

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

QUATRIÈME SÉRIE — TOME PREMIER — MÉMOIRE N° 3

---

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE GÉOLOGIQUE

DU

HAUT-TONKIN

*(Feuilles de That-Khé, de Pho-Binh-Gia et de Loung-Tchéou)*

PAR

le Capitaine G. ZEIL



PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

28, RUE SERPENTE, VI

—  
1907

# CONTRIBUTION A L'ÉTUDE GÉOLOGIQUE DU HAUT-TONKIN

---

Au cours des campagnes 1904-1905, 1905-1906, pendant que les officiers de ma brigade topographique levaient à 1/80 000 la région indiquée sur la carte géologique ci-jointe à 1/500 000, j'ai réuni les matériaux nécessaires au tracé de ses aires géologiques<sup>1</sup>.

Ces aires comprennent :

**SÉRIE SÉDIMENTAIRE :** Brèche et poudingue, schistes et grès. Système **X**, sans fossiles ;  
Schistes, calcschistes, calcaires. Silurien-Dévonien, fossilifère ;  
Permo-Carbonifère, fossilifère ;  
Trias, fossilifère ;  
Terrain rouge, sans fossiles ;  
Tertiaire lacustre, plantes fossiles ;  
Alluvions.

**SÉRIE CRISTALLOPHYLLIENNE :** Schiste devenu gneiss par métamorphisme de contact.

**SÉRIE ÉRUPTIVE :** Granite ;  
Microgranite ;  
Diabase.

Il y a discordance, probable entre le Silurien-Dévonien et le système **X** ; certaine, entre le Permo-Carbonifère et les terrains sous-jacents ; certaine, entre le Trias et les terrains sous-jacents ; le terrain rouge transgresse au S.O. de la carte sur le terrain **X** ; c'est une formation supérieure au Rhétien houiller tonkinois et contenant elle-même des couches de charbon.

## A. — Série sédimentaire.

**Système X.** — Le système **X** comprend les assises suivantes :

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 5. Calcschistes mats,           | 2. Schistes et grès inférieurs,            |
| 4. Grès calcifère,              | 1. Brèche et poudingue, assise inférieure. |
| 3. Schistes et grès supérieurs, |  |

1. La carte topographique est publiée à 1/100 000, en courbes et en couleurs par le Service géographique de l'Indo-Chine.

1. *Brèche*. — Éléments : quartzite et jaspé, variant de la grosseur d'un pois à celle du poing, vivement colorés : vert d'eau, vert végétal, bleu, rouge brun, noir : ciment siliceux susceptible de polissage. La brèche forme des masses considérables (fig. 1).

*Poudingue*. — Par suite de pressions orogéniques, le poudingue est souvent étiré. Il prend alors la structure schisteuse qui lui donne l'aspect d'un gneiss.

2. *Schistes et grès inférieurs*. — Alternance de schistes et de grès ; les schistes dominent ; ils sont siliceux, micacés, souvent phylladiformes. De nombreux filons de quartz

traversent cette importante assise. Au N. O. de Bi-nhi, cette assise atteint une épaisseur de 4 000 mètres.



Fig. 1. — Coupe schématique de la rivière entre Na-meun et Ni-ca montrant le passage progressif des schistes à la brèche.

1. Schiste bleu normalement plissé ; 2. Schiste jaune normalement plissé ; 3. Schiste jaune finement plissé avec cassures nombreuses, légèrement oxydé ; 4. Schiste jaune fortement brisé, englobant quelques morceaux de quartzite, présente des traces d'oxydation ; 5. Zone de grès bleu à éléments très fins, aspect macroscopique éruptif ; 6. Brèche-poudingue à éléments bleus et blancs ; 7. Brèche franche décrite dans le texte.

4. *Grès calcifère*. — Faible assise de grès calcaire bariolé : vert, rose, bleu : contient des îlots de calcaire mat à grains très fins, de couleur claire, tantôt rosâtre, tantôt jaunâtre, tantôt bleuâtre.

5. *Calcschistes mats*. — Calcaire noir à grains très fins, parfois siliceux, en lits très minces admettant des intercalations de calcaire marneux de couleur jaune<sup>1</sup>.

**Silurien-Dévonien.** — Le système silurien-dévonien comprend :

- |  |  |
|--|--|
| 4. Calcaire bleu épais, sans fossiles, | 2. Calcschistes à phtanites,                       |
| 3. Calcschistes à Ptéropodes.          | 1. Schistes à <i>Spirifer</i> , assise inférieure. |

*Schistes à Spirifer*. — Très riche en fossiles : Calymènes, Lamellibranches, Polypiers et nombreux Brachiopodes. Cette faune semble présenter des affinités avec la faune du Gothlandien supérieur de Chine et celle des États-Unis de l'Amérique du Nord.

Des espèces nouvelles et l'état souvent précaire des moules rendent les déterminations longues et fort difficiles : ce n'est donc qu'ultérieurement que paraîtront la nomenclature des fossiles et la description des espèces nouvelles.

Cette assise débute toujours par un lit variant avec le terrain sous-jacent — c'est ce qui me permet d'affirmer sa discordance avec le système X —, puis elle continue par une couche schisteuse de 50 à 100 mètres d'épaisseur ; à sa partie supérieure, celle-ci admet des nodules calcaires à Polypiers (*Amplexus*, *Heliolites*) ; c'est le lit de transition entre l'assise à *Spirifer* et celle à phtanites qui la recouvre.

A Xuat-tac, le lit inférieur est schisto-calcaire à rognons fossilifères, car les Schistes à *Spirifer* reposent sur les calcschistes mats. A Nam-ma, à Cho-moi, le lit inférieur reposant sur l'assise des schistes et grès supérieurs est lui-même gréseux. A Na-bor nord,

1. L'échelle de 1/500 000 ne m'a pas permis de représenter les diverses assises.

à Hoan-ha, les schistes fossilifères reposent sur le grès calcifère. A Na-ché, à Ban-san, ils admettent à la base des lits minces, ou plutôt des îlots de calcaire noir. A Yen-lac sud, à Pien-do, ils reposent sur un calcaire gris que j'assimile au calcaire gris de l'assise du grès calcifère.

Le schiste de la couche médiane le plus riche en fossiles, est généralement jaune ; tantôt argileux, tantôt gréseux, il admet parfois des nodules de grès dont les couches externes se séparent en calottes concentriques.

Si j'insiste sur cette assise, c'est qu'elle constitue un des horizons typiques du Haut-Tonkin, déjà trouvé dans les feuilles de Bao-lac, Cao-bang, Ha-lang, That-khé, Pho-binh-gia, Tuyen-quang ; elle a des chances de l'être de nouveau, d'où le besoin de la décrire en détail.

En raison de son peu de résistance à l'érosion, l'assise des schistes à *Spirifer* se rencontre surtout au pied ou à mi-pente des murailles calcaires de la région.

Avant de poursuivre, je dois dire que, mes descriptions d'assises englobant une superficie de plus de 8000 kmq., on comprend dès lors que, le faciès variant, j'ai dû, pour limiter cette étude, comparer les diverses coupes prospectées, afin de pouvoir décrire une assise-type contenant à la fois les caractères saillants et les traits communs des diverses coupes.

*Calschistes à phtanites.* — En lits très minces que séparent parfois des bandes de phtanites fossilifères (*Heliolites decipiens* RICHTHOFEN, du Silurien supérieur, Brachiopodes) les calschistes sont fortement plissés.

