

DEVOIR SURVEILLÉ n°4

Biologie et géologie

Durée 4 h

L'usage d'abaques, de tables, de calculatrice et de tout instrument électronique susceptible de permettre au candidat d'accéder à des données et de les traiter par les moyens autres que ceux fournis dans le sujet est interdit.

- Ce devoir comporte deux parties. Le même nombre de points est affecté à chacune des deux parties.
- Il est attendu que vous consacriez 2 heures à chacune, mais la gestion du temps vous est confiée.
- Les deux parties sont traitées sur deux jeux de copies, numérotées à la suite les unes des autres et remises ensemble en fin d'épreuve.
- Le plus grand soin sera apporté à la présentation et l'orthographe, ainsi qu'à la clarté et la concision de vos réponses. Aucune abréviation non conventionnelle ne sera utilisée sans que n'en soit mentionnée la signification.

Le sujet comporte 13 pages NB (dont la feuille annexe à rendre avec la copie) et 2 pages couleur.

Il vous est conseillé de prendre connaissance de la totalité du sujet avant de commencer.

Synthèse

Durée conseillée de l'épreuve : 2 heures

« Le génotype, la clé du phénotype ? »

Dans les années 1950 et 1960 la découverte des gènes et de leur fonction a apporté l'idée de « programme génétique ». Aujourd'hui des centaines de génomes ont été séquencés et certains annoncent pour demain l'avènement d'une biologie prédictive, basée sur les informations contenues dans ces génomes. Pourtant d'autres doutent que la masse d'information apportée par ces génomes puisse donner la clé du phénotype.

Sujet sur support de documents

Durée conseillée de l'épreuve : 2 heures

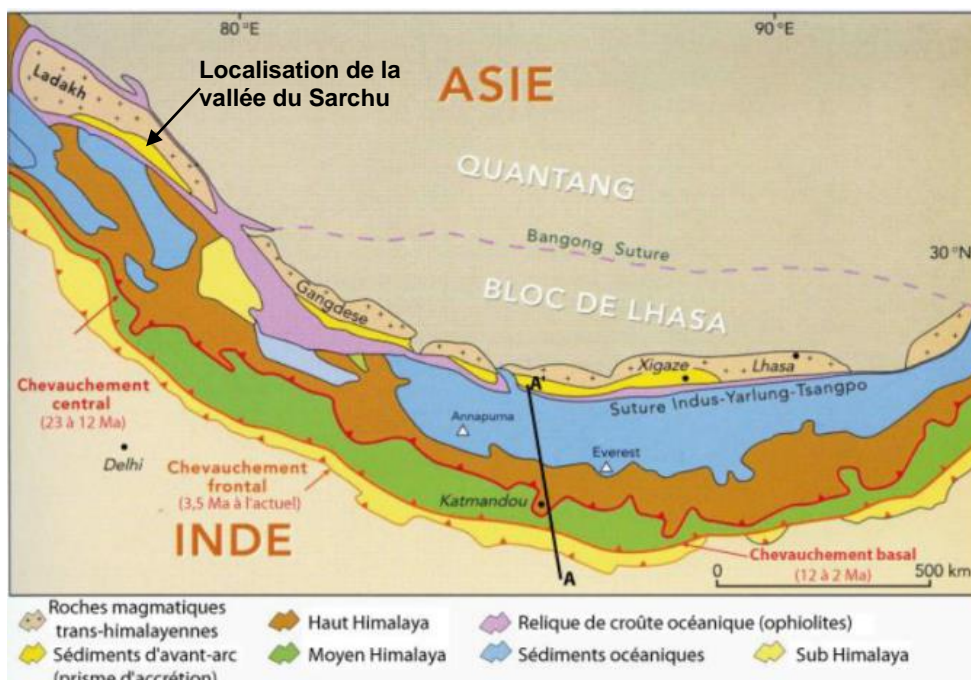
Quelques aspects de la convergence Inde Eurasie

La convergence Inde-Eurasie est responsable de l'édification de la plus étendue et la plus haute chaîne de montagne actuelle : l'Himalaya - Tibet.

