

TRAVAUX DU COMITÉ FRANÇAIS D'HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE (COFRHIGÉO)

TROISIÈME SÉRIE, t. XXIV, 2010, n° 2
(séance du 10 mars 2010)

Claude LEPVRIER

Jacques Deprat et les nappes de charriage du Tonkin

Résumé. Jacques Deprat (1885-1965), géologue puis chef du Service géologique de l'Indochine entre 1909 et 1919, hélas surtout connu pour son implication supposée dans l'affaire des trilobites apocryphes et dont la carrière géologique fut de ce fait brisée, a vu du même coup son œuvre tectonique indochinoise injustement discréditée. Et pourtant, les récentes investigations qui ont été menées dans le Nord du Vietnam confirment la justesse de son interprétation, accréditant l'existence d'une tectonique de nappes à caractère ductile, accompagnée de plis couchés à vergence vers le NNE, d'âge triasique.

Mots-clés : Indochine – Tonkin – tectonique – nappes de charriage – XX^e siècle.

Abstract. Jacques Deprat (1885-1965), geologist-in-chief of the "Service géologique de l'Indochine" from 1909 to 1919, is unfortunately known for his supposed implication in a palaeontological fraude: the so-called trilobites affair. Regarded as guilty in spite of his denegations, he was obliged to leave Indochina. The scrupulous inquiry by Michel Durand-Delga (1990) has allowed his rehabilitation. However, as a consequence, his tectonic interpretation of Tonkin as a pile of nappes was judged doubtful and immediately subjected to a vigorous checking by Jacob et Bourret (1920). Recent field-control of the descriptions of Deprat confirms the veracity of his interpretation. The aim of this paper is to re-establish Deprat as a pioneer in the tectonic knowledge of Northern Vietnam

Key words: Indochina – Tonkin – tectonics– thrust nappes – 20th century.

Introduction

On a hélas longtemps retenu de Jacques Deprat, auteur de travaux géologiques en Indochine entre les années 1909 et 1919, son implication supposée dans une affaire de fraude paléontologique qui fit à l'époque grand bruit. Reconnu coupable, Jacques Deprat fut contraint

d'abandonner ses recherches et de quitter définitivement le territoire. L'enquête menée par Michel Durand-Delga dans les années 1990, a conduit à émettre les plus grands doutes sur sa culpabilité et a permis de le réhabiliter et de le réintégrer comme membre à titre posthume de la Société géologique de France, dont il avait été exclu.

Il reste que la réputation de Deprat avait été ternie, sa carrière de géologue brisée et qu'un discrédit général avait été alors jeté sur toute son œuvre indochinoise, y compris sur ses travaux de tectonique.

Déjà réputé pour ses travaux en Eubée et en Corse, Jacques Deprat avait introduit au Tonkin, d'abord dans le secteur de la rivière Noire puis dans le Haut-Tonkin et une partie du Yunnan, l'existence de nappes de charriages, à caractère ductile, assorties de grands plis couchés. Les observations et descriptions de Deprat donnèrent lieu à partir de 1920, dès qu'il eut été mis en demeure de quitter l'Indochine, à de sévères vérifications par ses successeurs au Service géologique de l'Indochine. Une partie des données qu'il rapporta fut durement critiquée et jugée inexacte. Ses détracteurs durent cependant reconnaître, sans doute à contrecœur, tant leur défiance à l'égard de Deprat était forte, que le Tonkin était un pays de nappes, au point d'avoir tendance à s'attribuer la paternité de l'interprétation. Pour autant, l'existence d'unités allochtones dans le Nord du Vietnam n'a pas été retenue lors des levés des cartes géologiques effectués après l'indépendance du Vietnam : ainsi sur les cartes géologiques à 1/200 000 de la région ne sont figurés ni contacts plats, ni plis couchés, et il n'est fait état que d'une déformation relativement superficielle.

Qu'en est-il vraiment alors, un siècle après ces événements, des nappes de charriage décrites par Jacques Deprat ? C'est ce que nous nous proposons d'examiner, après avoir eu l'occasion de parcourir récemment le Tonkin, d'emprunter un certain nombre d'itinéraires de Deprat et de revisiter ses coupes. Disons tout de suite, à la lumière des faits de terrain et de leur analyse structurale et cinématique, qu'en dépit d'erreurs évidentes, quelquefois surprenantes, Jacques Deprat avait vu juste : les nappes de charriage existent bel et bien, telles qu'il les avait décrites.

L'accusation de fraude paléontologique : « l'affaire Deprat »

Revenons brièvement, pour remettre les choses dans leur contexte historique, sur ce qu'il est convenu d'appeler « l'affaire Deprat », que Michel-Durand Delga a examinée dans un article très documenté (Durand-Delga, 1990).

Jacques Deprat est un jeune géologue à la réputation déjà bien établie quand il est nommé géologue principal au Service géologique de l'Indochine. Il s'installe à Hanoï en 1909. Ce poste envié, avant qu'il n'obtienne celui de chef de Service en 1913, lui a été proposé, à la

recommandation de Pierre Termier ; cela à la suite de ses travaux en Eubée où il prépara sa thèse sous la direction d'Alfred Lacroix et aussi du fait de ses travaux remarquables en Corse. Il collabore sans réserves avec ses collègues du Service, alors dirigé, ainsi que la Direction des mines, par l'ingénieur en chef du Corps des mines Honoré Lantenois, et notamment avec le paléontologue Henri Mansuy. Il entreprend de longues missions de terrain au Yunnan et au Tonkin et parcourt de nombreux itinéraires souvent difficiles. Il lève de nombreuses cartes géologiques et publie généralement seul ou bien avec Mansuy de nombreux articles, notamment aux *Comptes Rendus de l'Académie des sciences*. Un important mémoire du Service géologique de l'Indochine, assorti de superbes et impressionnantes coupes en couleurs sort en 1915, intitulé *Études géologiques sur la région septentrionale du Haut-Tonkin (feuilles de Pa-Kha E., Ha Giang, Ma-Li-Po, Yen Minh)*. Jacques Deprat introduit à cette occasion, pour ce secteur du Tonkin et une partie du Yunnan, l'existence de grandes nappes de charriage, en grands plis couchés, une tectonique qu'il a déjà reconnue dans le secteur de la rivière Noire (Deprat, 1914). Ses travaux, qu'ils soient paléontologiques ou bien tectoniques, ne souffrent alors d'aucune contestation et sa notoriété est faite.

Survient alors l'accusation de fraude paléontologique émise brutalement à son encontre en 1917 par son collègue paléontologue Henri Mansuy. Celui-ci, bientôt suivi par son supérieur hiérarchique, Honoré Lantenois, soutient que Jacques Deprat a introduit sciemment dans ses récoltes des espèces de trilobites apocryphes d'origine européenne.

Tout s'enchaîne alors très vite. L'affaire fait grand bruit. Deprat se défend de toute fraude, refuse de s'expliquer, se raidit dans ses positions et se dit victime d'un complot. Il perd le soutien de la plupart de ses partisans et se retrouve esseulé. Le conflit avec Lantenois, son supérieur hiérarchique, s'envenime. Après nombre de péripéties et en dépit de ses dénégations, Deprat est finalement reconnu à l'unanimité coupable de forfaiture en 1919 par un jury d'honneur constitué par un comité de savants réuni à Paris et présidé par Emmanuel de Margerie. Il est alors mis dans l'obligation de quitter l'Indochine avec sa famille, et exclu – fait unique – de la Société géologique de France. Il est ainsi mis fin brutalement à la carrière de géologue indochinois de Jacques Deprat et sa carrière de géologue est par la même occasion définitivement brisée.