A Tam-tri, ils admettent à la base des lits de calcaire pseudo-bréchoïde, voire même oolitique ; à Ngan-son j'y ai trouvé des Polypiers (*Calceola*) ; un peu partout, ils renferment des cristaux cubiques de pyrite de fer. Ils passent insensiblement à l'assise suivante, que j'ai cru devoir en séparer par suite de la présence de Rhynchonelles identiques à celles que Richthofen classe comme dévoniennes : *Rhynchonella procuboides*, in Richthofen, *Rhynchonella cf. parallelipipeda*, in Richthofen, *Rhynchonella Yunnaensis* DE KONINCK, in Richthofen.

*Calschistes à Ptéropodes.* — Ainsi appelés à cause de la présence de nombreux Ptéropodes (*Hyalites*, *Tentaculites*, etc.) qui forment la majeure partie des couches schisteuses interstratifiées dans ces calschistes. Ces schistes très caractéristiques, jaune clair avec liseré rouge ou bien violets, sont en lits de petite épaisseur, 0 m. 02 à 0 m. 04 ; ils renferment d'autres fossiles qui sont toujours de petite taille.

Les calschistes les encadrant admettent aussi des Ptéropodes, mais en quantité moindre ; à la base, ils renferment les Rhynchonelles citées plus haut.

A Yen-lac j'y ai trouvé un lit houiller de trois centimètres d'épaisseur, encastré entre deux bandes de calcaire fuligineux. Cette houille du Dévonien probablement inférieur est brillante et fortement écaillée. A Xuat-tac, j'ai trouvé une épaisseur de 200 mètres environ pour les deux assises à phtanites et à Ptéropodes.

*Calcaire bleu épais.* — Strates bien nettes, épaisseurs diverses, bien qu'en concordance avec les assises précédentes, paraît moins ondulé ; il admet des lentilles de schiste bleu clair qui passe au vert-olive dans la zone recristallisée ; il n'est pas rare d'y voir la coupe de la figure 2.

Si les progrès de l'érosion ont amené les schistes à la partie supérieure, ceux-ci, très friables, ont été enlevés, et il reste la coupe de la figure 3, dans laquelle une prospection trop rapide peut faire classer les inclusions schisteuses, *a*, *b*, comme brèche de friction.

N'ayant pas trouvé de fossiles dans cette assise, je ne puis préciser son âge. Je dois toutefois ajouter que sa forte épaisseur — peut-être plusieurs centaines de mètres — et

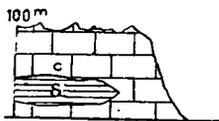


Fig. 2. — Route de Ban-tinh à Na-meun.  
*c*, Calcaire bleu épais ; *S*, Schiste.

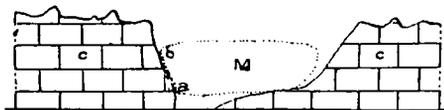


Fig. 3. — Route du Déo-mi-vi à Cho-ra.  
*a*, *b*, Inclusions schisteuses ; *c*, Calcaire ; *M*, Ancienne lentille schisteuse.

l'existence du Carbonifère signalée depuis longtemps au S.O. de Phu-lien (montagne de l'Éléphant, exploration de M. Jourdy), ainsi que la présence d'un fragment de *Productus* carboniférien que j'ai ramassé non en place au sommet du plateau de Ban-san, permettent de supposer que cette assise est carboniférienne ; mais j'ajoute immédiatement que, s'il en était ainsi, vu la concordance constatée dans les assises allant des schistes à *Spirifer* au calcaire bleu épais inclus, il faudrait supposer le Dévonien moyen et supérieur réduit à la partie supérieure des calcschistes à Ptéropodes... ou bien leur absence, et, dans ce dernier cas, accepter cette bizarrerie du Carbonifère inférieur reposant en concordance sur le Dévonien, également inférieur. Ces deux suppositions me paraissant inadmissibles, j'ai donc, jusqu'à nouvelle étude, classé cette assise dans le Dévonien.

**Permo-Carbonifère.** — Calcaire gris clair, strates épaisses, souvent indiscernables, — à résonnance métallique — à la cassure, odeur fétide, — grain très fin. A la base, souvent pseudo-bréchoïde, et diversement coloré ; il incruste quelquefois les éléments roulés des roches sous-jacentes.

A la partie moyenne, il renferme des bancs à cassures spathiques fossilifères. Xuan-xa : *Productus gratiosus*, *P. cf. spiralis*, *Reticularia cf. lineata*, *Spirifer cf. oldhamianus*, *S. striatus*, *Spirigerella* sp., tous signalés dans l'Artinskien du Salt-Range de l'Inde.

A Toug-noc, la partie inférieure montre des Fusulines incrustées dans des phthanites. Au Kim-hi, sans tenir compte de l'érosion, son épaisseur atteint 4 à 500 mètres (pl. II ; coupe III).

**Trias.** — A Na-ton, sous une épaisseur de 100 à 150 mètres, il présente la succession :

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| 6. Grès vacuolaire,                | 3. Schistes mouchetés très argileux, fossilifères, |
| 5. Marne et argile schisteuse.     | 2. Schistes à blocs du calcaire ci-dessous,        |
| 4. Calcaire marneux à Gastropodes, | 1. Calcaire lithogr., couche mince, assise infér.  |

La zone 1 repose en discordance sur le grès calcifère et sur les schistes à *Spirifer*.

A Na-tack, l'argument paléontologique manquant, c'est seulement sur l'argument stratigraphique et sur le faciès que j'ai attribué l'âge triasique à l'ilot indiqué par la carte. De Pac-binh à Tri-xuyen, M. Mansuy, a trouvé une zone triasique à Myophories continuant celle de Lang-son.

**Terrain rouge.** — Sans fossiles, c'est une succession de schistes argileux encastrant à Thaï-nguyen des lits de houille maigre, postérieure à celle du Rhétien.

L'érosion du terrain rouge donne lieu à la formation de collines isolées très caractéristiques. Au Nord de Thaï-nguyen ce terrain est très mince, ce qui explique le bas Song-eau coulant sur un lit de grès du système X entre deux rives de terrain rouge, ce qui explique également les témoins du système X, pointant au milieu des collines de terrain rouge.

**Tertiaire lacustre.** — Occupe l'ancien bassin fermé de That-khé dont les eaux s'écoulaient maintenant par le Song-ki-kong (fig. 4).

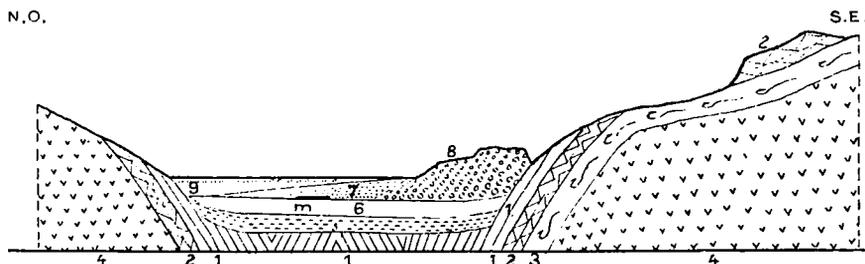


Fig. 4. — Coupe schématique de la cuvette de That-khé.

