brachiopodes. Une proportion de 65 pour 100 de ces brachiopodes est commune avec l'ouralien de Russie. Il faut ajouter que la plupart correspondent au niveau à *Schwagerina princeps*. La faune sans doute permienne est principalement représentée dans les calcaires de la région de Sisophon au Cambodge, à l'occident du Grand Lac ou Tonlé Sap. Là encore, longue liste, d'une cinquantaine d'espèces, mais dont les affinités avec l'Oural sont balancées par la présence de formes connues dans les calcaires moyens et supérieurs de la Salt Range. Pour n'en citer qu'une, c'est le cas du curieux genre *Lyttonia*. Les fossiles du Cambodge paraissent se retrouver, avec une moindre richesse, au moins si l'on excepte les foraminifères sur lesquels nous allons revenir, dans des calcaires, des grauwackes et des schistes charbonneux subordonnés de la région de Luang Prabang au Laos. Il n'est pas sans intérêt aussi de mentionner que des grès, situés immédiatement au dessus de Calcaires à Fusulines, à Hongay dans le Tonkin sudoriental, ont fourni une faunule à *Productus gratiosus* et à *Lyttonia*, étudiée par Melle COLANI.

Il a été beaucoup parlé des Fusulinidés d'Indochine, dont les mémoires du Service Géologique contiennent une très importante figuration. L'Indochine en fournit incontestablement de splendides faunes; mais celles-ci sont en voie de révision de la part de Melle COLANI. La stratigraphie des Calcaires à Fusulines, restituée par des raccords hypothétiques entre des récoltes sporadiquement distribuées, sans qu'il ait été constaté des superpositions véritables, ne comporte pas, avec certitude, les finesses annoncées. Pour le moment, la prudence conseille de s'en tenir à deux horizons. L'ouralien à *Schwagerina princeps* paraît extrêmement répandu au Tonkin et au Laos. Le permien offre encore son meilleur type au rocher de Pong Oa, tout près de Luang Prabang, avec les fossiles signalés par H. DOUVILLÉ d'après les récoltes de H. MONOD: *Neoschwagerina globosa* Yabe, *Sumatrina Annae* Voltz, *Fusulina exilis* Schwager, *Doliolina Verbeeki* Geinitz. Mais les genres évolués, tels que *Doliolina*, *Sumatrina*, *Neoschwagerina*, se rencontrent aussi au Cambodge avec la faune précitée des Calcaires de Sisophon, ainsi qu'en divers points du Laos et du Tonkin. Ces constatations complètent celles fournies par le reste de la faune, pour montrer que les Calcaires à *Productus* de l'Indochine comprennent à la fois l'ouralien et le permien.

En nous élevant dans le secondaire, le trias est bien représenté dans l'Indochine du Nord par des schistes, des schistes gréseux et aussi des calcaires, avec une liste copieuse de fossiles, laborieusement établie sur des échantillons souvent médiocres. En ne regardant que les ammonites, le trias inférieur est jusqu'ici mal identifié: tout au plus peut-on citer quelques mauvais *Danubites*, provenant des parages de Lang Son dans l'Est du Tonkin. En revanche, le trias moyen, déjà présent dans la région de Lang Son et de Pho Binh Gia, est surtout fossilifère suivant une large bande des confins du Nord-Annam, du Tonkin et du Laos, c.a.d. dans les provinces de Thanh Hoa, de Vinh, de Hoa Binh, de Sam Neua, de Son La et Laichau, où il a fourni successivement à G. ZEIL, H. LANTENOIS, J. DEPRAT, L. DUSSAULT et CH. JACOB des faunes ou faunules, décrites par H. MANSUY à la suite de chaque exploration nouvelle. Avec les genres: *Dinarites*, *Cuccoceras*, *Ceratites*, *Balatonites*, *Trachyceras*, *Rimkinites* etc., lorsque les déterminations ou les comparaisons spécifiques peuvent être serrées de près, il s'agit de formes correspondant à la zone à *Ceratites trinodosus*, dont l'ubiquité trouve ici une nouvelle confirmation. Le trias supérieur, quoique moins riche, est représenté dans la série compréhensive des mêmes régions. La liste la plus importante provient de Ban Xa Sou Ri au Nord de Van Yen dans la province de Son La, où les fossiles ont été découverts par J. DEPRAT et étudiés par H. MANSUY, avec *Halobia*, *Discotropites*, *Paliscites*, *Sagenites*, *Buchites*, *Juvavites*, etc. Ces formes, affines à des types de Hallstadt ou de Sicile, ne permettent pas de se prononcer entre le carnien et le norien. Nous passons sur diverses ammonites isolées, certainement du trias supérieur et rencontrées sporadiquement le long de la bande qui s'étend depuis le Thanh Hoa jusque dans le territoire de Laichau. L'âge triasique supérieur reviendrait aussi à des Calcaires à Brachiopodes et à Pentacrines de la région de Luang Prabang, dont il est question dans la littérature indochinoise depuis le premier voyage au Laos de H. COUNILLON avec la Mission PAVIE, mais dont la date stratigraphique s'est vue ballotée de l'ouralien au lias. Cet âge paraît précisé par la trouvaille de CH. JACOB et H. DUSSAULT d'une variété de *Discophyllites Laubei* Gemmellaro, décrite par E. PATTE.