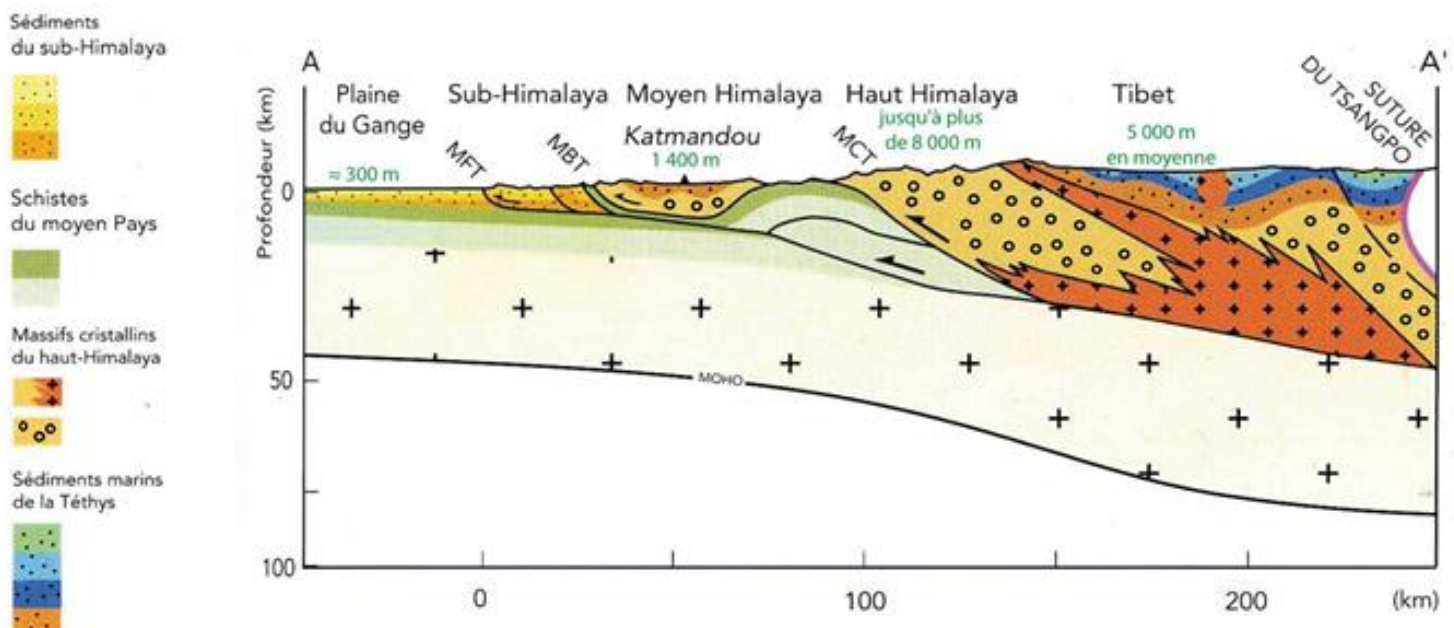
Ce sujet propose d'étudier quelques aspects de cette zone.

Partie 1 : Structures et déformations à différentes échelles

Les documents 1 et 2 sont destinés à montrer l'organisation de la chaîne himalayenne ainsi que la localisation des principaux objets géologiques étudiés.



Document 1. Carte géologique simplifiée de l'Himalaya. Les âges indiquent la période d'activité principale des grands chevauchements. Le terme de *suture* désigne la zone entre les deux lithosphères continentales présentant des restes de lithosphère océanique.



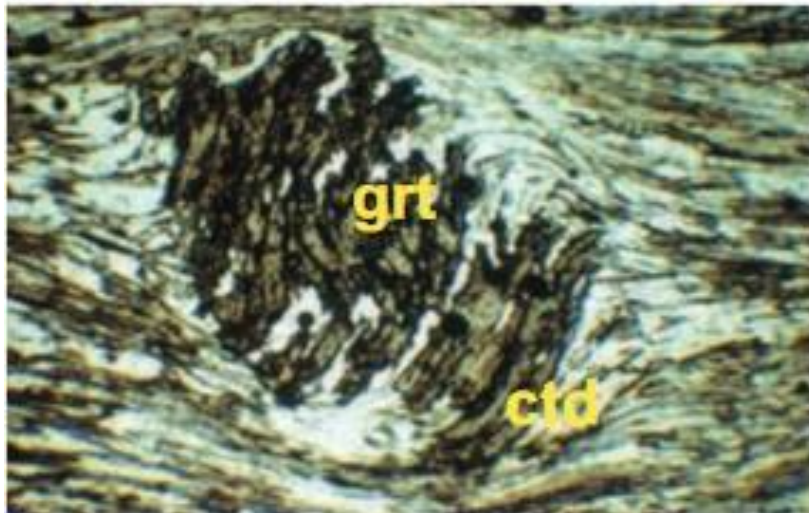
Document 2. Coupe simplifiée de la chaîne himalayenne suivant le profil A-A' localisé sur le document 1a. On précise que MCT = chevauchement central, MBT = chevauchement basal et MFT = chevauchement frontal (source : Himalaya - Tibet le choc des continents)



Document 3. Coupe verticale dans des dépôts fluvioglaciers âgés de 18 000 ans au Népal.