9, Alluvions, argile rouge à la base, au sommet galets de microgranite et quartz ; 8, Poudingue ; 7, Grès meuble, psammites contenant des lits de lignite *m* à la base ; 6, Couche argilo-calcaire, gréseuse au sommet, feuilles fossiles ; 5, Couche argilo-calcaire rougeâtre avec rognons teintés de vert ; 4, Microgranite à gros grains ; 3, Zone diabasique schisteuse à la périphérie ; 2, Schistes agglutinés recristallisés ; 1, Schistes du système X, très redressés.

Le poudingue qui borde la cuvette de That-khé à l'E. et au S. a été classé tertiaire (lignite dans les psammites qui en dérivent). Il comprend des galets de quartzite, de jaspe, de quartz, de grès et de schiste ; son ciment siliceux serait aurifère ; les Chinois y ont fait jadis des lavages.

Bien que le bassin de That-khé soit presque complètement entouré de microgranite, il est à remarquer que le poudingue (40 à 50 mètres d'épaisseur) ne contient aucun débris de microgranite ; il faut en conclure soit à une venue éruptive postérieure au poudingue tertiaire, soit à une récente mise à jour du microgranite.

J'incline de préférence vers la première hypothèse, et cela parce que les couches d'argile et le poudingue lui-même présentent des failles probablement contemporaines de celles ayant facilité la venue microgranitique.

**Alluvions.** — Dans les masses calcaires, il n'est pas rare de trouver des cirques fermés (région du Bac-son) où les fonds, bien que privés d'adducteurs, sont alluvionnaires ; comme les murailles ont souvent 100 et même 200 mètres au-dessus du plafond du cirque, on peut se demander comment ces cavités se sont formées.

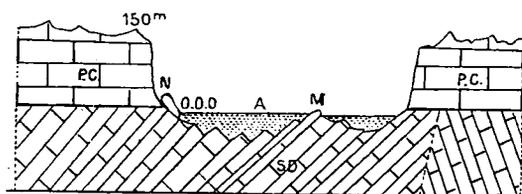


Fig. 5 — Coupe schématique d'un cirque.

P.C., Permo-Carbonifère ; S.D., Silurien-Dévonien ; A, Alluvions ; M, Témoin silurien-dévonien ; N, Permo-Carbonifère éboulé.

La coupe des parois (fig. 5) donne la clef de la solution : elles se composent presque toujours de deux zones calcaires dont la supérieure *PC* est souvent horizontale et dont l'inférieure *SD*, fortement plissée, est devenue la proie des eaux d'infiltration; par suite, le Permo-Carbonifère, privé de son support, s'est affaissé ou diaclasé; dans le premier cas, les eaux vives ont façonné des cirques, et dans le second elles ont donné lieu aux couloirs également si fréquents dans la région.

## B. — Série cristallophyllienne et série éruptive.

**Gneiss.** — Il forme l'auréole de la masse granitique du Phan-ngame (planche II, coupe 1). J'en ai également trouvé entre Cho-ra et Ban-vaï, recouvrant la partie N.O. du Phia-bioc.

Il est nettement le produit d'une recristallisation des roches sédimentaires sous lesquelles la roche éruptive est venue se loger.

Du Phan-ngame au Cao-na-peï, on peut suivre la succession suivante (fig. 6) :

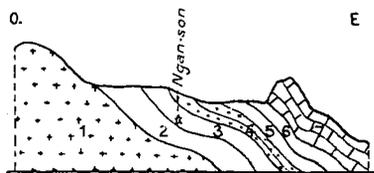


Fig. 6. — Coupe schématique du Phan-ngame au Cao-na-peï par Ngan-son.

- 1, Granite franc à mica noir ; 2, Aplite à mica blanc ; 3, Même roche que 2, mais étirée ; 4, Gneiss ; 5, Schiste vert de l'assise du calcaire bleu épais, dévoniens, les lamelles sont séparées par des plans de mica et de feldspath ; 6, Même roche que 5, chloriteux, lustré, micacé, sans feldspath visible à l'œil nu, onctueux au toucher ; 7, Calcaire de la même assise, tantôt zoné de blanc, tantôt saccharoïde.

De nombreux filons quartzeux et diabasiques (roche verte) recourent ou s'interstratifient dans les couches 4, 5 et 6. Lorsque diabase et quartz se sont intercalés entre schiste et calcaire, les quartz sont souvent métallisés. A Ngan-son, ils sont accompagnés de galène et d'un minéral composite; à Ban-kau et Kéo-len, ils sont aurifères; à Ban-kau, la tradition veut que les Chinois aient jadis exploité du minéral de zinc; on m'a bien montré des puits comblés, mais je n'ai pu vérifier la présence du minéral.

De Bac-kan à Tong-hoa-phu, les schistes du système X, au contact du granite, n'ont pas l'aspect gneissique; ils ont conservé leur schistosité, mais leur structure est nettement cristallisée sur deux kilomètres d'épaisseur; de 2 à 5 km. du contact, ils sont mouchetés de nodules grisâtres; le nombre des mouches décroît avec l'éloignement; de 3 à 8 km., ils sont graphiteux; enfin, jusqu'à 25 km. du contact, tous les schistes, qu'ils soient du système X ou du Silurien-Dévonien, sont micacés, et les calcaires sont plus ou moins zonés de blanc. En revanche, à Déo-vaï et au Kim-hi, le calcaire du Permo-Carbonifère n'est pas métamorphosé.

A Ban-vaï, au contact du granite, le calcaire est complètement recristallisé et montre des mouches graphiteuses.

Avant d'aborder le métamorphisme de contact produit par le microgranite, je dois dire quelques mots des roches éruptives.

**Granite.** — Deux massifs importants : celui du Phia-bioc, fortement décapé de son manteau sédimentaire, et celui du Phan-ngame, encore enveloppé de ce manteau; en effet, c'est seulement au sommet du dôme (1267 m. d'altitude, 269 m. à la base) que

l'érosion du Phan-ngame permet de voir la roche éruptive en place (pl. II, coupe I).

Ces deux massifs, comme celui de Pia-ouac, situé au N.O. du Phan-ngame, sont de la même famille pétrographique et géographique.

Je n'ai pas besoin d'ajouter que, dans un massif de 30 kilomètres sur 10 à 15, comme celui de Phia-bioc, on peut recueillir des échantillons bien différents ; en effet, alors que l'échantillon moyen est un granite franc à mica noir, au Nord-Ouest de Ban-vaï, le granite m'a semblé cataclastique, et au Sud, des cours d'eau, descendus du massif central, m'ont donné du granite à mica blanc, du granite à tourmaline, des pegmatites, des granites bleus à texture porphyrique, des aplites diverses, qui font espérer la rencontre de gîtes stanifères ; de tels gîtes sont déjà en exploitation dans le Pia-ouac.

**Microgranite.** — Roche microgrenue, à deux stades de consolidation.

L'inspection de la carte montre la zone microgranitique Cao-sam-sao, Cao-sam-tang, Cao-pien, Cao-khiem, entourant presque géométriquement la masse granitique Phan-ngame, Phia-bioc, Lung-nhi ; entre ces deux grandes masses, de nombreux pointements microgranitiques (Po-sien, Cho-moï, Tong-noc, etc.) trouvent les terrains sédimentaires comme témoins de la relation pouvant exister entre le granite et le microgranite. Dans les calcaires du Bac-son, à Hou-Len ; dans ceux de Van-linh ; dans ceux de Dong-khé, au Nord et au Sud de Bi-nhi, le même microgranite présente des filons et des pointements.