Il trouve une nouvelle voie comme romancier, sous le nom d'auteur d'Herbert Wild, publiant une série de romans dont l'un, intitulé *Les Chiens aboient* (1926), est l'occasion de répondre à mots couverts à ses accusateurs. Nombre de ses romans ont été réédités et – fait à souligner – son roman *Les Chiens aboient* a été traduit récemment en vietnamien par Ta Hoa Phuong (2006), paléontologue réputé pour ses travaux sur le Dévonien. Montagnard chevronné, Deprat fit hélas une chute mortelle dans les Pyrénées, son terrain d'escalade de prédilection. Il n'avait que 55 ans. Ainsi s'acheva brutalement la vie de Jacques Deprat qui, en elle-même, est un véritable roman.

Jacques Deprat est sorti de l'anonymat géologique dans lequel il avait été rejeté grâce à Michel Durand-Delga. Celui-ci, au prix d'une enquête approfondie, tenant compte de la personnalité des différents protagonistes qu'il cherche à cerner, des différents documents et témoignages qu'il a réunis, a émis les plus grands doutes sur la responsabilité de Deprat dans cette ténébreuse affaire de fraude. Son plaidoyer a permis en 1991 la réintégration de Deprat, à titre posthume, comme membre de la Société géologique de France.

Mais qu'en est-il de l'œuvre tectonique de Jacques Deprat sur laquelle l'affaire de fraude paléontologique dont fut-il fut accusé, a jeté un discrédit ?



Fig. 1. Pages de couverture des ouvrages de Deprat (1915a), Jacob et Bourret, (1920), Bourret, (1922).

1. Jacques Deprat et l'existence de nappes de charriage au Tonkin

Peu après son installation à Hanoï, Jacques Deprat fait état de l'existence de nappes de charriage dans le secteur de la basse et moyenne rivière Noire (Song Da) (Deprat, 1914). Et un peu plus tard, dans son mémoire intitulé *Études géologiques sur la région septentrionale du Haut-Tonkin*, (Fig. 1a, Deprat, 1915a), qui fait suite à une précédente étude sur le Yunnan (Deprat, 1912a), il définit et décrit au nord-est du Vietnam un système de nappes qu'il nomme « *nappes préyunnanaïses* ». Ce dernier travail s'appuie sur les levés géologiques de nombreuses cartes à 1/100 000, comme celle de Yen Minh à l'extrême pointe nord du Tonkin et sur la réalisation de coupes à différentes échelles. Il publie notamment de superbes coupes d'ensemble en couleurs (Fig. 2), d'allure très impressionnante, où sont dessinés d'amples plis couchés dans l'unité allochtone des nappes préyunnanaïses. Cette unité allochtone repose, via une épaisse couche de mylonites, sur des terrains autochtones qui, par contraste, sont seulement affectés par des plis droits ou faiblement déversés, avec, intercalée, une unité charriée intermédiaire, dite des schistes de Song Mien.

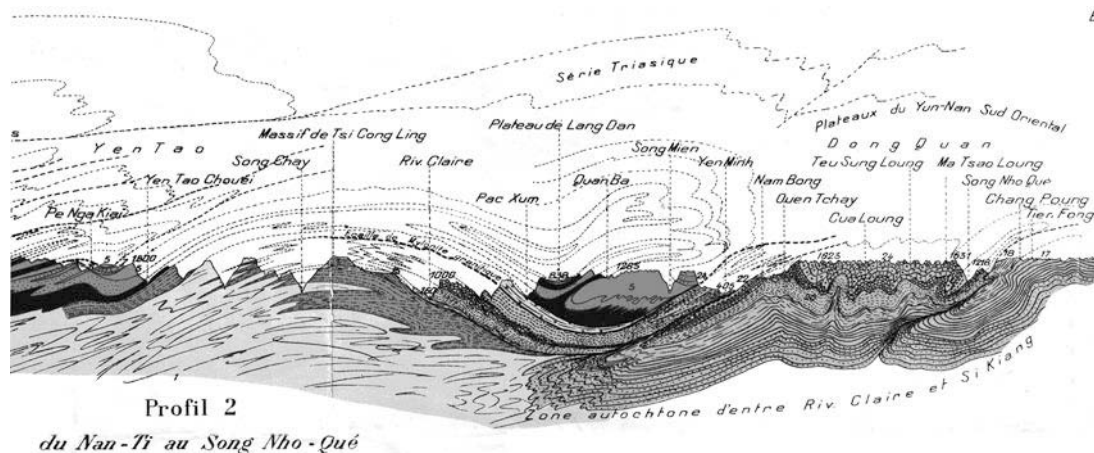


Fig. 2. Coupe partielle fig. 2, pl. III à 1/200 000 de Jacques Deprat (1915a) correspondant au front chevauchant des nappes préyunnanaïses sur les schistes de Yen Minh et la région nord du Dong Quan [Original en couleurs].

1.1. Le système de nappes sur la carte de Yen Minh (Nord de Ha Giang)

Jacques Deprat reconnaît et définit, dans le secteur du Haut-Tonkin au nord de Ha Giang, une grande unité allochtone appartenant aux nappes préyunnanaïses, avec un front de chevauchement à vergence vers le nord (Fig. 3A), que l'on peut suivre d'ouest en est depuis la frontière chinoise à l'ouest de Quan Ba jusqu'à la rivière Song Gam. Cette unité à matériel paléozoïque domine les schistes du secteur de Yen Minh (Fig. 4) qu'il attribue à l'Ordovicien (Mié-lé) mais qui s'avéreront être du Trias inférieur. La base des nappes est caractérisée par d'intenses niveaux d'écrasement représentés par des brèches tectoniques, des mylonites, des niveaux laminés, notamment dans les calcaires dévoniens et carbonifères recristallisés et transformés en marbres (Fig. 5). Jacques Deprat montre (p. 130) un gradient de la déformation,

avec des niveaux ultradéformés localisés à la base des masses calcaires du Paléozoïque supérieur notamment, soulignant le contact de charriage. Il fait état dans ses descriptions (p. 128 à 136) de déformation plastique, de figures de décollement et de plis aigus couchés et empilés, de toutes dimensions jusqu'à plusieurs mètres, qui donnent l'illusion de séries tranquilles. Arguant de la découverte d'une zone de racines au nord-ouest dans le Yunnan, au-delà du cristallophyllien du Song Chay, dans la moyenne vallée du Song Chay et la vallée du Nan Ti, il considère que la mise en place de la nappe s'est faite vers l'Est-Sud-Est. Sur la base d'une discordance présumée à la base du Carbonifère, il considère que la tectonique est « *anté-ouralienn*e ».