Toutes les formations et tous les gisements, dont il a été question jusqu'ici à propos du trias, se rapportent à l'Indochine du Nord, ou, si l'on veut, à la région des dislocations majeures qui sera définie plus loin. Mais, déjà dans le Sud-Est du Tonkin et le Nord-Annam, et surtout dans toute l'Indochine du Centre et du Sud, un vaste manteau de grès, que l'on peut rapprocher des Grès des Dangreck au Cambodge, semble débiter avec le trias, peut-être même avec le trias inférieur. C'est ce qu'indiquent à la fois un *Danubites*, trouvé dans la région d'Attopeu au Laos par l'Ingénieur BEL, et une faunule de bivalves, rapportée de Ban Hine dans

la province de Cammon par L. DUSSAULT et déterminée par H. MANSUY.

Enfin, relativement au trias, il convient de rappeler la présence près de Luang Prabang, dans des grès peut-être du trias moyen, d'un *Dicynodon*, trouvé par H. COUNILLON et déposé dans les collections de la Faculté des Sciences de Marseille, où J. REPELIN vient de le reprendre pour le décrire. Il s'agit d'un fragment important de crâne, correspondant à une espèce nouvelle: *Dicynodon incisivum*, qui pousse jusqu'en Indochine l'aire d'extension des *Dicynodon* décrits par HUXLEY dans l'Inde péninsulaire.

Le rhétien doit retenir l'attention à deux points de vue.

Les gisements de charbon du Tonkin — anthracites de la région du Dong Trieu, de Hongay et de Port Wallut, dans le Sud-Est; charbons gras de Phan Me dans la province de Thai Nguyen et de Chi Ne dans celle de Nam Dinh — ont fourni à profusion des végétaux. Les séries les plus nombreuses proviennent de Hongay; pour elles on dispose de la belle monographie, toujours fondamentale, de ZEILLER. L'âge est incontestablement rhétien avec des espèces d'Europe; mais la flore de Hongay comporte aussi des représentants typiques de Gondwana; en particulier, dans des couches qui sont probablement les plus basses du bassin d'Hongay, on trouve encore *Glossopteris indica*. La flore d'Hongay est connue, déjà d'après les déterminations de ZEILLER, puis d'après les récoltes de H. COUNILLON, dans le petit bassin charbonnier de Ngan Son, près de Tourane dans le Centre-Annam. Là, les couches productives s'intercalent au milieu d'un complexe qu'on peut rapprocher de la formation des Dangreck. Enfin, la flore de Hongay a été retrouvée récemment, en plein Haut-Laos occidental, au Signal de Phong Saly, par Ch. JACOB et L. DUSSAULT, avec de nombreux échantillons qui ont fourni une liste aux déterminations de Melle COLANI.