**Diabase.** — Roche ophitique, couleur verte, devient grenue en s'altérant.

Les filons diabasiques de Ngan-son et ceux de Yen-lac sont les mêmes que ceux issus de la masse microgranitique de l'Est (Dong-khé, Po-ma, etc.) ; en certains points, lorsque cette masse a été faiblement recouverte, le microgranite passe à la diabase ; c'est le cas de la partie supérieure du filon Cao-sam-sao, Lung-Phaï ; c'est le cas du dyke de Ban-quan ainsi que de la partie sud de la cuvette de That-khé (fig. 4). Au Nord de Cao-pi, la cascade du Song-bac-giang (40 à 50 mètres de hauteur) est microgranitique à la base et diabasique au sommet.

Microgranite et diabase datent donc de la même époque : d'autre part, entre Na-ban et Ta-lua, sur la rivière descendant du Cao-sam-sao, le cours d'eau roule sur des schistes très redressés du système X, alors que ses deux rives, fortement élevées, sont microgranitiques. En d'autres points que la carte (pl. I) indique suffisamment, on voit d'anciens témoins de la couverture schisteuse qui enveloppait précédemment le dôme du Cao-sam-Tang et du Cao-pien ; les flancs de ces mêmes dômes ont soulevé les schistes en contact (Ban-pinh, Po-ma, etc.).

En rapprochant tous ces faits, la conclusion qui s'impose est l'existence d'un magma abyssique ayant injecté des dômes (laccolites) et des failles ; les laccolites (Cao-pien, Cao-sam-tang), grâce à leur couverture sédimentaire et grâce à leur masse, ont cristallisé en structure microgrenue ; les failles (Lung-phaï, Tong-noc, Yen-lac, Ngan-son, etc.), en raison de leur peu d'ouverture ont permis un refroidissement plus rapide donnant lieu à la structure ophitique.

Au point de vue tectonique de ce qui précède, il y a lieu de retenir :

- 1° Plissements ayant permis la mise en place du granite ;
- 2° Dislocations ayant amené l'injection du microgranite

Au contact des laccolites (microgranite franc), sur une épaisseur de 60 à 100 mètres, les schistes ont perdu toutes traces de leur schistosité et sont complètement imbibés par la roche éruptive, le passage de la roche éruptive à la roche encaissante est insensible : au-dessus de cette couche imbibée se trouve une zone schisteuse dont les éléments inférieurs ont été finement cassés, triturés même, puis agglutinés ; ils sont fortement ferrugineux et admettent des éléments quartzeux.

Au contact des diabases les schistes argileux durcissent et cristallisent, tout en conservant leur schistosité. Il arrive souvent que les diabases et les schistes métamorphisés en contact soient divisés en petits parallépipèdes réguliers : je n'ai pu distinguer si ce phénomène était le résultat du retrait de la roche ou celui d'influences tectoniques.

Le filon de microgranite qui jalonne la bande de calcaire permo-carbonifère de Tong-noc a injecté ce dernier et donné lieu à une roche composite, granuleuse, où l'étude macroscopique fait voir des éléments feldspathiques encadrant des éléments de carbonate de chaux très peu métamorphisés.

A Van-mit, près du champ de tir du poste, le microgranite renferme des morceaux de calcaire gros comme le poing, nullement ou peu métamorphisés.

Au Sud de That-khé, j'ai trouvé un échantillon de microgranite franc encastrant complètement un témoin de graphite de la grosseur d'une noix.

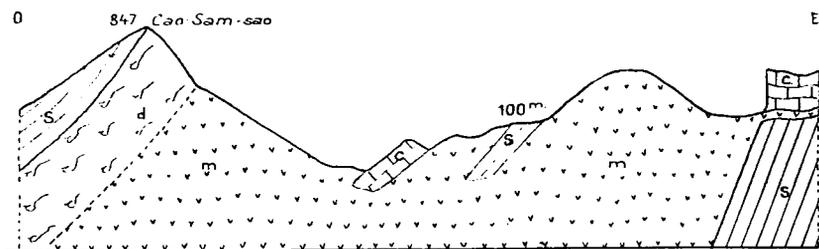


Fig. 7. — Coupe schématique par le Cao-sam-sao.  
m, Microgranite ; d, Diabase ; c, Calcaire ; s, Schiste.

Sur le filon diabasique de la rivière de Cu-lé reposent des schistes à Ptéropodes, complètement cristallisés et montrant leurs fossiles également métamorphisés, mais non déformés.

Sur la route de Dong-khé à Nam-nang, le microgranite montre des inclusions schisteuses et calcaires noyées dans la pâte éruptive (fig. 7).

Au point de vue éruptif, je dois également signaler les obsidiennes ellipsoïdales (0.04-0.02) de couleur verdâtre, trouvées dans les schistes mous du poste de Ta-lung ; elles sont sûrement d'origine volcanique ; mais j'ai vainement cherché des témoins de l'appareil les ayant engendrées.

En terminant la partie traitant des produits de l'éruptivité interne ou externe, il est bon de rappeler que la région Cao-bang, Lang-son est annuellement au moins le siège de mouvements séismiques constatés sans le secours d'appareils enregistreurs. Certains points, entre autres le point géodésique « Petit rocher », sont le siège de déviations magnétiques très marquées.

### Tectonique de détail et faciès topographiques concomitants

La transgression du Silurien-Dévonien ?, celle du Permo-Carbonifère, celle du Trias (j'ometts sciemment celle du Terrain rouge dont je n'ai pu faire une étude détaillée) et les failles du Tertiaire rapprochées des venues éruptives, dont l'une a métamorphisé le Dévonien (Ngan-son) et dont l'autre a traversé le Trias, constituent les arguments qui permettent de fixer à peu près l'âge de la venue des roches éruptives.

Le métamorphisme du Silurien-Dévonien, le non-métamorphisme du Permo-Carbonifère, les gisements stannifères du Pia-ouac que l'on est en droit de rapprocher de ceux des îles de la Sonde, m'ont amené à classer les plissements tectoniques ayant favorisé la venue granitique entre le Dévonien et le Permo-Carbonifère (plissements hereyniens).

Le peu d'amplitude des plis du Permo-Carbonifère et du Trias, les failles du Tertiaire lacustre de That-khé, la texture cataclastique du granite de Ban-vaï, les dislocations ayant amené l'injection microgranitique m'inclinent à placer cette venue après le dépôt du Tertiaire de That-khé, probablement à la même époque que les effondrements massifs dont les îles de la Sonde paraissent être les témoins. Les dislocations ont été accompagnées de tassements et du resserrement des plis déjà existants (allure extraordinairement resserrée des plis du système X : Pac-boc E., Éléphant E., Ninh-tuong E., Tri-lé N.O.).

En raison des transgressions citées plus haut, bien que pouvant exister, je n'ai pas trouvé d'arguments en faveur des plissements anté-siluriens-dévoniens, ni en faveur de ceux intermédiaires entre les plissements hereyniens et les dislocations tertiaires.

Ceci étant posé, nous pouvons aborder l'étude du détail.

A la première inspection, ce qui frappe surtout le lecteur de la carte, c'est la carapace calcaire qui s'étale à la surface du terrain représenté<sup>1</sup>.

