

# L'évolution géodynamique de la chaîne paléozoïque du Tianshan

M. Faure<sup>1</sup>, B. Wang<sup>1,2</sup>, D. Cluzel<sup>1</sup>, L. Shu<sup>2</sup>, J. Charvet<sup>1</sup>, K. de Jong<sup>1</sup>, Y. Chen<sup>1</sup>

1 : UMR CNRS 6113 ISTO, Orléans, 45067 Orléans cedex 2

2 : Département des Sciences de la Terre, Université de Nanjing, Nanjing, Chine

La chaîne du Tianshan s'étend sur plus de 3000 km en Asie centrale, elle sépare le Tarim au Sud du Juggar et du Kazakhstan au Nord (Fig. 1a). La collision indienne est responsable du haut-relief actuel, mais l'architecture de la chaîne est due à plusieurs événements d'âge Paléozoïque. Classiquement, la chaîne du Tianshan est divisée en Tianshan Nord, Tianshan Central, Tianshan Sud et Bloc de Yili (Fig. 1b). Ce dernier est souvent considéré comme l'extension occidentale du Tianshan Central, mais nos données structurales, géochimiques et paléomagnétiques suggèrent que ces domaines et leurs limites doivent être redéfinis.

Le **Tianshan Nord** est formé par des turbidites du Carbonifère supérieur et un mélange ophiolitique dont les radiolarites contiennent des microfaunes d'âge Dévonien supérieur-Carbonifère inférieur. Cet ensemble représente un prisme d'accrétion formé pendant la subduction du bassin océanique du Nord-Tianshan. Le charriage cénozoïque, vers le Nord, sur le bassin du Junggar, masque la véritable suture ophiolitique (Fig. 2). La limite sud du Tianshan Nord est la faille du N. Tianshan (NTF, Fig. 1). C'est un décrochement ductile dextre d'âge Permien.

Au Sud de la faille du N. Tianshan, se développe un arc magmatique Dévonien-Carbonifère installé sur un socle continental protérozoïque et une plateforme sédimentaire paléozoïque inférieur qui constituent le **Bloc de Yili**. Les roches volcaniques d'âge Carbonifère sont très répandues sur le Bloc de Yili. Leurs caractéristiques pétrologiques et géochimiques montrent qu'il s'agit surtout d'andésites, de rhyolites et parfois de basaltes appartenant à la série calco-alkaline. Les importantes anomalies en Nb et Ta s'accordent avec des magmas liés à une subduction et les discriminations des HFSE placent ces roches dans le champ des arcs continentaux. Les études isotopiques Rb-Sr et Sm-Nd indiquent que ces roches magmatiques sont issues d'un réservoir situé dans le manteau appauvri. Les formations sédimentaires de faible profondeur associées au magmatisme suggèrent que les roches magmatiques d'âge Carbonifère se sont formées sur une marge continentale active. Des datations ICP-MS-ablation laser de zircons issus de roches volcaniques et granitiques échantillonnés dans l'ensemble du Bloc de Yili, indiquent des âges compris entre 360 et 310 Ma, (Dévonien à Carbonifère supérieur). Les données structurales, pétrologiques, géochimiques et géochronologiques du Tianshan Nord et du Bloc de Yili sont en faveur d'une subduction de l'Océan Nord-Tianshan vers le Sud, sous le Bloc de Yili responsable de la formation de l'arc magmatique Carbonifère et du complexe d'accrétion.

La prolongation orientale du Nord Tianshan est l'arc de Bogda qui est composé de sédiments carbonifères, de volcanites et de granitoïdes. La cohérence temporelle et spatiale entre le complexe de subduction du Tianshan Nord et l'arc de Bogda suggère que la suture du Tianshan Nord se prolonge vers l'est, où elle serait cachée sous l'arc de Bogda par le chevauchement tertiaire.

La limite sud du bloc de Yili est une zone polydéformée qui contient des roches métamorphiques de haute-pression (HP), des mélanges ophiolitiques, un socle fait de roches métamorphiques crustales et de roches sédimentaires de plateforme. L'étude géologique détaillée le long de la rivière Kekesu révèle l'existence d'une déformation ductile formée avec un faible pendage. La linéation d'allongement subméridienne est associée à des critères cinématiques indiquant un cisaillement du Sud vers le Nord qui affecte des roches océaniques métamorphisées dans des faciès de HP (schistes bleus et éclogite) et des roches continentales correspondant à la bordure méridionale du bloc de Yili. Une déformation ductile extensive développée dans le faciès schiste vert résultant de la rétro-morphose des schistes bleus est également rencontrée. Des datations <sup>39</sup>Ar/<sup>40</sup>Ar par sonde laser

de micas blancs dans des métapélites issues de schistes bleus rétro-morphosés et de quartzites dans le faciès schistes verts donnent des âges compris entre 330 et 315 Ma qui sont interprétés comme l'âge de la fin de l'exhumation des roches de HP. Enfin, les roches métamorphiques sont recoupées par le décrochement ductile dextre de Nikolaiev-Nalati (NNF Figs. 1, 2).