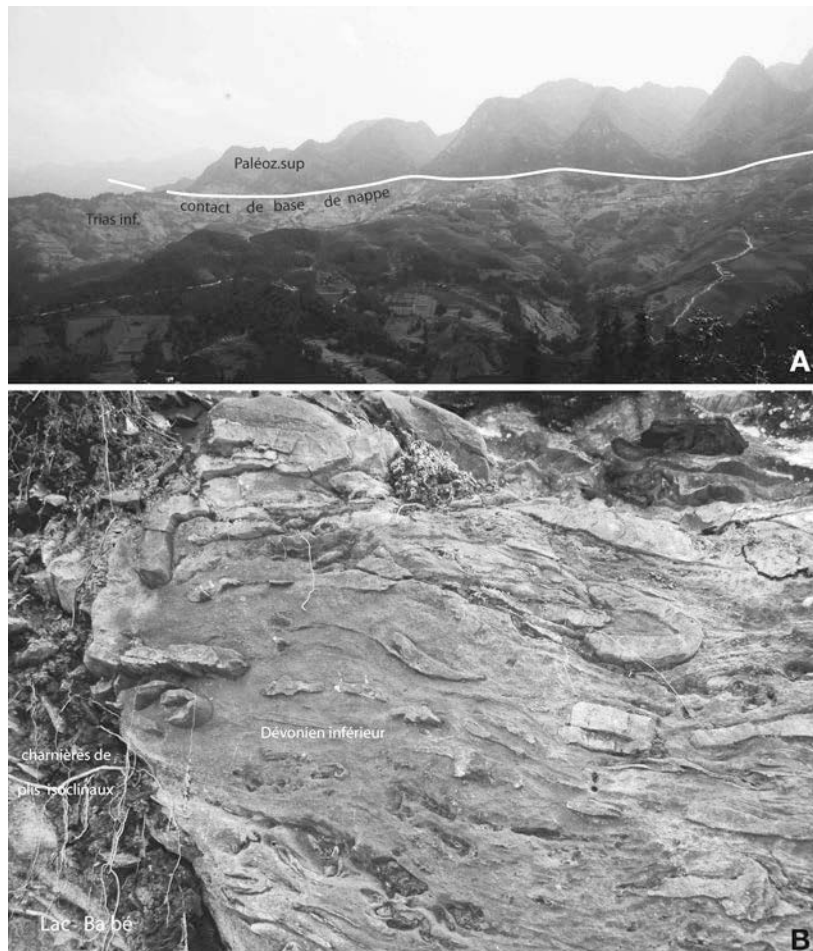


Fig. 3. Photographies de terrain. A : le front de chevauchement des nappes préyunnanaises (marbres du Paléozoïque supérieur formant les hauts-reliefs à l'arrière plan) sur les schistes de Yen Minh (Trias inférieure). NB : photo prise des hauteurs au Nord de Yen Minh, en direction du Sud. B : Microplis isoclinaux avec charnières siliceuses dans les calcaires de la Formation de Mié-lé du Dévonien inférieur de la région du lac Ba Bé (comparer avec la photo C, pl. VIII de Bourret, 1922).

L'autochtone sous-jacent à ces nappes, qui forme « *une zone interne autochtone* » bien développée dans le secteur du plateau de Dong Quan (Dong Van) et immédiatement plus au nord,

en Chine, est, par contraste, relativement peu déformé et fossilifère, affecté par de simples plis droits ou légèrement déversés au nord et par des chevauchements à pendage modéré à fort. Cet autochtone se relie selon lui à « *la région cristallophyllienne du Song Chay* ». Une zone intermédiaire formant la nappe de Song Miên, qu'il considère comme formée par des schistes ordoviciens, s'intercale entre la bordure sud de l'autochtone et les nappes préyunnanaïses.

Ses dessins et ses coupes sont à cet égard très éloquentes, sinon convaincants.

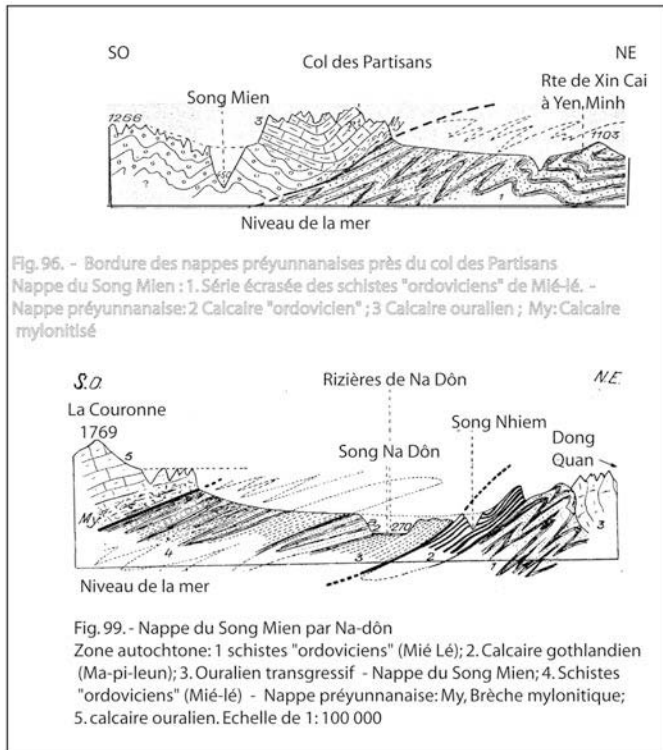


Fig. 4. Coupes de Deprat (1915) au niveau du chevauchement frontal des nappes préyunnanaïses.

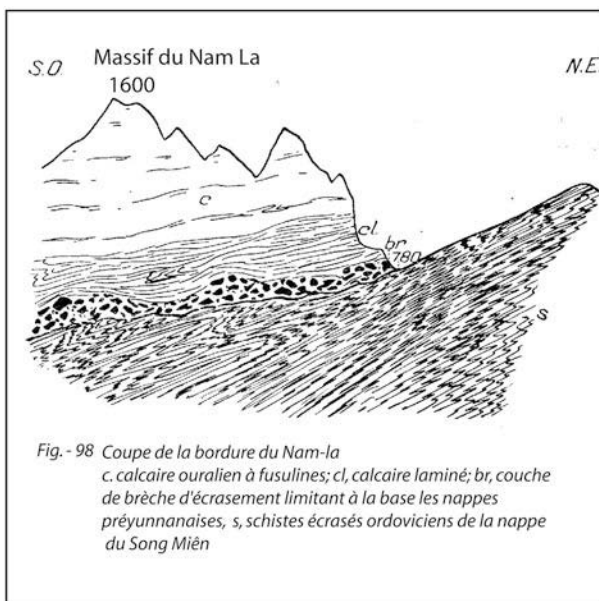


Fig. 5. Détails du contact basal des nappes préyunnanaïses au niveau de Nam La.

1.2. Le prolongement oriental des nappes vers la région de Cao Bang

À la suite de ses investigations dans le secteur du Tonkin jouxtant le Sud-Est du Yunnan, Jacques Deprat entreprend d'étendre ses conclusions au secteur plus oriental du Nord-Vietnam, dans la région de Bao Lac et vers Cao Bang. Et, en 1917, il publie un article aux *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, assorti de deux coupes, faisant état du prolongement oriental de la structure en nappes. Il incorpore dans les corps allochtones des massifs de roches éruptives comme le granite du massif de Pia Oac qu'il voit et dessine, déformé de façon ductile, sous la forme de gneiss.

2. La remise en cause de l'œuvre tectonique de Jacques Deprat au Tonkin : les travaux en révision entrepris par les géologues du Service géologique de l'Indochine, sous la direction de Charles Jacob.

La fraude paléontologique dont fut accusé Jacques Deprat eut pour effet de jeter un doute sur la véracité de ses descriptions tectoniques et sur la sincérité de son œuvre géologique en Indochine. Ses travaux furent *a priori* jugés peu crédibles, ne devant être considérés qu'avec la plus grande circonspection, Lantenois allant jusqu'à écrire que « *toute l'œuvre de Deprat est frappée de suspicion légitime, [...] toute sa vie scientifique a été une imposture ; tous ses travaux sont entachés de faux* » (lettre à Charles Jacob, 12/4/1920), Jacob pour sa part estimait qu'il s'agissait d'une œuvre de pure imagination. Même les cartes géologiques dressées par Deprat furent tenues pour fausses. Aussi, à peine Jacques Deprat était-il mis en demeure de quitter le Service géologique de l'Indochine, renvoyé en Métropole, et de fait interdit de toute activité géologique en Indochine, que, sous l'égide de Charles Jacob, devenu en 1920 nouveau chef du Service, on entreprit de contrôler les descriptions structurales et les interprétations tectoniques de Deprat.