Trois masses calcaires, celle du Bac-son, celle de Xuan-Xa, celle du Kim-hi, empruntent au Permo-Carbonifère leur principal substratum.

Deux alignements calcaires, celui de Dinc-ca et celui de Tong-noc, montrent à la fois le système silurien-dévonien et le Permo-Carbonifère.

Un troisième faciès (Ban-tinh, Coc-xo, Ngan-son, Cho-ra, Na-bor) montre des surfaces schisteuses, littéralement semées de témoins calcaires isolés : tantôt calcaire bleu épais, reposant sur les caleschistes à Ptéropodes, tantôt caleschistes à Ptéropodes seulement, suivant la marche progressive de l'érosion. Sauf des parcelles intimes restées comme preuves de son existence dans ces régions, le calcaire permo-carbonifère n'apparaît plus ; seul subsiste le Silurien-Dévonien.

Le casier de Dong-khé, formé de plis rapprochés, est, en gros, constitué d'éléments calcaires appartenant à la fois au Silurien-Dévonien et au Permo-Carbonifère.

A ces trois faciès calcaires s'ajoutent ceux du système X : 1<sup>o</sup> celui des schistes et grès supérieurs (Pho-ti, Mo-nhãi, Dong-khé, Lang-hit) ; 2<sup>o</sup> celui des schistes et grès inférieurs (Pac-boc, Ninh-tuong, Na-ri, Bac-kan, Na-noãi et Bi-nhi).

Ces cinq faciès : masse calcaire, alignement calcaire, témoins calcaires, schistes et grès supérieurs, schistes et grès inférieurs, demandent une description particulière.

1. C'est surtout sur la carte à 1/100 000 où les rochers sont représentés que cette carapace s'impose à l'œil.

Dans cette étude topographique, comme je l'ai fait pour l'étude lithologique des assises, je me bornerai à la description d'une seule région pour un faciès donné.

**Faciès témoins calcaires.** — Dans ces régions à soubassement du système X, surmonté du Silurien-Dévonien, quand on cherche à noter la direction des strates, on s'aperçoit que le problème est impossible ; toutes les directions s'y rencontrent : le phénomène de

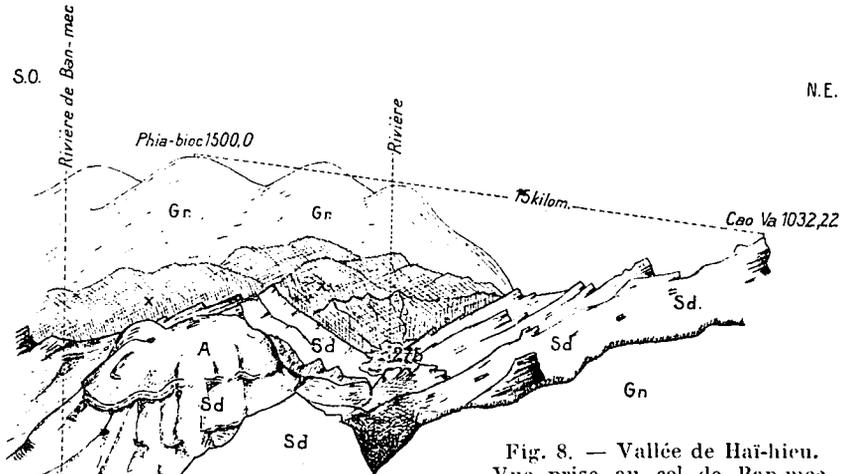


Fig. 8. — Vallée de Hai-hieu.  
Vue prise au col de Ban-mec,  
à 804 m. d'altitude.

A. Cloche calcaire ; x, Schistes et grès du système X, très forestiers ; Sd, Silurien-Dévonien, caleschistes à Ptéropodes et calcaire bleu épais ; Gr, Granite ; Gn, Gneiss.

la cloche calcaire y est très fréquent (fig. 8) ; c'est un massif schisto-gréseux littéralement calotté des mêmes caleschistes. Les diaclases y sont la règle (fig. 9).

L'aspect chaotique qui en résulte explique le mélange des schistes gréseux, des schistes à *Spirifer*, des caleschistes à Ptéropodes et du calcaire bleu épais que montre bien la carte à 1/100 000, régions de Ban-tinh, Ngan-son, etc. Géologiquement supérieur, le calcaire bleu épais occupe indifféremment les sommets ou les thalwegs.

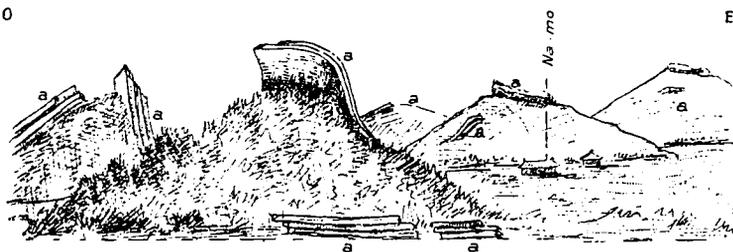


Fig. 9. — Village de Na-mo. — a. Caleschistes.

La région de Ban-tinh-Vu-mon est un large anticlinal à corde peu tendue englobant une série innombrable de plis à faibles dimensions, ce qui semble bien cadrer avec l'hypothèse d'un premier plissement à large envergure (hercynien) postérieurement morcelé par les plis serrés contemporains des dislocations tertiaires.

Dans le casier de Ngan-son qui continuait primitivement l'anticlinal du Coc-xo,

1. Mes observations ont été faites avant le lever de la carte topographique.

l'intervention des dislocations tertiaires a complètement modifié la direction des plis hercyniens.

Le casier est bordé à l'E. par une faille qu'indiquent (voir plus loin, fig. 12) :

- 1° le contact anormal du système X avec le Silurien-Dévonien ;
- 2° l'alignement diabasique jalonnant la faille ;
- 3° le rejet entre les deux systèmes atteignant plus de 500 mètres au pied du Cao-na-peï.

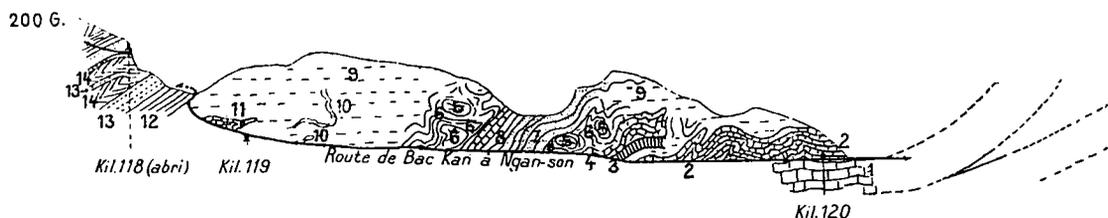


Fig. 10. — Pli couché du Déo-giang.

SILURIEN-DÉVONIEN : 1, Calcaire bleu épais ; 2, Calcschistes ; 3, Grès quartziteux ; 4, Calcschistes ferrugineux ; 5, Quartz ; 6, Schiste contourné enveloppant le quartz. — SCHISTES ET GRÈS SUPÉRIEURS : 7, Grès tacheté ; 8, Grès en lits minces ; 9, Argile contenant des fragments de grès, de phyllades, de calcschistes ; 10, Lits de schiste très fessile ; 11, Calcschistes reparaisant. — SCHISTES ET GRÈS INFÉRIEURS : 12, Premiers témoins de l'assise des schistes et grès inférieurs ; 13, Schistes durs ; 14, Schistes mous en discordance par suite de mouvement tectonique.