La formation des roches de HP a été interprétée comme associée à une subduction vers le nord de l'Océan du Tianshan, également responsable du magmatisme d'arc de la partie sud du Bloc de Yili. Cependant, cette interprétation n'est pas étayée par nos données puisque le magmatisme d'arc du Bloc de Yili est significativement plus jeune que le pic du métamorphisme prograde de HP (antérieur à 350 Ma) et même que leur rétro-morphose carbonifère. En outre, l'analyse cinématique indique un cisaillement ductile vers le Nord. Ces données cinématiques sont en accord avec les observations structurales acquises plus à l'Est (région de Mishigou-Gangou au Sud de Urumqi). Cette unité formée de roches basiques et ultrabasiques et de sédiments marins profonds, métamorphisés dans les faciès HP et éclogite avant le Carbonifère, correspond à une suture ophiolitique entre le Bloc de Yili et le Tianshan Central (S1, Fig. 3). À l'Est d'Urumqi, le Bloc de Yili n'est plus reconnu, car les décrochements ductiles juxtaposent directement le Tianshan Nord et le Tianshan Central.

Dans le **Tianshan Central**, l'arc magmatique Carbonifère n'existe pas, mais on y trouve un arc et des turbidites d'âge Ordovicien terminal-Silurien. Des calcaires et des grès du Carbonifère inférieur recouvrent en discordance l'arc Paléozoïque inférieur. La partie sud du Tianshan Central est formée de roches métamorphiques protérozoïques surmontées par une série de roches terrigènes et carbonatées d'âge Ordovicien, Silurien et Dévonien. Ainsi, le Tianshan Central représente un arc magmatique paléozoïque inférieur installé sur un substratum continental.

Sur le **versant sud du Tianshan**, (régions de Wushi, Heiyingshan, Kumux, Fig. 3), on rencontre un mélange ophiolitique contenant des blocs de radiolarites, calcaires, serpentinites, basaltes en pillows, diabases et gabbros. Ces derniers, datés à 390 Ma, ont une signature géochimique de bassin d'arrière arc. Les radiolarites contiennent des microfaunes du Tournaisien, la matrice pélitique des blocs n'est pas datée mais ce mélange est recouvert en discordance par des dépôts du Viséen. Par ailleurs, l'évolution de la plateforme carbonatée d'âge Ordovicien-Silurien du Tianshan Central vers des roches siliceuses (cherts rubanés et pélites siliceuses) suggère un approfondissement de cette marge continentale pendant le Dévonien inférieur à moyen. Ces données s'accordent avec l'existence d'un bassin marginal entre le Tianshan Central et le Tarim pendant le Paléozoïque inférieur et le Dévonien.

Les observations de terrain indiquent que le mélange du S. Tianshan est charrié du Sud vers le Nord sur les séries carbonatées dévoniennes du Tianshan Central. Cette déformation ductile s'est produite avant le dépôt des séries terrigènes et carbonatées du Carbonifère inférieur-moyen recouvrant en discordance le mélange ophiolitique et son substratum tectonique. Il faut cependant remarquer que les séries carbonifères sont elles-mêmes déformées par des plis, parfois synschisteux, à vergence Sud. Mais l'âge de cette déformation n'est pas établi avec certitude. Il est peut-être Cénozoïque, mais des âges compris entre le Permien et le Paléocène ne peuvent pas être écartés. Ce mélange ophiolitique a été interprété comme une nappe déplacée du Nord vers le Sud. Dans notre interprétation, il est au contraire, issu d'une suture méridionale qui sépare le Tianshan du Tarim (S2 in Fig. 3). En effet, sur la bordure septentrionale du Tarim dans les massifs de Kulukutag et Kepintag (Fig. 3), les roches du Dévonien présentent des faciès de grès rouges continentaux, et toutes les séries paléozoïques, (Carbonifère et Permien inclus), sont plissées, décollées et charriées vers le Sud pendant la tectonique néogène (Fig. 2).