Le carnet de terrain a une hauteur de 15 cm.

(source : « associated structures and implications in hydrocarbons traps » J. Moore A. Nyombi C. Hidalgo)



Document 4. Observation au microscope optique (x100) d'une lame mince de gneiss récolté au niveau du MCT à proximité de Katmandou.

grt : grenat

ctd chloritoïde

1.1 Pour chacun des clichés (document 3 et 4), nommez et caractérisez les déformations observées en utilisant un vocabulaire précis.

1.2 Pour le premier cliché (document 3), réalisez un schéma d'interprétation en indiquant l'ellipsoïde des déformations fines et si cela est possible l'ellipsoïde des contraintes.

Partie 2. Observations pétrologiques et grandes étapes d'édification de la chaîne himalayenne

Au sein de la chaîne himalayenne, il existe deux grands types de métamorphisme : celui de la zone de suture et celui du Haut Himalaya. Ils apportent des informations complémentaires sur les processus à l'origine de cette chaîne de montagne.

2.1 Interprétation des données métamorphiques de la zone de suture

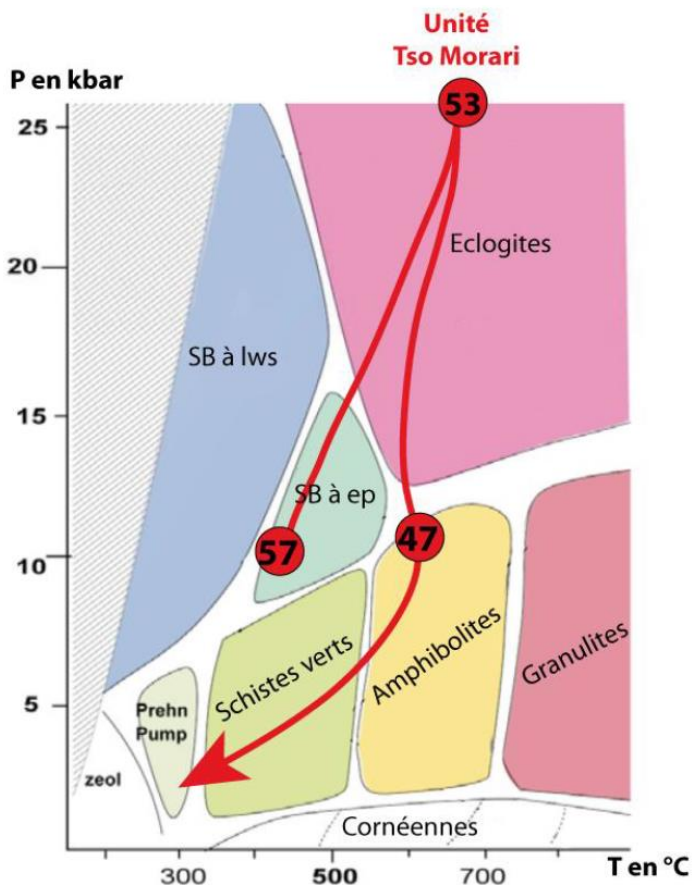
Les différents faciès métamorphiques sont représentés sur le document 5.

2.1.1 Définissez ce qu'est un faciès métamorphique.

Le document 5 présente un chemin pression-température-temps d'une roche échantillonnée dans la zone de suture (zone localisée sur les documents 1 et 2).

2.1.2 **Légendez** les deux parties du chemin visible sur le document 5 (*fourni en annexe, à rendre avec votre copie*) et **indiquez** leur signification géodynamique. **Précisez** quelle étape de l'histoire d'une roche métamorphique sépare les deux parties de ce chemin.

2.1.3 Sachant que les autres unités de la zone de suture suivent des chemins pression-température-temps proches, **que vous apprend** le document 5 sur l'histoire de la formation de la chaîne himalayenne ?



Document 5. Chemin pression – température – temps de l'unité Tso Morari de la zone de suture himalayenne localisée sur les documents 1.

Les nombres dans les cercles colorés indiquent les âges en millions d'années obtenus à ces conditions pression et température.