Le rhétien marin est connu en Indochine. Il a été découvert à Chi Ne, à l'Ouest de Nam Dinh par J. DEPRAT et déterminé par H. MANSUY, dans des schistes qui sont intercalés au sein du gîte de charbon. Sa grande caractéristique est d'offrir une faune analogue à celle du rhétien birman, avec notamment de belles *Myophoria napengensis* M. Healey. Des témoins dispersés de cette faune et aussi des végétaux de Hongay, ceux-ci dans de mauvais gîtes charbonneux, ont été signalés par divers auteurs, reposant sur les calcaires ouraliens de la basse Rivière Noire, dans les régions de Cho Bo et de Van Yen, des provinces de Hoa Binh et de Son La. Enfin la faune birmane est connue au Haut-Laos, près de Vien Poukha, province du Haut-Mékong: on pouvait déjà l'y soupçonner d'après des fossiles rapportés par G. ZEIL; elle a été retrouvée, à Con Tagne, par Ch. JACOB et H. DUSSAULT, avec une liste d'une douzaine

d'espèces, toutes déterminées par E. PATTE à l'aide du mémoire classique de M. HEALEY sur les *Napengs Beds* de Birmanie.

Le lias paraît représenté dans les grès et les schistes de la partie vigoureusement disloquée de l'Indochine du Nord. H. MANSUY cite dans la région de Phu Nho Quan, au Nord-Ouest de Ninh Binh dans le Sud du Tonkin, des moules de *Cardinia*, rapportés par J. DEPRAT. D'autres gros bivalves, un peu mieux conservés ont été récoltés, toujours par J. DEPRAT, à Na Cham au Nord de Lang Son dans l'Est du Tonkin, et attribués également au genre *Cardinia*; mais R. BOURRET, qui a revu les lieux et retrouvé la faunule de Na Cham, pense que son gisement est indistinct d'un trias voisin et certain. Aucune ambiguïté ne saurait être élevée, en revanche, quant à la présence du lias en deux points de l'Indochine du Centre et du Sud. Au-dessus des grès anthracifères de Ngan Son en Annam, H. COUNILLON a décrit une petite faune à *Aegoceras longipontinum* Opp., accompagné de gastropodes et de bivalves, qui fixent ici l'âge hettangien. En Cochinchine, dans les schistes des chutes de Trian, non loin de Saïgon, H. LANTENOIS a récolté des fossiles déterminés par H. MANSUY: *Grammoceras Lantenoisi*, *Amussium donaiense*, qui laissent présumer une formation toarcienne.

Pour en terminer avec les terrains marins, nous n'avons plus à mentionner que des Calcaires à Brachiopodes, subordonnés, suivant la Rivière Noire et dans la province voisine de Sam Neua, à des grès et à des poudingues rouges. Des térébratules et des rhynchonelles, attribuées à des espèces nouvelles, peuvent d'après H. MANSUY, faire songer à du jurassique moyen ou à du callovien.

Ainsi s'achève la série marine indochinoise qui atteint certainement le lias, mais qui ne doit guère le dépasser. Il convient de spécifier que la plupart des grès du style Dangreck ne sont pas datés par des fossiles. Cependant, aucune raison n'incline à y voir autre chose que du trias, du rhétien et du lias, au plus du jurassique moyen. Sans doute débutent-ils plus tard dans le Nord que dans le Sud: au Haut-Laos occidental, ils paraissent commencer au-dessus de la flore de Hongay et de la faune à *Myophoria napengensis*. Dans le Nord du Siam et dans le Laos méridional et occidental, ces grès, souvent rutilants, offrent la particularité d'être imprégnés de sel et d'alimenter de nombreuses sources salées, exploitées; c'est l'amorce d'un régime qui se poursuit dans le Yunnan occidental et sans doute jusqu'au Bassin Rouge du Setchouen.

Les terrains examinés jusqu'ici sont suivis d'une vaste lacune qui couvre le jurassique supérieur, tout le crétacé et tout le nummulitique. Après

quoi, la série stratigraphique ne comporte plus que des dépôts d'eau douce, dits miopliocènes et connus exclusivement dans l'Indochine du Nord. C'est un complexe, souvent épais, fragmenté aujourd'hui en petits bassins séparés, de formations détritiques avec lignites, dont les fossiles végétaux déjà examinés par ZEILLER ont fait l'objet d'études plus récentes de la part de Melle COLANI. A Yen Bay, Tonkin, dans des calcaires subordonnés aux grès à lignites, on a recueilli des Paludines et de mauvais Unios, décrits par ZEILLER et presque identiques à des formes du pliocène levantin. A Ban Ban, sur le Tran Ninh au Laos, H. ROUX a trouvé des poissons, comparés par PRIEM aux genres actuels *Macrones* et *Labeo*. Rien de tout cela ne permet, hélas, de préciser davantage l'indication de miopliocène, adoptée par ZEILLER.