Parallèlement à la faille, au Sud, à l'Est et au Nord-Est, les plis enveloppent le dôme de Phan-ngame ; à l'Ouest (pl. I, coupe 1) le casier de Ngan-son se détache du système X par un pli couché très caractéristique, premier d'une série qui semble vouloir monter à l'assaut du dôme granitique comme si la masse interne de ce dernier s'était opposée au développement normal des plis (fig. 10).

A Ban-vaï, nous voyons également le Silurien-Dévonien, poussé du S.O., couvrir de ses plis imbriqués la face S.O. du Phia-bioc.

**Faciès alignement calcaire.** — L'alignement de Dine-ca est un synclinal constitué par le Permo-Carbonifère (fig. 11) ayant épousé la direction d'un synclinal hercynien (pl. II, coupe VI).

L'érosion a fait disparaître presque tout le flanc sud du calcaire gris clair ; son flanc nord repose à la fois sur le système X, sur le Silurien-Dévonien et sur le microgranite qui l'a d'ailleurs quelque peu métamorphisé.

C'est un synclinal dont le dièdre se termine en coin vers l'Ouest, entre les grès du Lang-hit et le terrain rouge de Thaï-nguyen, et qui, au contraire, s'évase à l'Est pour venir se confondre avec la masse peu remuée du Bac-son ; c'est plutôt une fronce qu'un pli.

L'alignement de Tong-noc, qui, lui, naît aussi d'une masse de calcaire gris clair, celle de Xuan-xa, s'échappe de la demi-feuille ouest de Pho-binh-gia pour aller s'éteindre brusquement sur la faille de Na-ché ; c'est, en gros, un pli couché du Silurien-Dévonien (hercynien) que le Permo-Carbonifère, incliné vers l'Ouest, recouvre en partie (pl. II, coupes IV et V) ; là aussi, nous retrouvons un effort tangentiel allant de l'O. vers l'E. et deux mouvements tectoniques se superposant ; le pli couché de Na-ton et le petit synclinal situé à l'Ouest, qui lui est parallèle, se sont formés entre le vaste anti-

elinal Co-xo d'une part et l'alignement bréchoïde de l'Éléphant, restes grandioses d'un anticlinal demantelé (pl. II, coupe IV).

**Faciès masse calcaire.** — Ces masses, qui sont toujours abritées du manteau de calcaire permo-carbonifère, doivent, en partie, leur conservation au peu d'amplitude des plis de ce manteau.

Elles la doivent également à leur altitude fréquemment inférieure à celle des masses schisteuses ou éruptives qui les entourent (le Cao-kiem domine de 500 mètres le calcaire du Bac-son).

Leur quasi-horizontalité, leur situation géographique plaident en faveur de leur affaissement ; mais je dois dire qu'au cours des campagnes 1904-1905-1906, je n'ai jamais vu de masses calcaires complètement affaissées.

Qu'il s'agisse de la masse du Bac-son, de celle de Xuan-xa, de celle du Kim-hi, de celle de Dong-khé, toutes sont des surfaces dont les limites sont partie attenante et partie faillée. Une telle surface est une écaïlle dont le bord opposé à la racine a plus ou moins pivoté autour de cette dernière.

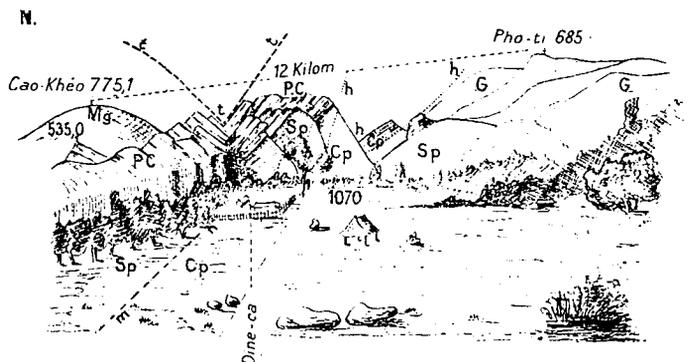


Fig. 11. — Vallée de Dine-Ca; vue prise à la pagode.

*t*, Synclinal tertiaire; *h*, Synclinal hercynien; *g*, Microgranite; *PC*, Permo-Carbonifère; *G*, Grès des schistes et grès supérieurs; *Cp*, Calcschistes à phanites; *Sp*, Schistes à *Spirifer*; *mn*, Limite entre les schistes à *Spirifer* et les calcschistes.

Dans la masse du Bac-son, les racines sont au Sud et au S.E., les parties faillées au Nord et au N.O. ; dans celle de Xuan-xa, l'attache est à l'O. et la faille à l'E. ; dans celle du Kim-hi, l'attache est au S. et à l'O., la faille au N. et à l'E. ; dans celle de Dong-khé, la racine est au N. et au N.E., la faille au S. et au S.O.

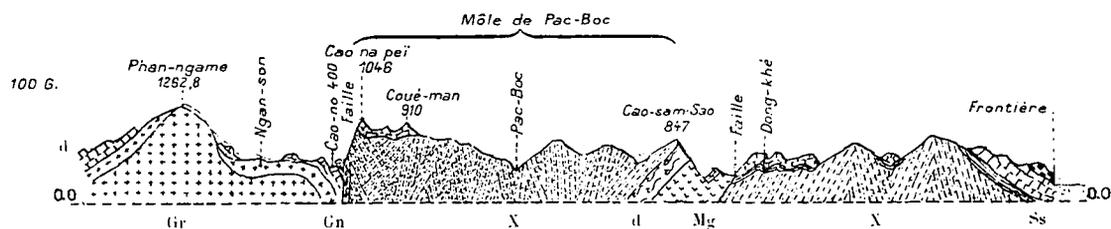


Fig. 12. — Coupe générale est-ouest prise au Nord de la carte (pl. I). Echelle: 1/500 000; hauteur quintuplée.

*X*, Schistes et grès du système *X*; *Ss*, schistes à *Spirifer* du Silurien; *Sd*, calcschistes et calcaire bleu épais silurien-dévonien; *Pc*, Permo-Carbonifère; *Gr*, Granite; *Mg*, Microgranite; *d*, Diabase; *Gn*, Gneiss. — L'orientation est donnée en grades *G*.

La plupart de ces failles sont injectées de roche éruptive, comme si les parties affaissées, jouant le rôle de contreponds, avaient été cause du remplissage de la faille.

**Faciès schisto-gréseux supérieur.** — A la faveur de petits dômes demantelés plutôt

que de plis (Na-bor, Mo-nhaï, Dong-khé, Lang-hit, etc.), les horizons supérieurs du système X se montrent dans des fenêtres du Permo-Carbonifère et du Silurien-Dévonien ; ce sont des régions intéressantes permettant l'étude des coupes naturelles que présentent les murailles et facilitant beaucoup la découverte des gites fossilifères.

**Faciès schisto-gréseux inférieur.** — A lui seul il occupe le tiers de la surface étudiée dont, la roche éruptive exceptée, il constitue le soubassement général ; ses strates sont toujours redressées, verticales même, ce qui explique l'érosion des terrains qui le couvraient antérieurement ; on y trouve pourtant, rarement il est vrai, des témoins de son ancienne couverture : à Coué-man, j'ai rencontré des restes de Silurien-Dévonien très caractéristiques ; entre Ninh-tuong et Tam-tri, j'ai ramassé un échantillon de la base du Permo-Carbonifère encastrant des galets provenant du système X.