2.1. Les travaux de vérification de Jacob et Bourret (1920)

C'est dans cet esprit de suspicion que des vérifications minutieuses furent opérées par Jacob et Bourret (1920) (Fig. 1b), le long d'un itinéraire empruntant les chemins parcourus par Deprat. Le préambule, en forme d'avertissement (Fig. 6), rédigé par Charles Jacob, chef du Service géologique, ne laisse guère de doute sur les intentions des auteurs : montrer le caractère fallacieux des descriptions faites par Deprat et rétablir la vérité à la lumière des faits de terrain.

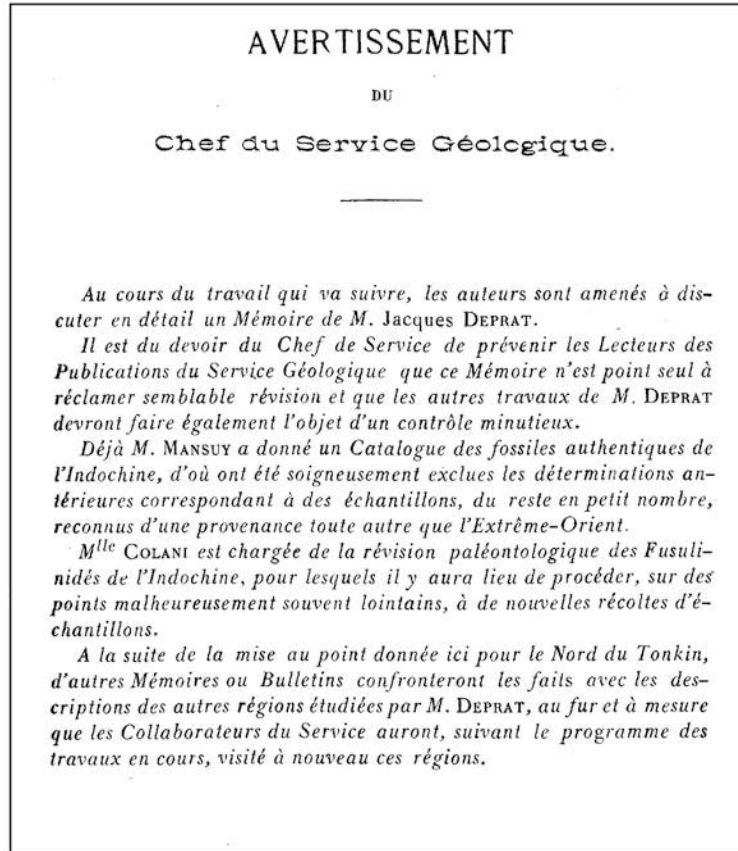


Fig. 6. Préambule avec Avertissement in Jacob et Bourret, 1920.

Mais force est pour eux d'admettre que le Nord du Tonkin est bien un pays de nappes, « *et de cela les indices abondent à tous les pas* » (Jacob et Bourret, 1920, p. 47), une interprétation dont Jacob a tendance même à s'attribuer la paternité ! Argand, ami de Jacob, sera aussi persuadé que « *l'admirable synthèse de Jacob a révélé tout récemment d'immenses nappes charriées* » [ce texte date de 1922].

Jacob et Bourret sont en effet amenés à contredire (en dehors des questions d'attribution stratigraphique) certaines observations et coupes de Deprat, arguments à l'appui. Pour autant, ces divergences ne remettent pas en cause le fait majeur, à savoir la structure en nappes. Comme Deprat, ils placent le plan principal de charriage à la base des calcaires du Paléozoïque supérieur au niveau du col des Partisans et au-dessus des schistes des environs de Yen Minh et du Song Nhiem. Ceux-ci, que Deprat pensait ordoviciens, seront ultérieurement corrélés avec raison par Bourret (1922) aux schistes triasiques du Song Hien dans le secteur oriental de Cao Bang.

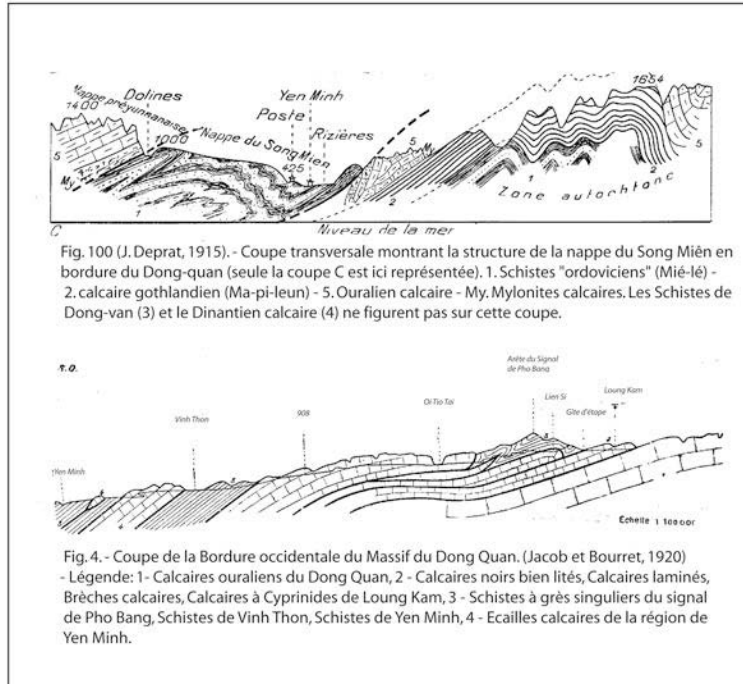


Fig. 7. Coupes comparées de la bordure nord des nappes préyunnanaïses et de la nappe de Song Mien dans le secteur de Yen Minh d'après Deprat (1915a), fig.100 et Jacob et Bourret, fig.4 (1920).

Voyons les principaux points du mémoire de Deprat que contestent Bourret et Jacob.

2.1.1. Le massif du Dong Quan.

C'est la région, à l'extrême nord-ouest du Tonkin, sur laquelle a surtout porté l'œuvre tectonique de Deprat. Un certain nombre d'inexactitudes de Deprat contrastent avec l'affirmation exacte des charriages.

- la question du trilobite *Trinucleus ornatus*, de l'Ordovicien supérieur

Jacob et Bourret contestent l'existence dans les termes élevés de la coupe menant à Chang Pong du trilobite *Trinucleus ornatus*, datant l'Ordovicien supérieur, et qu'ils jugent apocryphe. Ils soutiennent que les nombreuses coupures et subdivisions opérées par Deprat sont illusoires et ne reflètent que des complications et répétitions tectoniques. De fait, les récentes analyses rangent bien la formation de Chang Pong tout entière dans le Cambrien supérieur (Tong Dzuy Thanh et Vu Khuc eds, 2006). Mais Deprat a raison quand il distingue, stratigraphiquement au-dessus, la formation de Lutxia (Loutçia selon Deprat), dont l'âge ordovicien inférieur est confirmé par les trilobites *Isotelus*, *Hysterolenus* = *Pseudokainella* (Tong Dzuy Thanh et Vu Khuc eds, 2006). Il fait bien en revanche erreur en mentionnant l'existence d'Ordovicien moyen et de la base de l'Ordovicien supérieur pour la série sus-jacente de Si-ka au faciès continental rouge de type deltaïque et à la base conglomératique, et qui s'est avérée contenir des restes de vertébrés. Il s'agit en fait, comme pour la série marine de Bac Bun à

Howittia wangi à laquelle elle passe insensiblement, de niveaux d'âge Lochkovien à Lochkovien-Praguien (Dévonien inférieur). Or Jacob et Bourret considéraient cette formation comme d'âge Eifélien (Dévonien moyen). Ainsi l'Ordovicien supérieur et le Silurien manquent sous la discordance du Dévonien à faciès des Vieux Grès rouges ; cette lacune marque l'épisode tectonique, ici comme en Chine, qualifié de « *calédonien* ». Il n'est pas exclu que de l'Ordovicien supérieur remanié, puisse exister à la base du Dévonien.