L'exploration des grottes, cependant si nombreuses dans les calcaires dévoniens et ouralopermiens de toute l'Indochine, est à peine commencée. D'un intéressant mémoire préliminaire publié par H. MANSUY sur les grottes de Lang Son, nous retenons la présence d'une faune de mammifères à *Stegodon Cliftii* et *insignis* Falc. et Caut., espèces des couches les plus élevées des Siwaliks.

Les dépôts proprement quaternaires ne jouent jusqu'ici aucun rôle en Indochine, à l'exception toutefois des alluvions limoneuses actuelles des deltas. Ceux-ci sont encore en activité dans certaines de leurs parties, par exemple vers les embouchures du Fleuve Rouge et du Mékong. Pour le Fleuve Rouge, la terre ferme a connu des gains qui se chiffrent par un avancement d'une dizaine de kilomètres environ au cours du siècle dernier.

Si l'on essaye de résumer en quelques mots les caractères de l'ensemble de la série indochinoise, voici ceux qu'on peut retenir; série primaire, peut-être continue, dans la moitié septentrionale jusqu'au dinantien inclus; lacune moscovienne; extension progressive des Calcaires à Productus, ouralopermiens, jusqu'au Cambodge; secondaire, comprenant certainement du trias, du rhétien et du lias, avec des caractères bathyaux dans l'ensemble au Nord, dans notre région de dislocations majeures, tandis qu'à l'extérieur et au Sud domine le faciès gréseux, parfois rutilant et salifère, subdésertique (?), faciès qui gagne vers le Nord lorsqu'on s'élève dans la série; vaste lacune correspondant au jurassique supérieur, au crétacé, et au nummulitique; dépôts miopliocènes d'eau douce dans le Nord.

L'analyse tectonique qu'on lira plus loin, complètera l'esquisse qui vient d'être donnée. Auparavant, arrêtons quelques instants l'attention sur les roches et sur les schistes cristallins.

II.

A vrai dire, quoique, à maintes reprises, depuis une lointaine publication de PETITON sur la Cochinchine, utilisant des déterminations de FOUQUÉ, les géologues indochinois, notamment H. LANTENOIS, G. ZEIL, J. DEPRAT, J. GIRAUD, CH. JACOB et R. BOURRET, aient eu l'occasion de s'en occuper, avec le concours de A. LACROIX, P. TERMIER et L. GENTIL, il ne saurait être encore fourni de données pétrographiques bien complètes sur la colonie. Pour les roches éruptives, tous les types de structure ont été rencontrés et l'on a affaire aux séries chimiques les plus diverses, acides et basiques, y compris les roches alcalines, à néphéline et à amphiboles sodiques, signalées au Tonkin par J. DEPRAT et retrouvées par R. BOURRET. Quant aux schistes cristallins, on en connaît aussi une gamme très variée: pour n'en citer qu'un exemple, une splendide série de gneiss, de gneiss à grenats, de roches amphiboliques et pyroxéniques et de calcaires cipolins court le long du Fleuve Rouge et sur sa rive gauche.

Nous ne développerons ici que quelques généralités sur la mise en place des roches éruptives et sur le métamorphisme, pouvant offrir un intérêt géologique.

Une montée hercynienne, antéouraliennne, de roches granitiques profondes, avec métamorphisme correspondant, à été plusieurs fois affirmée, en particulier par H. LANTENOIS et par J. DEPRAT. Elle semble se confirmer dans les travaux les plus récents. R. BOURRET a, par exemple, établi l'âge posteifélien du granite et des gneiss du Phan Ngame près de Ngan Son, dans le Nord-Est de la province de Bac Kan au Tonkin. Peut-être les montées granitiques et le métamorphisme, lorsqu'ils seront démêlés dans des cas plus nombreux, expliqueront-ils la rareté des terrains primaires de base dans le Nord et le Centre, ainsi que l'absence du primaire jusqu'au dinantien inclus dans le Sud.