SB à lws = Schistes Bleus à lawsonite ;

SB à ep = Schistes Bleus à épidote ;

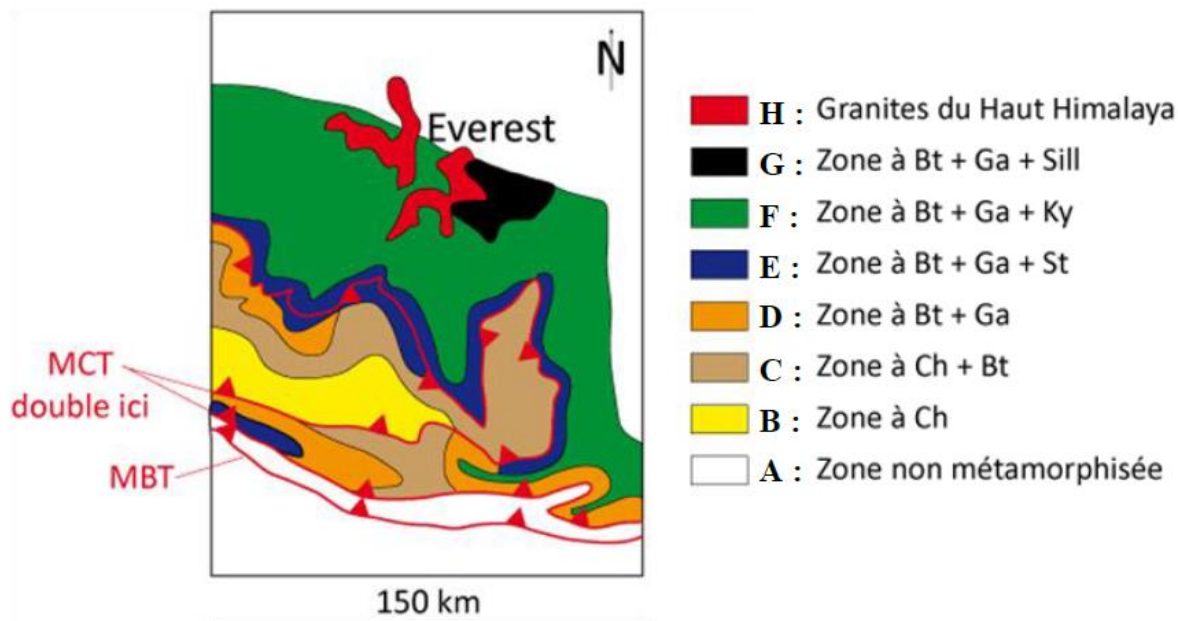
Zeol : zéolite ;

Prehn Pump = Préhinites Pumpellyites ;

La zone hachurée correspond à des conditions pression – température qui n'existent pas sur Terre.

2.2 Interprétation des données métamorphiques du Haut Himalaya

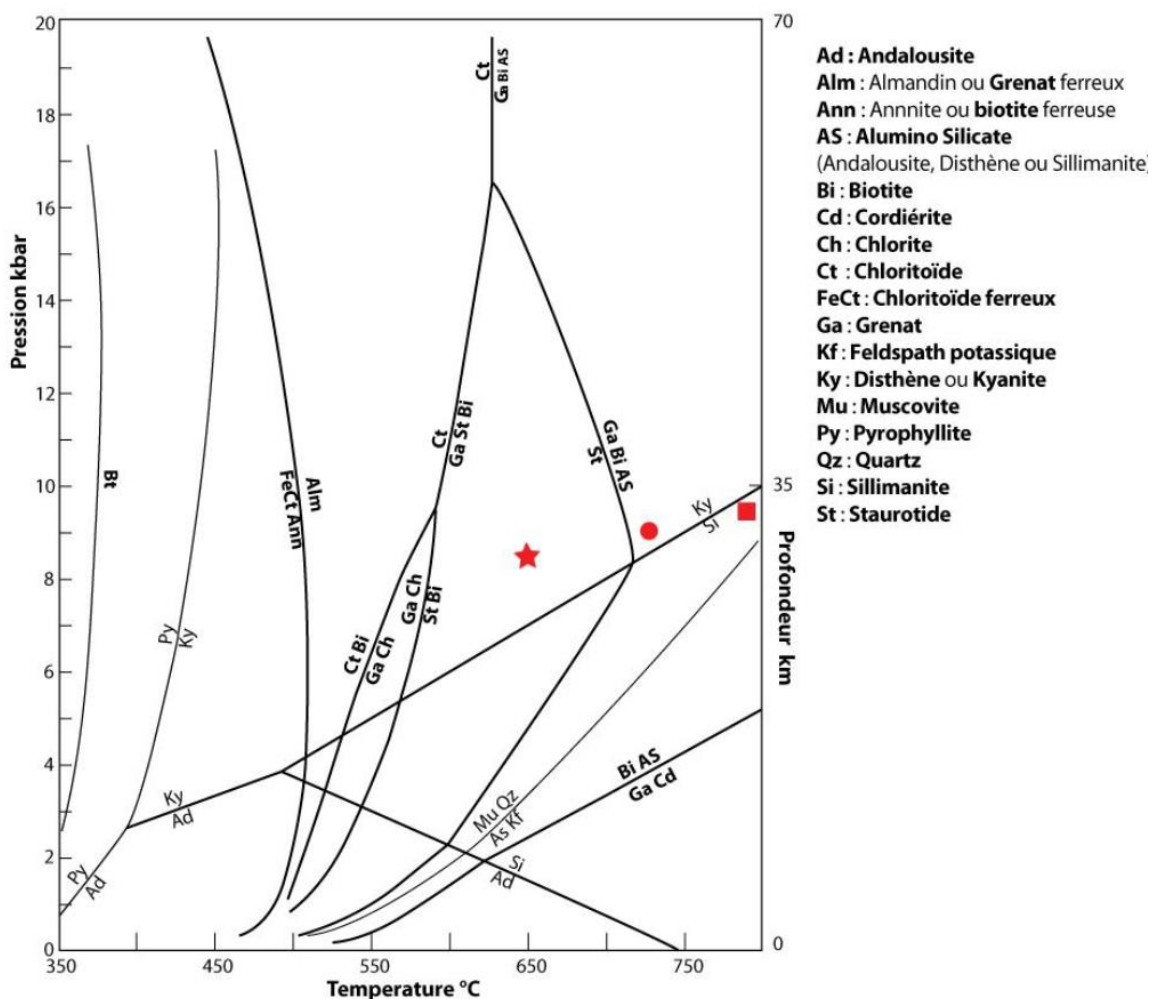
Le Haut Himalaya présente un autre type de métamorphisme : les caractéristiques de différentes roches de cette région sont présentées dans le [document 6](#).