Il est en tout cas avéré que la présence d'Ordovicien supérieur signalée par Deprat ne lui a été d'aucun profit d'ordre tectonique et n'a pas pu lui servir à établir ou étayer l'existence de nappes. On voit mal dès lors pourquoi il aurait pris le risque de frauder...

- l'anticlinal de Ma Pi Leun (désormais Ma Pi Leng) et l'âge anté-ouralien de la tectonique (Fig. 8 et 9)

Il s'agit d'un anticlinal dissymétrique que traverse la route de Méo Vac au Song Nho Qué et qui se poursuit vers le nord par le synclinal de Dong Van (charnière synclinale de Loung Tseu). Cet anticlinal est armé par les calcaires alors dits ouraliens (il s'agit des calcaires carbonifères de la formation de Da Mai ou Bac Son) et le cœur est constitué par des calcaires noirs, plissotés de Ma Pi Leun attribués au Gothlandien par Deprat, à l'Eifélien par Jacob et Bourret. On sait aujourd'hui qu'ils appartiennent aux formations Ban Pap et Toc Tat datées de l'Eifélien-Givetien et du Frasnien-Famennien. Mais, au-delà des attributions d'âge, le désaccord porte sur le caractère transgressif de l'Ouralien selon Deprat, alors que Jacob et Bourret voient à la base un contact mécanique. En vérité le contact est stratigraphique et l'aspect transgressif vient du fait d'une disharmonie entre les plis amples de ce Carbonifère massif et les calcaires noirs, plissotés de Ma Pi Leun. Cela n'exclut pas quelques mouvements différentiels. Mais surtout, Deprat (fig. 72, p. 126) introduit, entre les calcaires ouraliens et ceux de Ma Pi Leun, une lame de Cambrien que Jacob et Bourret (Fig. 5, coupe n° III) ne retrouvent pas et qui n'est pas non plus figurée sur les cartes actuelles. La transgression, selon Deprat, de l'Ouralien sur le contact anormal entre le Cambrien et les calcaires de Ma Pi Leun (1915, 1916), lui permettait d'établir l'existence d'une tectonique anté-ouralienne, dont, dit curieusement Deprat, « *j'étais convaincu moralement* ». La démonstration ne tient pas ! On sait aujourd'hui, à partir d'autres arguments, que la tectonique est d'âge triasique.

- la position des schistes du Song Nhiem et ses équivalents (schistes de Oui Pi, de Coc Pan, Van Vai) par rapport au Carbonifère

Ils sont sous-jacents à l'Ouralien du Dong Quan pour Deprat (Fig. 8), alors qu'ils le surmontent selon Jacob et Bourret. Cette dernière observation est confirmée sur les cartes et coupes géologiques récentes qui montrent bien cette succession de schistes, qui appartiennent au Trias inférieur (Fm de Dong Dai), sur les calcaires carbonifères (Fm de Bac Son) *via* la formation permienne de Dong Dang. Cette succession est répétée à la bordure nord du Dong Quan par le fait de contacts chevauchants donnant lieu à plusieurs écailles. Dans ce même

secteur les observations de Jacob et Bourret contredisent celles de Deprat sur le fait que les schistes de Song Nhiem et leurs équivalents de Pho Tang, du Oui Pi, etc., attribués à tort à l'Ordovicien par Deprat, surmontent, par l'intermédiaire des calcaires de Loung Kan, les calcaires ouraliens de Dong Van et non l'inverse.

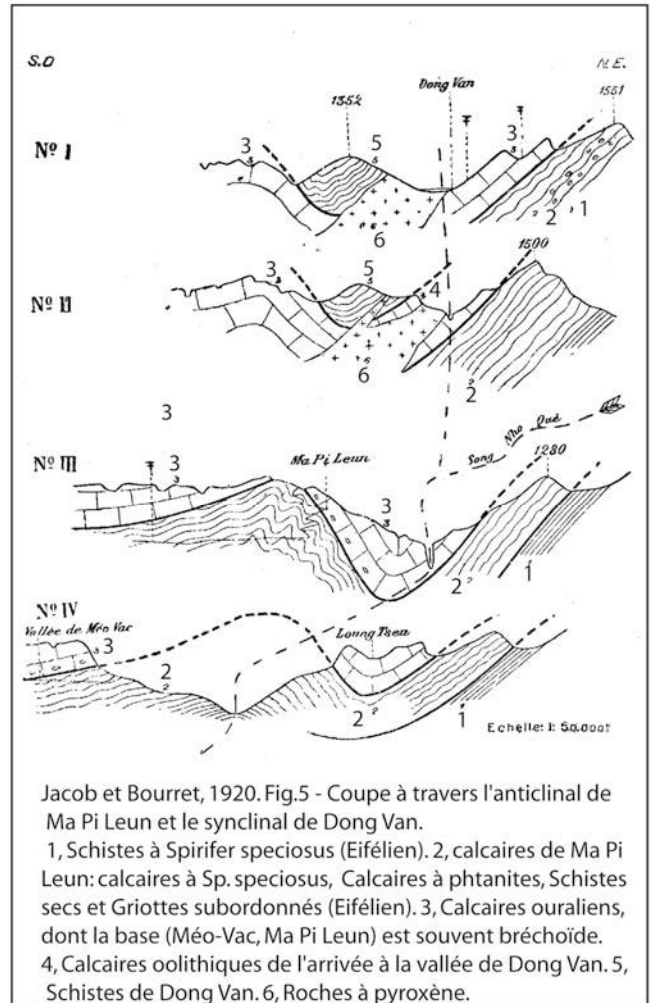
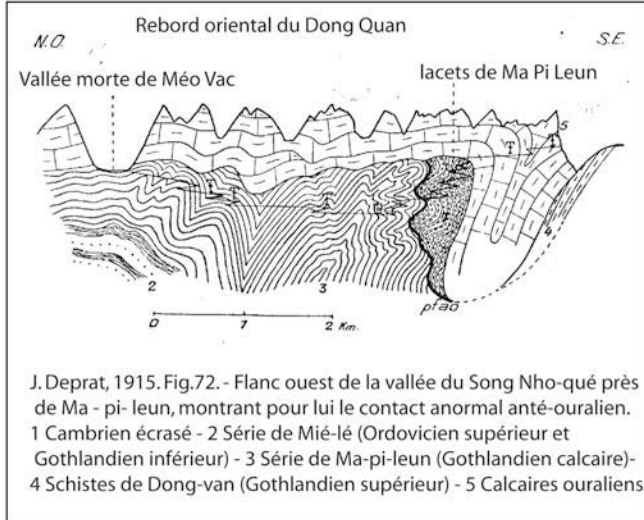


Fig. 8 et 9. Coupes comparées du secteur de Ma-Pi-Leun entre Méo Vac et le Song Nho Qué d'après Deprat, 1915a, fig. 72 et Jacob et Bourret, 1920, fig. 5, et la question d'une tectonique anté-ouralienne.