Un autre ensemble de roches qui paraît bien daté — c'est au moins l'avis de R. BOURRET — correspond aux lentilles parfois considérables de rhyolites, accompagnées de microgranites et d'estérellites, si répandues dans l'Indochine du Nord. Toujours, jusqu'ici, lorsqu'elles voisinent des sédiments fossilifères, on les a trouvées avec des dépôts triasiques: elles seraient contemporaines de la formation de ceux-ci.

Nouveau complexe qui prête matière à une vue générale: les porphyrites de l'Indochine du Nord, roches à feldspaths calcosodiques et à pyroxène, allant de diabases grenues à des types vitreux. CH. JACOB croit pouvoir les interpréter comme mises en place lors des charriages dont il sera question plus loin.

Les travaux récents ont attiré l'attention sur l'étendue en Indochine du Nord des affleurements correspondant aux deux séries précédentes, rhyolites et porphyrites. Il est tout à fait intéressant de noter, suivant la remarque d'E. ARGAND, dans sa fondamentale étude sur la Tectonique de l'Asie, que des roches analogues paraissent jouer un rôle non moins important à l'autre bout de l'Asie orientale. E. ARGAND les cite, d'après nos confrères japonais, en Corée méridionale, région qu'il est aussi tenté de rapprocher de l'Indochine quant à certains de ses caractères orogéniques.

Toutes les roches dont il a été parlé jusqu'ici peuvent être, de même que les sédiments qu'elles accompagnent, écrasées, avec des brèches, des schistes de brèches et des roches recristallisées, toutes roches *mylonitiques*, dont l'Indochine offre un matériel des plus variés.

Postérieurement aux charriages majeurs, R. BOURRET pense qu'il a pu se produire encore des montées profondes. Tel serait le cas du batholithe de granulite stannifère du Pia Oac, à l'Ouest du territoire de Cao Bang au Tonkin. R. BOURRET voit là une origine possible pour une seconde phase de métamorphisme, qui serait distincte de la première, hercynienne, dont nous avons parlé.

Enfin, il est incontestable que l'Indochine a été le siège d'éruptions tardives. On trouve des coulées de basalte de vallées dans le Nord, tant dans la région de Dien Bien Phu au Sud-Ouest de Laichau, d'après DUSSAULT, que suivant le cours actuel du Mékong vers les confins du Siam septentrional et du Haut-Laos, d'après G. ZEIL, CH. JACOB et L. DUSSAULT. On rencontre des basaltes récents tout le long de la côte d'Annam. Mais c'est surtout dans l'intérieur de l'Indochine du Centre et du Sud que le volcanisme paraît s'être exercé. R. DE LAMOTHE l'a montré pour le Massif des Cardamomes au Cambodge et H. LANTENOIS a insisté sur la variété que paraissent présenter les éruptions à reconstituer sur les hauts plateaux du Lang Biang et au voisinage, tant dans le Sud-Annam que dans le Nord de la Cochinchine et dans l'Est du Cambodge. Faut-il ajouter qu'une île volcanique basaltique, bientôt en voie de démantèlement, a surgi en Mars 1923, à 20 kilomètres au Sud de Poulo Cécir, c.a.d. au large de l'extrême Sud-Annam.

Métamorphisme antéouralien; venues et montées éruptives peut-être toutes d'âge secondaire et qu'on situera quelque jour aux diverses étapes de l'histoire de nos charriages majeurs; volcanisme récent: telles sont les vues géologiques à formuler, semble-t-il, à propos des roches éruptives d'Indochine. Les lignes précédentes laissent, en tous cas, entrevoir quel avenir les études pétrographiques peuvent escompter dans cette partie de l'Asie.

III.

Nous abordons enfin le troisième ordre de considérations, dont veut parler cette esquisse, à savoir les discordances et la disposition tectonique des terrains.

Pour préciser l'ordre suivi, indiquons dès l'abord qu'il va être question de trois phases de plissements: la première, hercynienne, antéouralopermienne; la seconde, postjurassique et antémiopliocène, peut-être andine; la troisième, encadrant les dépôts miopliocènes, peut-être himalayenne attardée.