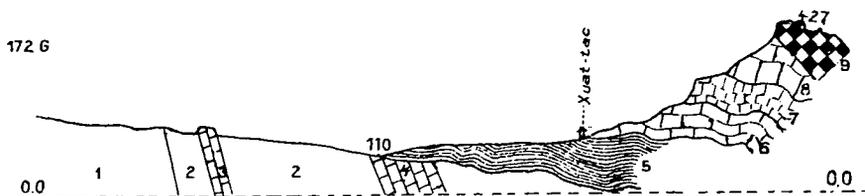


Fig. 13. — Muraille de Xuat-tac. — Echelle des longueurs et des hauteurs : 1/20 000.

SYSTÈME X : 1, Schistes et grès supérieurs ; 2, Grès calcifère ; 3, Lit calcaire mat ; 4, Calcschistes mats. — SILURIEN-DÉVONIEN : 5, Schistes à Spirifères ; 6, Calcschistes à Pthanites ; 7, Calcschistes à Ptéropodes ; 8, Calcaire bleu épais ; 9, Permo-Carbonifère.

Par rapport aux terrains qui les environnent, les schistes et les grès du système X paraissent jouer le rôle de môle : le Silurien-Dévonien et le Permo-Carbonifère y butent par faille, s'en éloignent ou les abordent par plis-failles ou plis couchés (pl. II, coupe II et figures 11, 12 et 13).

### Résumé tectonique

La carte (pl. I) me permet d'écourter cet alinéa, elle permet de voir la direction des plissements qui, d'abord N.S. au centre, s'incurve ensuite vers l'O. aussi bien au N. qu'au S, pour aller se confondre avec celle des plissements du Fleuve-Rouge.

Au Sud, près de Thaï-nguyen, l'incurvation est en même temps accompagnée d'un coincement qui explique la fin ouest du synclinal de Dine-Ca, ainsi que celle du petit synclinal de Trung-xa. Pincés entre le granite du Phia-bioc au N. et les terrains cristallophylliens du Tam-dao au Sud les plis tertiaires, suivant la voie des plis anciens ont dû se resserrer au contact de ces deux môles déjà consolidés.

Si, de ces faits, je rapproche ceux obtenus par ailleurs, en Indo-Chine, c'est-à-dire la direction S. E., parallèle au Fleuve-rouge, à la Rivière-noire, au Song-ma, celles N. E, E. E. N. et même E. O., constatées dans le quadrilatère Bac-ninh, Lang-son, Mon-cay, Haï-phong, il en résulte que l'incurvation de l'Eléphant et le coincement de Thaï-nguyen se font sentir jusqu'à la côte et même dans les îles qui bordent cette dernière.

Ce sont toujours là des résultats de détail ; d'autre part, si l'on ajoute à ces résultats restreints les nombreuses discordances constatées, le rôle localisé qu'ont joué les lacco-

lites dans la direction des terrains les entourant, le problème de synthèse tectonique se présente alors comme fort complexe, et j'estime personnellement que de nouvelles observations locales et des randonnées de généralisation sont nécessaires avant de pouvoir aborder une hypothèse permettant de rattacher l'orogénie tonkinoise à celle des régions entourant l'Indo-Chine.

**Tableau des Faits**

ANCIENS VÉRIFIÉS	ANCIENS REJETÉS	NOUVEAUX ACQUIS	NOUVEAUX A VÉRIFIER	NOUVEAUX A ÉLUCIDER
Faune du Silurien. Transgression du Trias. Transgression du terrain rouge.	Faune du Dévonien moyen	50 gîtes fossilifères.	Plissements hereyniens.	Age du système X.
		Faune du Silurien supér. Relations Chine et E.-U.	Dislocations tertiaires.	Age du calcaire bleu épais.
		Faune du Dévonien infér. Relations Chine.	Discordance du Silurien-Dévonien.	
		Faune de l'Arstinkien, Relations Inde.	Trias de Na-ton et de Na-tack.	
		Existence de laccolites.		
		Incurvation de l'Éléphant. Coincement de Thai-nguyen. Transgression du Permo-Carbonifère. Mouvement de bascule des masses calcaires du Permo-Carbonifère.		

En terminant cette note, je crois utile de dire qu'elle est appuyée :

- 1° Sur des observations prises au cours de 7000 kilomètres d'itinéraires ;
- 2° Sur la récolte de plus de 5000 échantillons de roches diverses ;
- 3° Sur la découverte et la prospection de 60 gîtes fossilifères ;
- 4° Sur de nombreux croquis panoramiques dessinés en cours d'exploration.

Quant à la carte qui l'accompagne, elle résume :

1° Une carte géologique à 1/25 000 de la région Dine-ca, Trung-xa, Xuat-tac, où j'ai tenu d'abord à étudier à fond la stratigraphie des diverses assises avant d'aborder une plus vaste région ;

2° Une carte à 1/80 000 des aires géologiques (Feuilles de That-khé, Pho-binh-gia et Loung-tchéou) ;

3° Une carte à 1/80 000 (mêmes feuilles) des directions et plongements pris au cours des 16 mois passés sur le terrain.

# INDEX ALPHABÉTIQUE

## DES NOMS CONTENUS DANS LA CARTE DE LA PLANCHE I

⊙, point géodésique. — Les deux lettres (majuscule et minuscule) qui accompagnent chaque nom se rapportent aux lettres de renvoi du cadre de la carte et indiquent les deux directions à suivre horizontalement et verticalement pour trouver l'emplacement du nom.