- les relations des schistes du secteur de Yen Minh avec ceux de la rivière Claire (Song Lo) et de Ha Giang

Jacob et Bourret, à la suite de Deprat, s'accordent pour reconnaître le caractère chevauchant du Paléozoïque supérieur de la nappe sur les schistes du Song Nhiem (secteur de Yen Minh) que Deprat voyait alors ordoviciens (ils sont triasiques). C'est le contact majeur de la base des nappes préyunnanaises (Fig. 7).

Deprat considère que les schistes du Song Nhiem sont équivalents à ceux de la rivière Claire, ce qui lui fait définir l'unité qualifiée de nappe du Song Mien et située sous les nappes préyunnanaises ployées en synforme. Jacob et Bourret considèrent avec raison que cette identification est inexacte, car il ne s'agit pas de formations de même âge, ce que confirment les attributions stratigraphiques : les schistes du Song Nhiem sont triasiques et ceux de Song Mien et de la rivière Claire (Song Lo) sont paléozoïques inférieurs. Pour eux, qui adoptent et même étendent cette conception de charriage, la relation est inverse et les schistes à sérécite de la rivière Claire forment une autre nappe désignée sous le nom de nappe de Quan Ba, qui surmonte la nappe du col des Partisans et qu'ils enracent dans la zone du moyen Song Chay.

2.1.2. Le massif du Song Chay

Pour Deprat, comme pour Bourret et Jacob, le dôme cristallophyllien du Song Chay – nommé massif du Haut Song Chay par Deprat – est un massif autochtone. La bordure occidentale de ce massif, côté Yunnan, constitue pour Deprat, au niveau du Moyen Song Chay et de la vallée du Nam Ti, la zone des racines des nappes préyunnanaises. Jacob et Bourret reconnaissent seulement (p. 37) qu'il s'agit d'une zone d'écaillés empilées, en effet formées d'alternances de calcaires et de schistes étirés et sans fossiles, le tout plongeant isoclinale au nord-ouest ; ils critiquent au passage « *la précision fantaisiste et déconcertante* » des figurations de Deprat pour ces terrains. On sait maintenant que cette bordure sédimentaire est bien en effet plissée isoclinale et montre les mêmes critères de cisaillement vers le nord que les gneiss du cœur du massif, ce qui fait que l'origine des nappes est en fait à rechercher au sud du massif et non à l'ouest. Les études récentes tendent à montrer que le massif du Song Chay est lui-même une lame gneissique allochtone et que l'origine des nappes se situerait dans une zone de suture au niveau de la basse vallée du Song Chay.

2.2. Les travaux de René Bourret (1924)

- l'extension orientale du système de nappes

Au Tonkin oriental, les travaux très consciencieux et précis de René Bourret : *Études géologiques sur le Nord-Est du Tonkin* (Fig. 1c) furent l'occasion pour celui-ci de revenir sur les écrits de Deprat qui avait publié une note aux *Comptes Rendus de l'Académie des sciences* (Deprat, 1917), étendant avec justesse la structure en nappes (nappes préyunnanaises) jusqu'à la région de Méo Vac et Cao Bang à l'est. Globalement, Bourret fait sienne cette interprétation nappiste. Il maintient l'existence de contacts initiaux plats, ultérieurement ployés en synformes, formant la base des nappes, et l'édifice allochtone qu'il décrit est en gros le même que celui reconnu par Deprat. Reposant sur un autochtone en position externe, une première unité est constituée par les schistes du Song Hien et par des intercalations de rhyolites laminées ; ces schistes du Song Hien sont pour lui l'équivalent des schistes du Song Nhiem de Deprat affleurant dans le secteur de Yen Minh, à cela près qu'avec raison il en reconnaît l'âge triasique.

Surmontant cette unité, viennent les nappes du Song Gam, équivalentes des nappes préyunnanaises. Il distingue ainsi une nappe inférieure et une nappe supérieure avec la lame du Lang Ca Phu et la lame du Pia Ya, et en position sommitale, une lame constituée par des roches intrusives gneissifiées et des marbres, formés par des calcaires ouralo-permiens comme ceux formant le plateau du Binh Lang. Il voit également un certain nombre de klippes et décrit diverses fenêtres. Bourret n'insiste pas sur la présence de niveaux mylonitiques mais note tout de même l'existence de roches calcaires et de roches éruptives laminées. Il ne fait pas état de plis couchés mais tout au plus de quelques plis anisopaques, comme par exemple dans les schistes du Song Hien sur la section n° I et II. Il donne toutefois une photographie (pl. VIII, photo C) prise dans les Cipolins du « *poste de Ba bé* » (secteur du Lac Ba Bé), qui appartiennent à la formation d'âge dévonien inférieur de Mié Lé (Mia Lé), où il décrit « *de curieux phtanites en fer à cheval* ». On sait aujourd'hui que ces figures correspondent à des charnières de plis isoclinaux, soulignés par des niveaux siliceux, comme en témoigne la nouvelle photo (Fig. 3) prise au même endroit.

- le cas des roches intrusives et du granite du Pia Oac

De nombreux pointements de roches plutoniques, généralement de petites dimensions : granites vrais, syénites (souvent à néphéline), gabbros etc., affleurent au Tonkin au sein des roches sédimentaires du Paléozoïque et du Trias inférieur. Un bon nombre, comme le Pia Ma, le Pia Ya font partie d'une association alcaline de gabbro-syénites (Tran Trong Hoa *et al.*, 2006). D'autres sont des granites vrais comme le Pia Bioc dans le secteur de Bac Kan ou bien le Pia Oac (Fig. 10), situé à l'ouest de Cao Bang (secteur Nguyen Binh-Tinh Tuc) dont un fragment comportant de l'autunite fut adressé à Marie Curie.

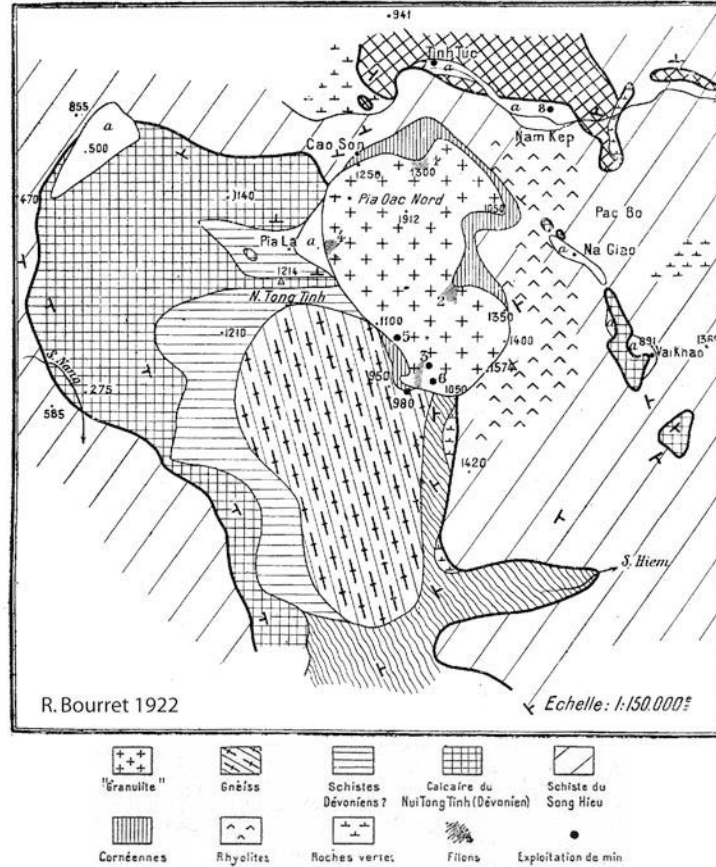


Fig. 28. - Schéma du Dôme du Nui Tong Tinh et du Massif du Pia Oac
LEGENDE: 1. Filons de Saint Alexandre. - 2. Filons de Khao Puac. - 3. Filons d'Ariane et Ganymède. - 4. Filons d'autunite. - 5. Exploitation par lavage: Beau Site. - 6. Exploitation par lavage: Ariane. - 7. Alluvions exploitées par lavage: Tinh Tuc. - 8. Alluvions exploitées par lavage: Nam Kep

Fig. 10. Carte de la région du Pia Oac (Bourret, 1922).