On reconnaît là les panneaux d'une sorte de triptyque, dont les images successives se révélaient déjà avec l'histoire des sédiments et avec celle de la mise en place des roches éruptives. En Indochine comme ailleurs, l'orogénie va commander tout le reste. „Tectonique en mouvement”, dirait E. ARGAND, qui a déjà présumé, dans le cas particulier et à l'aide des publications indochinoises, les grandes lignes du scénario. Notre ébauche va en compléter l'analyse, en utilisant les travaux les plus récents.

Une discordance hercynienne, antéouralienne, a été plusieurs fois signalée en Indochine. H. LANTENOIS, H. MANSUY et J. DEPRAT en ont parlé pour le Tonkin et expliquaient, à l'aide d'une transgression, les brèches dont s'accidentent souvent les grosses masses de calcaires ouralopermiens. Depuis, R. BOURRET, analysant les caractères pétrographiques de ces brèches, a cru pouvoir les interpréter à l'aide de mouvements tectoniques de notre deuxième phase. La couverture ouralopermienne des massifs autochtones de l'Est du Tonkin a, d'après lui, glissé, ou mieux a été traînée sur les terrains plus profonds et la discordance ne serait pas due à une transgression. Quoi qu'il en soit de l'origine de cette discordance tonkinoise, que personne ne nie, mais pour laquelle les explications diffèrent, voici que des observations encore inédites de J. FROMAGET la retrouvent à l'extérieur de la zone des charriages majeurs de l'Indochine du Nord. Ces recherches portent sur la chaîne annamitique, entre le versant de la Mer de Chine, dans les provinces du Nghé An, de Hatinh et de Quang Binh du Nord-Annam, et le versant du Mékong, dans les provinces de Savannaket et de Cammon du Bas-Laos. Elles offrent le grand intérêt de mettre en évidence, sans contestation possible, semble-t-il, l'existence d'une *tectonique antéouralienne*, dans laquelle sont pris tous les terrains primaires, jusqu'à du dinantien fossilifère inclus. La direction des plis est vers le Nord-Ouest. Ici, il est difficile de se passer d'une transgression des Calcaires à Productus, transgression qui se serait progressivement étendue jusqu'au Cambodge et qui correspond à la trans-

gression classique des régions méridionales de l'Asie. Pour le noter immédiatement, dans l'Indochine du Centre et du Sud, les calcaires ouralo-permiens paraissent n'avoir plus, ensuite, été affectés que par des plis à large rayon de courbure, vastes brachyanticlinaux de fond, dont les plus nets traversent obliquement la chaîne annamitique et sont dirigés Nord-Ouest.

Nous en venons à la deuxième phase.

Antérieurement à la discordance qui marque la base des terrains levantins, miopliocènes, mais à une date qu'il est encore impossible de fournir avec précision, vu l'âge seulement jurassique des derniers terrains plissés, l'Indochine du Nord a été soumise à des dislocations très énergiques: ce sont celles que nous appelons les dislocations majeures. Elles avaient été indiquées déjà par J. DEPRAT au Tonkin. Les révisions des dernières années, dues à CH. JACOB, R. BOURRET et L. DUSSAULT, apportent à leur sujet une nouvelle description d'ensemble, différente de celle de J. DEPRAT et étendue au Tonkin, au Nord-Annam et au Laos septentrional.

Toute la vaste région, que nous appelons l'Indochine du Nord, montre des charriages, venus sans doute du Nord-Ouest. Ils laissent en dehors de leur domaine un *avant-pays*, constitué dans l'Indochine du Nord par le Tonkin du Sud-Est, approximativement au Sud de la voie ferrée d'Hanoi à Lang Son, et par quelques petits massifs côtiers dans le Nord-Annam. A ces fragments s'ajoute toute l'Indochine, dite du Centre et du Sud, au Sud d'une ligne brisée, qui part de la Porte d'Annam, entre les provinces de Ha Tinh et de Quang Binh, puis file obliquement en travers de la chaîne annamitique, pour arriver au Sud de Xieng Khouang, pour incliner de là vers le Sud-Ouest et se prolonger par le Pou Nieuï, c.a.d. par le chaînon important enveloppé par le coude du Mékong entre Luang Prabang et Vientiane.