Les limites des blocs de Yili et Tianshan Central ont été redéformées par des décrochements ductiles dextres. Nos datations  $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$  (biotite et roche totale) des ardoises associées aux failles NTF et NNT (Fig. 1) indiquent des âges de 270-250 Ma correspondant au mouvement de ces failles.

Ces datations s'accordent avec les données disponibles sur la Faille Principale du Tianshan (MTSZ, Fig. 1). Ces mouvements coulissants sont associés à l'ouverture de pull-aparts et à un magmatisme intraplaque, représenté par des granites alcalins, des basaltes tholéiitiques continentaux et des rhyolites et tufs acides. Les décrochements permien apparaissent comme complètement indépendants de la tectonique de convergence N-S antérieure.

Finalement, un modèle simple de l'évolution du bloc de Yili et de l'ouest du Tianshan chinois est proposé (Fig. 4). Pendant l'Ordovicien et le Silurien inférieur, l'Océan Tianshan séparait le Bloc de Yili du Tianshan Central. Cet océan a commencé à se fermer par subduction vers le Sud pendant l'Ordovicien supérieur et le Silurien inférieur en produisant l'arc du Tianshan Central. L'Océan Tianshan s'est fermé au Dévonien. La subduction océanique est suivie par la subduction continentale du Bloc de Yili sous le Tianshan Central. Elle est responsable de la formation des roches métamorphiques de HP. Simultanément à la fermeture de l'Océan Tianshan, une mer marginale s'ouvre au sud du Tianshan Central. Pendant le Paléozoïque inférieur, les dépôts de grès et de calcaires suggèrent que la marge nord du bloc de Yili était une marge passive. Entre le Dévonien terminal et le Carbonifère inférieur, à cause de la fermeture de l'Océan Tianshan, les blocs de Yili et du Tianshan Central formaient une seule masse continentale. A ce moment là, les roches de HP sont exhumées et rétro-morphosées. La fermeture du bassin d'arrière arc est associée au charriage du mélange ophiolitique du Tianshan Sud. Simultanément, la subduction vers le sud d'un bassin océanique, appelé Océan Nord Tianshan, est responsable de la formation de l'arc magmatique de Yili et du complexe de subduction du Tianshan Nord. La subduction de l'Océan Nord Tianshan s'est achevée au Carbonifère supérieur avec la collision entre Block de Yili et le Junggar. A la fin du Carbonifère, la convergence subméridienne (par rapport aux coordonnées actuelles) est achevée. Tous les blocs continentaux sont alors soudés. Au Permien, les décrochements dextres d'ampleur plurikilométrique perturbent la géométrie initiale.

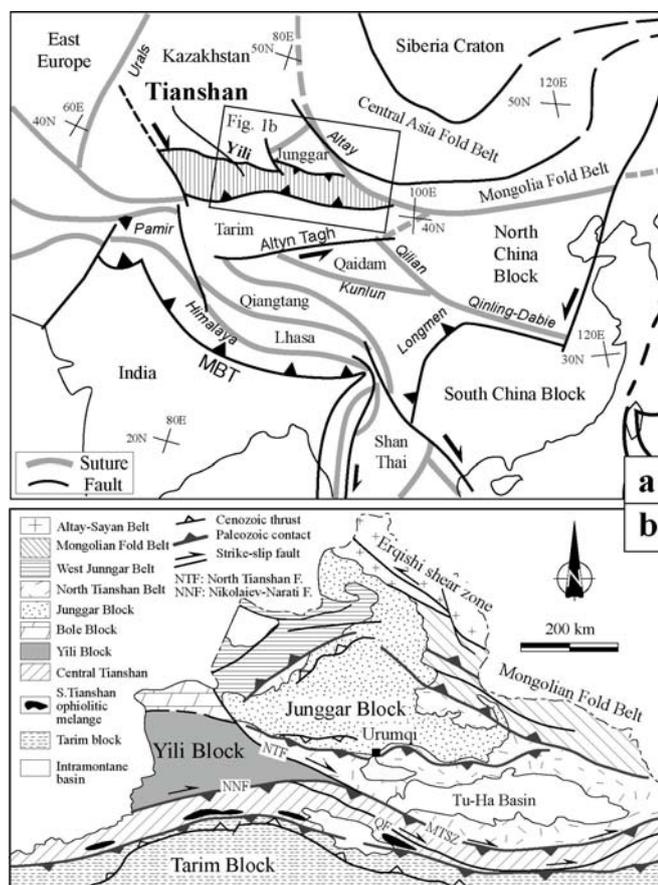


Fig. 1a : Situation de la chaîne du Tianshan en Asie centrale ; 1b : subdivisions de la chaîne en N. Tianshan, Yili, Tianshan Central, S. Tianshan, compris entre les grands blocs crustaux du Tarim et du Junggar