Bourret, après Deprat, fait état avec justesse de déformations sous forme de gneiss dans le massif de syénite du Pia Ma ainsi que celui du Pia Ya. En revanche, au sujet du Pia Oac, Bourret s'oppose fermement à Deprat qui voyait dans ce massif un corps allochtone, inclus dans le matériel charrié et déformé ductilement (Fig. 11a). Tout au contraire, Bourret qui parle de granulite, pour qualifier, selon la terminologie française d'alors, des granites alcalins à mica blanc, en souligne le caractère enraciné, autochtone (Fig. 11b). Il insiste à juste titre sur la texture équante de la roche et décrit une auréole interne de cornéennes, indice d'un emplacement post-tectonique.

C'est bien cette interprétation de Bourret qui est exacte. On peut se demander ce qui a poussé Deprat à représenter et interpréter le massif autrement. C'est au point de se demander si Deprat a vraiment visité le Pia Oac, ou bien s'il s'est contenté d'en inférer la structure, ou bien encore si il a voulu délibérément contredire Lantenois, partisan du non-charrage du Pia Oac ! On comprend la réaction de Bourret...

À la décharge de Deprat, disons cependant que l'encaissant du granite, en dehors des cornéennes, comporte dans son auréole des micaschistes et des paragneiss et également des marbres. Les études récentes montrent pour ces roches la même déformation ductile et le même cisaillement vers le nord que dans le reste de la nappe. Leur développement correspond à la mise en place syntectonique initiale du granite, alors que les nappes sont en mouvement et donc avant que ne s'opère la mise en place finale en climat postectonique. Cela signifie que le secteur se situe bien dans le domaine allochtone des nappes préyunnanaises.

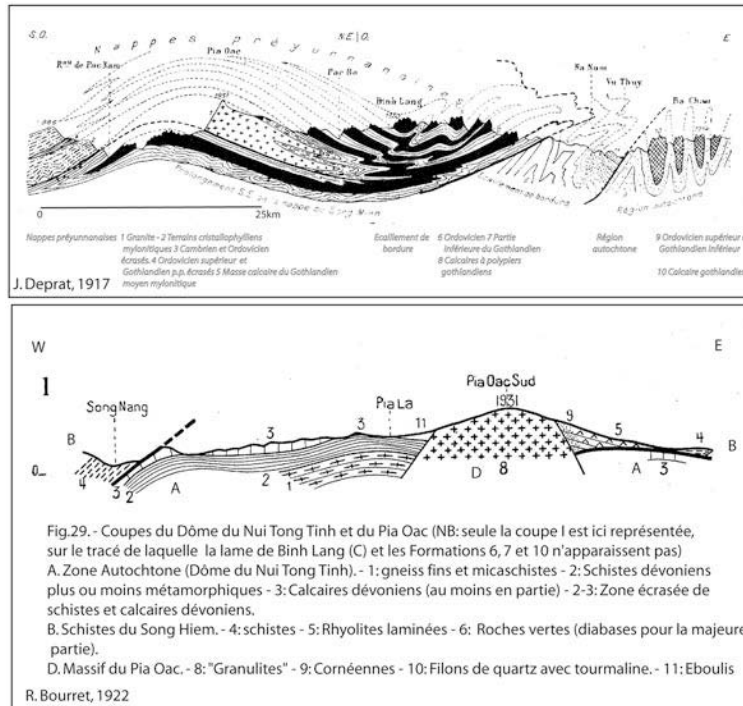


Fig. 11a. Coupe du rebord oriental des nappes préyunnanaises et du massif du Pia Oac de Jacques Deprat, (1917) ; b : coupe du massif du Pia Oac (coupe II, fig. 29, de R. Bourret, 1922).

3. L'interprétation actuelle de la structure du Nord-Est du Tonkin

L'analyse structurale de la région peut s'appuyer désormais sur une stratigraphie bien établie, qui est détaillée dans un ouvrage récent faisant référence (Tong Dzuy Thanh et Vu Khuc eds, 2006). Par ailleurs la région est couverte par des cartes à différentes échelles. Une carte à 1/1000 000, déjà un peu ancienne (Tran Van Tri ed., 1973), donne une idée claire des formations existantes et de leur arrangement. Elle fait nettement apparaître une disposition d'unités en arcs depuis longtemps reconnue, que séparent des contacts anormaux au tracé courbe, de nature chevauchante. Ces unités enveloppent à l'ouest le dôme gneissique du Song Chay et se développent vers la baie d'Halong et le golfe du Tonkin. Ces contacts se relient à des zones décrochantes NW-SE, généralement subparallèles à la faille du fleuve Rouge. D'autre part, ont été levées de belles cartes géologiques à 1/200 000 ; des cartes détaillées à 1/50 000, sont

malheureusement non consultables. Les contacts représentés correspondent à des failles verticales ou fortement inclinées et il n'est pas fait état de contacts plats. De même les plis représentés en cartes ou en coupes ne sont que des plis à plan axial assez fortement inclinés et il n'est plus question de plis couchés.

Nos dernières investigations menées sur le terrain tendent tout au contraire à confirmer globalement la justesse de la plupart des observations tectoniques de Deprat et l'existence de la structure en nappes profondes et plis couchés (Lepvrier *et al.*, 2009, 2010). Celles-ci reposent vers le nord à nord-est sur un domaine autochtone dont elles sont séparées par une unité intermédiaire, elle-même déformée ductilement et montrant des niveaux de décollement. Le massif gneissique du Song Chay, selon nos études, serait lui-même allochtone. Les données cinématiques indiquent une mise en place vers le Nord-Nord-Est, avec une possible zone d'enracinement au niveau d'une suture le long de la faille de Song Chay. Le secteur de la rivière Noire, loin au sud de la rivière Rouge, où Deprat avait aussi décrit des nappes, n'a pas été revisité ; il n'est pas exclu que l'existence de nappes puisse y être confirmée.

Conclusions

Ce réinventaire partiel de l'œuvre scientifique de Jacques Deprat au Tonkin est l'occasion de mettre en lumière ses éminentes qualités de tectonicien, ce dont ses premières recherches en Corse et en Eubée avaient déjà permis de ne pas douter.

Sans conteste, Jacques Deprat avait vu juste en interprétant la structure du Tonkin, en tout cas de sa partie nord-orientale comme un pays de nappes, ce dont ont convenu d'ailleurs, après lui, Jacob et Bourret. Sa capacité d'intégrer des observations faites à différentes échelles dans une vue synthétique est remarquable. Le style de la tectonique dont il rend compte admirablement dans ses coupes, avec ses déformations profondes, ses niveaux mylonitiques, ses plis couchés à toute échelle, est tout à fait conforme à la réalité du terrain et étonnamment moderne. À n'en pas douter il fut un pionnier. Il est regrettable et très injuste que l'affaire de fraude paléontologique dont il fut accusé ait entraîné une suspicion généralisée sur ses travaux indochinois et, tout particulièrement, sur ses descriptions et interprétations tectoniques.