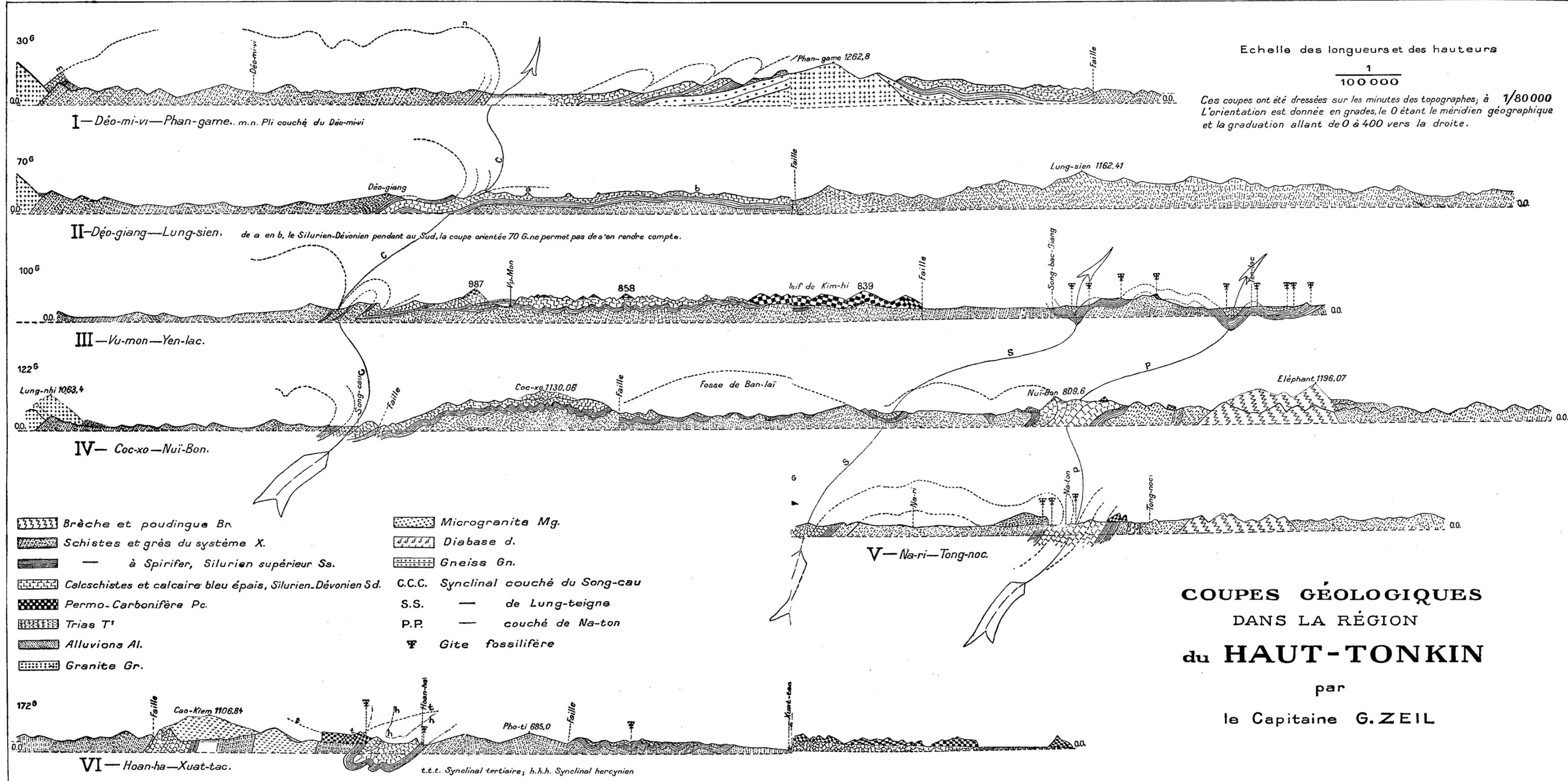
Ba-bé, lac	Lb	Ha-hieu ⊙	Jb	Phan-ngame	Ia
Bac-kan	Je	Hoan-ha	Gi	Phia bioc ⊙	Kb
Bac-son, région,	Ej	Hoa-nyem	Ff	Pho-binh-gia	Eg
Ban-baï	Ee	Hou-len	Dj	Pho-ti ⊙	Fi
Ban-dzuoc	Je	Hung-giao	Gj	Po ma	Ce
Ban-hit	Gi			Po-sien	Fb
Ban-kau	Ia	Kéo-len	Ia		
Ban-laï	Ie	Kim-hi ⊙	Ic	Quang-loung	Gi
Ban-mec	Ib				
Ban-pinh	Dd	La-hiem	Ij		
Ban quan	Ce	Lang-hit	Ji ⊙	Song-bac-Giang	Ee, Hb
Ban-san	Ge	Lang-laï	Ii	Song-bang-Giang	Ca
Ban-tiane	Fd	Lang-traï ⊙	Gj	Song-cau	Je, Ji
Ban tinh	Ig	Len-ka ⊙	Ei	Song-ki kong	Ce, Bd
Ban vaï	La	Lung-nhi ⊙	Jd	Song-na-ri	Hg
Binhi chinois	Ad	Lung-phai ⊙	De	Song-rung	Fj
Binhi français	Ad	Lung-sien ⊙	Gb	Song-ta-chu	Ee
Bo-cou ⊙	Hj				
Bo-va	Ia	Ma-kouis, riv. des	Jf	Ta-lua	De
		Mo-don	Hg	Ta lung	Ba
		Mo-nhai	Eh	Tam-dao, massif. Carte II	
Cao-kiem ⊙	Fh			Tam tri	Gh
Cao-ky	Jf	Na-ban	De	Thaï-nguyen	Jk
Cao-hao ⊙	Hh	Na-bor	Gi	Than-moi	Bj
Cao-na-peï ⊙	Ia	Na-ché	Fe	That-khé	Dd
Cao pi	Ic	Na-meun	Jg	Tong-hoa-phu	Je
Cao-pien ⊙	Df	Nam-ho	Hi	Tong-noc	Gf
Cao-piet ⊙	Ia	Nam-lon	Id	Tri-lé	Dh
Cao-pou ⊙	Fb	Nam-ma	Hi	Tri-xuyen ⊙	Cg
Cao-sam-sao ⊙	Ea	Nam-nang	Ea	Trung-xa	Hj
Cao-sam-lang ⊙	Ed	Nam-pa-ka	Dh	Tuong-noung	Ih
Cao-tet ⊙	Ce	Na-mo	Ig		
Cho-moi, poste	Jg	Na-noai	Cg	Van-linh	Cj
Cho-moi ⊙	Jg	Na-ri	Hf	Van-mit	De
Cho-ra	La	Na-tack	If	Vu-mon	Id
Coe-xo ⊙	Ie	Na-ton	Gf		
Coué-man	Ga	Ngan-son	Ib	Xang-moc	Hh
Cu-lé	Gd	Ni-ca	Jg	Xuan-xa	Ih
Cu-lien	Gd	Ninh-tuong	Hh	Xuat-tac	Fi
		Nui-bon ⊙	Ge		
Déo-giang, col	Ie			Yen-lac	Fd
Déo-mi-vi	Je	Pac-hoc	Ga		
Déo-vaï	Jh	Pac binh	Cg	72 <sup>e</sup> kilomètre	Je
Dine-ca	Hi	Petit rocher ⊙	Fd	81 <sup>e</sup> kilomètre	Je
Dong-khé	Dh	Pia-banc ⊙	Fd		
		Pien-do	Fd		
Eléphant ⊙	Ge				
Groupe d'arbres ⊙	If				

# TABLE DES MATIÈRES

	Page
<i>A.</i> — SÉRIE SÉDIMENTAIRE . . . . .	5
Système X . . . . .	5
Silurien-Dévonien . . . . .	6
Permo-Carbonifère . . . . .	8
Trias . . . . .	8
Terrain rouge . . . . .	9
Tertiaire lacustre . . . . .	9
Alluvions . . . . .	9
 <i>B.</i> — SÉRIE CRISTALLOPHYLLIENNE ET ÉRUPTIVE . . . . .	 10
Gneiss . . . . .	10
Granite . . . . .	10
Microgranite . . . . .	11
Diabase . . . . .	11
 TECTONIQUE DE DÉTAIL ET FACIÈS TOPOGRAPHIQUES CONCOMITANTS . . . . .	 13
Faciès témoins calcaires . . . . .	14
Faciès alignement calcaire . . . . .	15
Faciès masse calcaire . . . . .	16
Faciès schisto-gréseux supérieur . . . . .	16
Faciès schisto-gréseux inférieur . . . . .	17
 RÉSUMÉ TECTONIQUE . . . . .	 17
 TABLEAU DES FAITS . . . . .	 18
 <i>Index alphabétique des noms portés sur la carte 1</i> . . . . .	 19







**COUPES GÉOLOGIQUES  
DANS LA RÉGION  
du HAUT-TONKIN**  
par  
le Capitaine G. ZEIL