Dans le domaine des nappes, une première région est constituée par le Tonkin, le Nord-Annam et l'Est du Haut-Laos, c.a.d. dans celui-ci la Province de Sam Neua, le Nord de celle de Xieng Khouang et l'Est de Luang Prabang. On peut la distinguer d'une seconde, qui correspond au Haut-Laos occidental, c.a.d. comprend le Cinquième Territoire Militaire ou territoire de Phong Saly, Luang Prabang et la Province du Haut-Mékong ou de Ban Houei Sai.

Pour la première région, l'échelonnement en hauteur des éléments tectoniques se présente ainsi qu'il suit. A la base, on trouve des *massifs autochtones*, prolongeant l'avant-pays et formés de terrains cristallins et primaires. Puis vient une série compréhensive, dite *intermédiaire*, en majeure partie secondaire et même triasique, injectée des roches acides et basiques — rhyolites et porphyrites — dont il a été question plus

haut. Cette série est manifestement décollée sur son substratum. Elle est surmontée par les *nappes* proprement dites, qui sont du deuxième genre, suivant le langage de P. Termier, et dans lesquelles il y a sans doute lieu de faire deux parts: un paquet *préyunnanais*, surtout reconnu au Tonkin à l'Est du Fleuve Rouge, et un paquet *yunnanais*, plus élevé, représenté au Tonkin et aussi dans le Nord-Annam et au Laos, dont la continuité n'est pas établie, mais peut s'envisager comme probable avec le Yunnan calcaire, c.a.d avec le pays situé au Sud-Est de Yunnanfou.

Indépendamment de cet entassement d'éléments tectoniques suivant la verticale, la région analysée montre au Tonkin, à l'Est du Fleuve Rouge, une série de rides qui affectent tous les éléments précédents. Les rides se disposent suivant une virgation, qui peut être dite du deuxième genre, en adoptant la terminologie d'E. ARGAND. La *virgation du Tonkin oriental* est retenue à l'Ouest, dans les parages du Fleuve Rouge, tandis qu'elle s'ouvre à l'Est, peut-être avec des rebroussements de détail, du côté de la Chine méridionale.

Notre deuxième région, le Haut-Laos occidental, est encore très incomplètement connue. Toutefois, des explorations de G. ZEIL et d'un itinéraire de CH. JACOB et L. DUSSAULT, voici ce que l'on peut tirer. Ce pays comporte d'immenses affleurements de grès rouges salifères, bien difficiles à distinguer des grès secondaires de l'Indochine centrale et méridionale. Sous ces grès haut-laotiens, apparaissent, à la faveur de coulisses anticlinales qui se surélèvent vers le Sud-Ouest, vers le Siam, des terrains triasiques, primaires et cristallins. CH. JACOB et L. DUSSAULT pensent que cette nouvelle région constitue, dans l'échelonnement vertical de tout à l'heure, un élément tectonique plus élevé que ceux de l'Est, ou mieux disent que le regard vers l'Est du Haut-Laos occidental serait une sorte de Yunnan calcaire, ici aminci, peut-être en partie par étirement, au point de parfois disparaître, tandis que le Haut-Laos occidental lui-même se prolongerait en arrière du Yunnan calcaire, dans la zone salifère du Yunnan occidental et peut-être jusque dans le Bassin Rouge du Setchouen. Les coulisses de plus haut se disposent suivant une série d'arcs, convexes vers le Sud-Est. Leur direction commune est bien marquée par le cours du Nam Ou et aussi par les deux tronçons à peu près longitudinaux du Mékong, l'un en aval de Luang Prabang et jusqu'au coude du Pou Nieui, l'autre suivant la frontière commune du Laos et de la Birmanie. Les arcs auxquels nous faisons allusion dessinent, si l'on veut, une nouvelle virgation indochinoise, la *virgation du Haut-Laos occidental*; mais cette virgation serait une virgation double du premier genre.

Tous les mouvements de la seconde phase — charriages vers le Sud-Est, virgations de l'Est tonkinois et du Haut-Laos occidental en route également vers l'Est ou le Sud-Est — se dirigent vers le Pacifique. Leurs

directions longitudinales courent en somme parallèlement au bord du grand océan. *Leur style est celui de l'Asie orientale.* Il est bien regrettable qu'ils soient encore isolés en Extrême-Orient et qu'on ne puisse les dater avec précision. Postjurassiques, ces mouvements peuvent très bien s'être produits avant le tertiaire. En tous cas, leur domaine échappe complètement à celui de la Tethys tertiaire, dont on sait que, depuis le Tibet, elle oblique vers le Sud par le bassin de l'Irraouady, à l'Ouest du Plateau Shan de Birmanie. Depuis le trias sans doute, au plus tard depuis le lias, l'Indochine du Nord cesse d'être géosynclinale. Pour en revenir aux dislocations de la deuxième phase, il serait bien intéressant qu'on puisse quelque jour, à l'aide des régions voisines, établir leur *âge andin* ou quelque chose d'approchant, ainsi qu'invite à y penser l'ouvrage de E. ARGAND.