Mais cela n'exclut pas les erreurs, que Jacob et Bourret puis Bourret rapportèrent avec raison, mais celles-ci ne remettent pas en cause le fait principal que constitue la reconnaissance de grandes nappes ductiles au Tonkin. Certaines de ses erreurs sont tellement surprenantes quelquefois, qu'on peut légitimement se demander s'il avait vraiment vu les affleurements en question ou s'il s'est laissé aller à son intuition. Tout laisse à penser que, sûr de lui, il alla quelquefois trop vite en besogne et qu'il eut tendance à généraliser, sans doute entraîné par son enthousiasme. On est surpris, confondu même, par certaines de ses formulations quand il croit

devoir écrire que telles ou telles de ses découvertes ne faisaient que confirmer ce qu'il avait pressenti et prédit.

On doit regretter qu'ait été mis fin aussi brutalement à une carrière de géologue très prometteuse qui aurait certainement permis d'apporter des résultats encore plus flamboyants. Le plaidoyer très argumenté de Michel Durand-Delga et le dossier qu'il a patiemment constitué ont fort justement permis de le réhabiliter. Mais cette affaire de fraude, pour laquelle tout porte à croire qu'il n'était pas coupable, avait aussi eu pour conséquence de mettre en doute ses travaux de tectonique au point que la commission constituée avait même cru bon, en confrontant ses itinéraires aux dates de ses tournées, de mettre en doute la sincérité de ses écrits.

Pour revenir sur la fraude paléontologique qui aurait consisté en l'introduction dans les séries cambriennes du Haut-Tonkin de trilobites d'origine extra-indochinoise, on peut se demander à qui pouvait bien profiter « *le crime* » ! Disons clairement qu'on ne voit nullement l'intérêt qu'aurait eu Jacques Deprat à tricher. La mise en évidence au Tonkin d'Ordovicien supérieur à partir du trilobite incriminé *Trinucleus ornatus* n'apportait strictement rien à la démonstration de l'existence de nappes, laquelle repose sur des observations structurales bien réelles et la reconnaissance de contacts anormaux soulignés par des niveaux de mylonites. Le seul parti qu'il en tire légitimement – ses détracteurs diront qu'il en fit un usage considérable et sensationnel – fut d'établir des corrélations stratigraphiques entre les régions où lesdits fossiles furent récoltés, ce qui ne peut lui être reproché.

Références

- BOURRET, R. (1922). Etudes géologiques sur le Nord-Est du Tonkin (feuilles de Bao Lac, Cao Bang, Ha Lang, Bac Kan, That Khé et Loung Tchéou). *Bulletin du Service géologique de l'Indochine*, vol. **XI**, fasc. I, 326 p., 27 pl.
- DEPRAT, J. (1912a). Étude géologique du Yun-Nan oriental. I : Géologie générale. *Mémoires du Service géologique de l'Indochine*, Hanoï, **1**, fasc. 1., 370 p., 20 pl.
- DEPRAT, J. (1912b). Sur la découverte de l'Ordovicien à *Trinucleus* et du Dinantien dans le Nord-Annam et sur la géologie générale de cette région, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **CLIV**, p. 1452-1454.
- DEPRAT, J. (1914). Étude des plissements et des zones d'écrasement de la moyenne et basse Rivière-Noire. *Mémoires du Service géologique de l'Indochine*, Hanoï, **3**, fasc. IV, 59 p., 2 pl.
- DEPRAT, J. (1915a). Études géologiques sur la région septentrionale du Haut-Tonkin (feuilles de Pa-Kha E., Ha-Giang, Ma-Li-Po, Yèn-Minh), *Mémoires du Service géologique de l'Indochine*, Hanoï, **4**, fasc. IV, 175 p., 39 pl.

- DEPRAT, J. (1915b). Les zones plissées intermédiaires entre le Yunnan et le Haut-Tonkin. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **160**, p. 640-642.
- DEPRAT, J. (1916). Sur la structure de la zone interne des nappes préyunnanaises et sur l'existence de charriages antéouraliens dans le nord du Tonkin. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **162**, p. 637-639.
- DEPRAT, J. (1917). La zone frontale des nappes préyunnanaises dans les régions de Bao Lac et de Cao bang. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **165**, n° 6, p. 243-246.
- DURAND-DELGA, M. (1990). L'Affaire Deprat. *Travaux du Comité français d'Histoire de la Géologie (COFRHIGEO)*, (3), **IV**, p. 117-212.
- DURAND-DELGA, M. (1995). L'affaire Deprat – plaidoyer pour la réhabilitation d'un géologue proscrit. *In* Essais sur l'histoire de la géologie en hommage à Eugène Wegmann, *Mémoires de la Société géologique de France*, **168**, p. 87-95.
- DURAND-DELGA, M. (2008). Trilobites indochinois ou non ? Retour sur l'affaire Deprat. *Géochronique*, n° **101**, p. 40-42.
- DURAND-DELGA, M. (2009). L'affaire des Trilobites : thème de « Les Chiens aboient... » *Carnets de Géologie* [6], Brest. *In* WILD H. éd., *Les Chiens aboient...*, nouv. édité., p. 7-12, Imprimerie Pulsio.
- FROMAGET, J. (1941). L'Indochine française, sa structure géologique, ses roches, ses mines et leurs relations possibles avec la tectonique. *Bulletin du Service géologique de l'Indochine*, **26**, (2), p. 1-140.
- JACOB, C., BOURRET, R. (1920). Itinéraire géologique dans le Nord du Tonkin avec un Avertissement. *Bulletin du Service géologique de l'Indochine*, **IX**, fascicule I, 39 p.
- LEPVRIER, C., FAURE, M., NGUYEN, V. V., VU V. T., TA T. T. (2009). Triassic north-directed thrust nappes in northeastern Vietnam. *IAGR Annual Convention & 6th International Symposium on Gondwana to Asia, Hanoi*. Conference Series **8**, 46-47.
- LEPVRIER, C., FAURE, M., NGUYEN, V. V., VU V. T., LIN WEI, TA T. T. (2011). North-directed Triassic nappes in Northeastern Vietnam (East Bac Bo). *Journal of Asian Earth Sciences*, **41**, p. 56-68.
- TONG-DZUY-THANH, VU KHUC (Ed.), 2006. *Stratigraphic units of Vietnam*. Vietnam National University Publishing House, Hanoi, 527 p.
- TA HOA PHUONG (2005). Mac Cho Cu Sua (traduction en vietnamien du roman « *Les chiens aboient* » d'Herbert Wild (Jacques Deprat), Paris, 1926.
- WILD, H. (1926). *Les chiens aboient – roman de mœurs contemporaines*. Albin Michel, Paris, 366 p.

Cartes géologiques

DGMV (Department of Geology and Mineral Resources of Vietnam, Hanoi). (2000). Geological map of Kim Binh-Lao Cai (F- 48-VIII & F-48-XIV): 1:200 000 scale.

DGMV (2000). Geological map of Ma Quan (F-48-IX): 1:200 000 scale.

DGMV (2000). Geological map of Bao Lac (F-48-X): 1:200 000 scale.

DGMV (2000). Geological map of Chinh Si-Long Tan (F-48-XI & F48-XVII): 1 :200 000 scale.

DGMV (2000). Geological map of Lang Son (F-48-XIII): 1:200 000 scale.

DGMV (2000). Geological map of Bac Quang (F-48-XV): 1:200 000 scale.

DGMV (2000). Geological map of Bac Kan (F-48-XVI): 1:200 000 scale.

DGMV, 2001. Geological map of Tuyen Quang (F-48-XII): 1:200 000 scale.

GDMGV (General Department of Mines and Geology of the Democratic Republic of Vietnam) (1973). Geological map of Vietnam (the North part), 1:1 000 000, Tran Van Tri, Ed. in Chief.