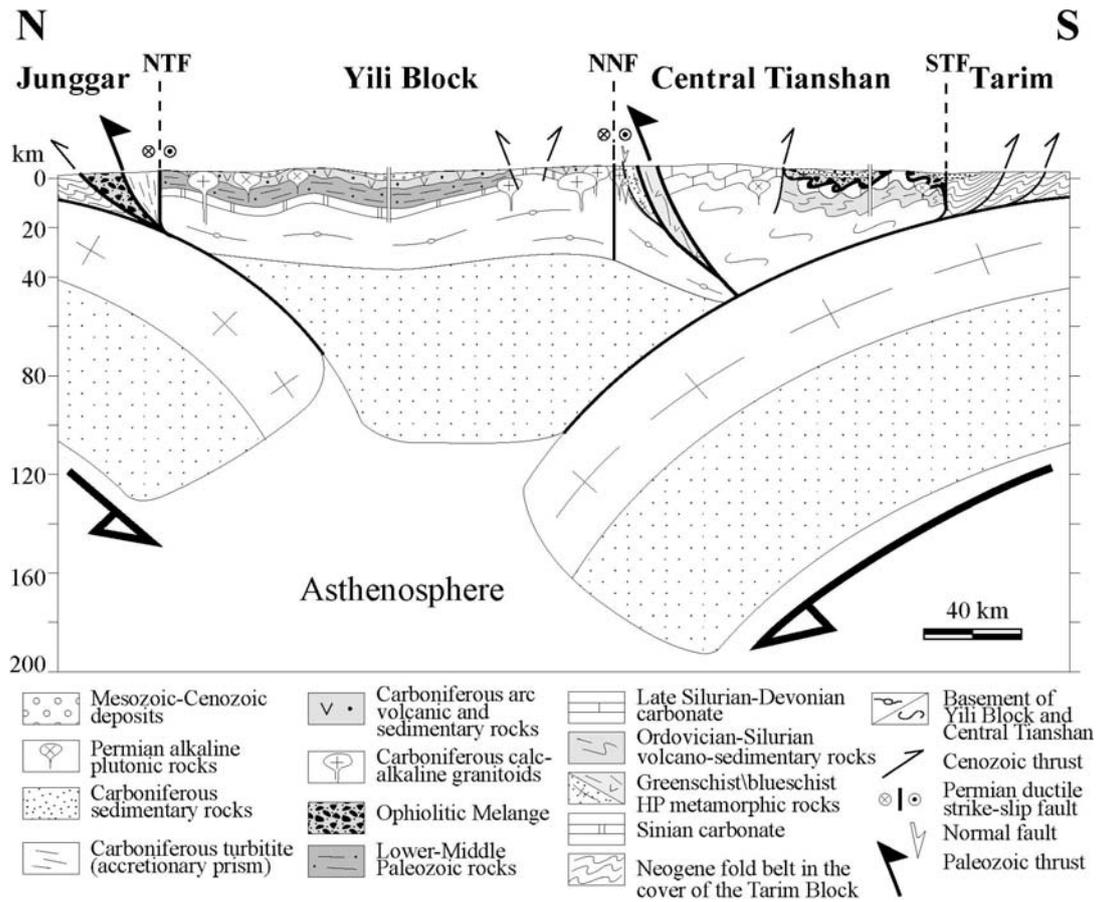


Fig. 2 : Coupe à l'échelle lithosphérique montrant l'état actuel des subductions intracontinentales du Tarim et du Junggar.. NTF: North Tianshan Fault, NNF: Nikolaiev-Nalati Fault, STF: South Tianshan Fault