Nous rapportons à une troisième phase les mouvements dont il y a lieu de s'occuper à propos des dépôts miopliocènes. Ceux-ci reposent en discordance sur les terrains antérieurs; mais ils sont à leur tour plissés, comme on le sait depuis longtemps. Ils s'alignent dans l'ensemble suivant des gouttières dirigées au Sud-Ouest: gouttière du Song Ca avec Ban Ban et Cua Rao; gouttière du Nam Peun avec Muong Peun; gouttière du Fleuve Rouge; gouttière du Song Chay; gouttière de la basse Rivière Claire; gouttière de Cao Bang et de Lang Son. Cette énumération appelle tout naturellement une comparaison avec l'allure des cours d'eau dans le Nord-Annam et le Tonkin, qui sont, dans l'ensemble, parallèles entre eux, c.a.d. à la „direction du Fleuve Rouge” des géologues indochinois. La répartition des bassins miopliocènes soulève encore la question de savoir s'ils ne constituent que les témoins conservés d'un plus vaste manteau, offrant initialement de la continuité sur l'Indochine du Nord, ou bien si, suivant une opinion plus vraisemblable, qui tient compte de la nature locale des éléments de leurs conglomérats, leur étendue ne se restreignait pas, dès l'origine, aux seules gouttières où on les trouve aujourd'hui. Quant au plissement, la direction qu'il révèle, toujours celle du Fleuve Rouge, est conforme à la direction des accidents hercyniens découverts par J. FROMAGET dans le Nord-Annam et le Bas-Laos. Elle est conforme aussi à celle des brachyanticlinaux profonds, postouralopermiens, de l'Indochine du Nord au Sud du Fleuve Rouge et de toute l'Indochine du Centre et du Sud. CH. JACOB a émis pour tous ces plis, parallèles à la direction du Fleuve Rouge, l'idée d'un rejeu posthume du tréfonds, suivant des directions hercyniennes. Mais, actuellement, avec E. ARGAND, les mouvements posthumes perdent du terrain. Le tréfonds, c.a.d. le socle édifié par les cycles antérieurs, devient un matériel mort, doué simplement d'une plasticité globale, indépendante dans le détail des plis du passé. On pourrait alors invoquer, pour notre troisième phase, un écho lointain

des *mouvements himalayens*, mais des plus tardifs d'entre eux, à savoir de ceux qui, dans les Siwaliks et l'Irraouady, ont affecté jusqu' aux dépôts pliocènes et même quaternaires. La direction du Fleuve Rouge serait ainsi „échappée” de l'Asie centrale, si l'on peut dire. ED. SUESS l'avait déjà suggéré. Elle appartiendrait, dans les idées les plus récentes, au *faisceau que développe la grande serrée alpine*, entre la Gondwanie et le bloc eurasiatique septentrional.

Au terme de cette notice, faut-il apporter des réserves? Le grand géologue colonial, à qui elle est dédiée, mieux que quiconque, les formulera de lui-même. En dehors de la faiblesse inhérente à la nature humaine, qui n'acquiert partout la vérité qu'à coup d'approximations et même d'erreurs successives, il connaît les conditions du travail sous les climats impérieux qui revêtent la face de la terre du somptueux manteau de la végétation tropicale. Peut-être à Java, comme ses confrères au Cambodge et au Laos, a-t-il rencontré, au milieu du lacs des lianes et dans la pénombre de la forêt, les ruines d'édifices, sur lesquelles s'élèvent encore et songent les statues de quelques divinités indoues. Pour avoir interrogé leur énigmatique sourire, le Docteur VERBEEK acceptera avec indulgence l'essai que, très respectueusement, nous lui offrons.