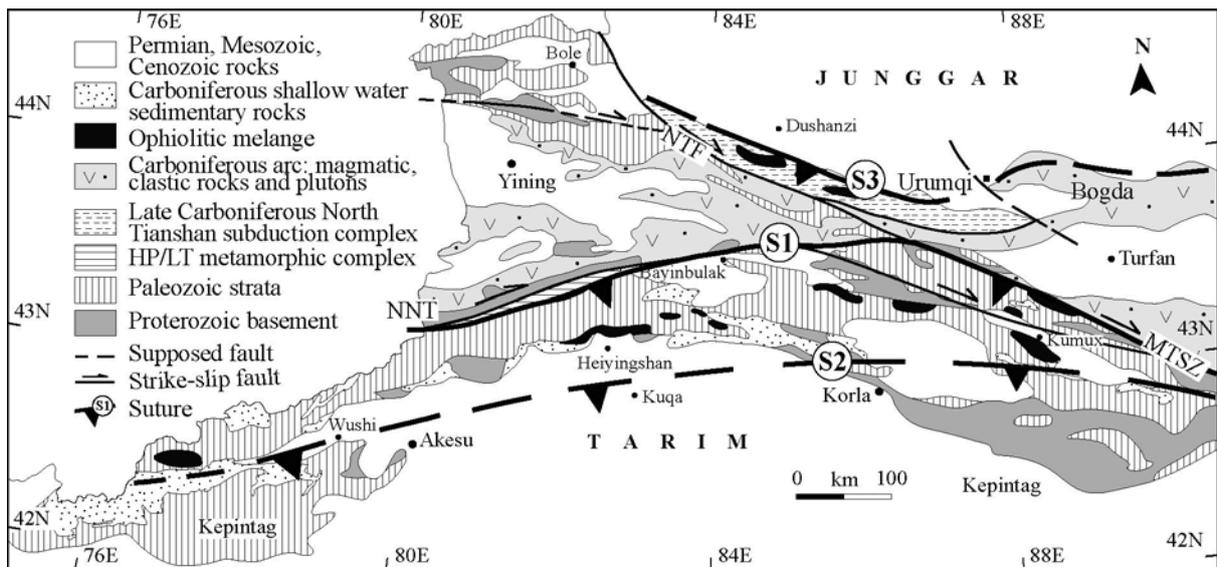


Fig. 3 : Schéma structural simplifié de l'Ouest du Tianshan Chinois montrant les trois sutures. S1, S2, S3.

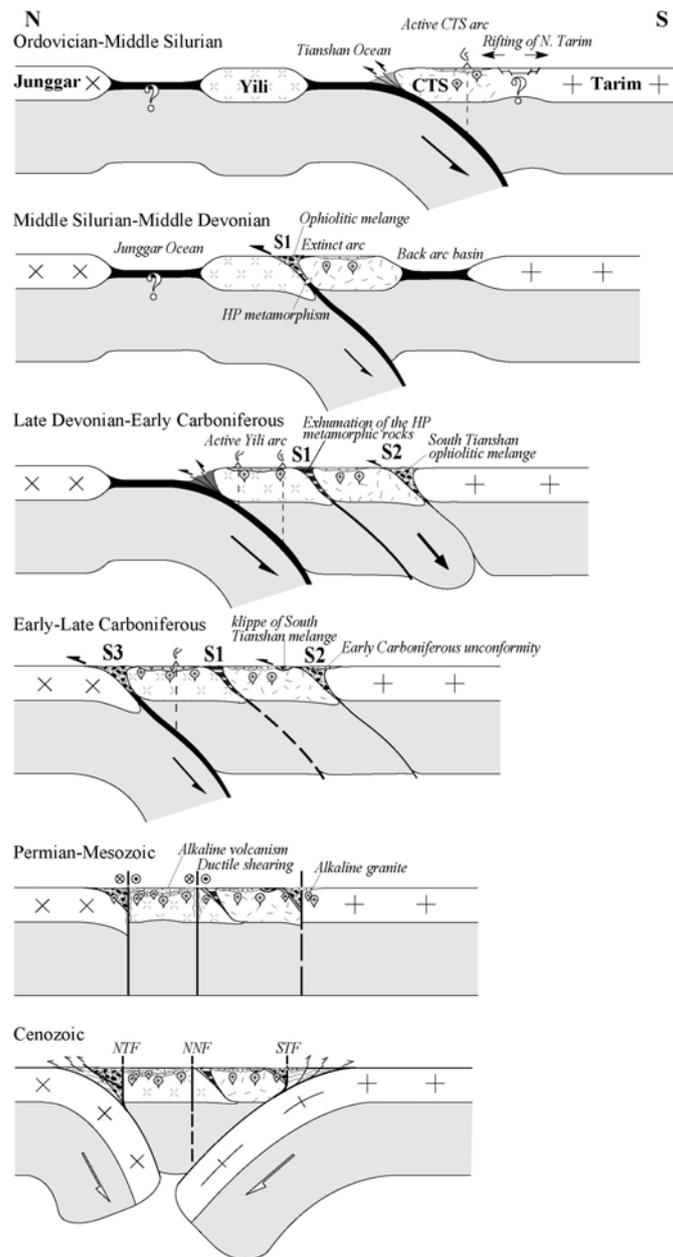


Fig. 4 : Modèle d'évolution géodynamique du Tianshan. La convergence continentale entre Junggar et Tarim est accommodée par trois subductions diachrones vers le Sud.