Document 6a. Carte des isogrades du Haut Himalaya

(zone autour du Mont Everest localisé sur le [document 1](#)).

Bt = biotite ; Ch = chlorite ; Ga = grenat ; Ky = disthène (ou kyanite) ; Sill = sillimanite ; MCT = chevauchement central ; MBT = chevauchement basal.



Document 6b. Grille pétrogénétique du système KFMASH (métapélites).

2.2.1 Définissez la notion d'isograde. Quel est leur intérêt en géologie et quelle(s) précaution(s) est-il nécessaire de prendre quant à leur utilisation ?

2.2.2 A l'aide du document 6a, **retrouvez** les zones d'origine des roches dont le pic de métamorphisme est indiqué par un symbole (étoile, rond et carré) sur le document 6b.

2.2.3 Définissez ce qu'est un gradient métamorphique puis **tracez** celui de la région du Haut Himalaya sur le document 6b (*fourni en annexe, à rendre avec votre copie*) et **calculez** sa valeur (l'application numérique sera approximée car réalisée sans calculatrice).

Sur le terrain, en se rapprochant des granites du Haut Himalaya, des roches du type de celle présentée sur le document 6c affleurent.



Document 6c. Photographie d'une roche échantillonnée proche des granites himalayens.

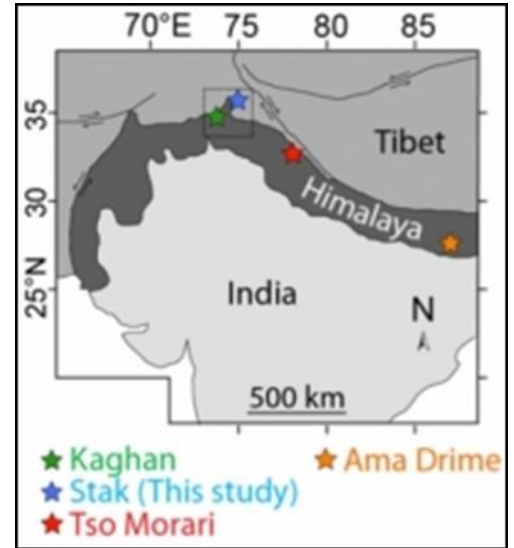
L'échantillon fait 8 cm de long.

2.2.4 Déterminez cette roche en justifiant votre propos. **Proposez** une hypothèse quant à la **formation des granites du Haut Himalaya**.

2.2.5 Sachant que le métamorphisme du Haut Himalaya est daté entre 23 et 16 Ma, que vous apprennent les documents 6a, b, c sur l'histoire géologique de la région ?

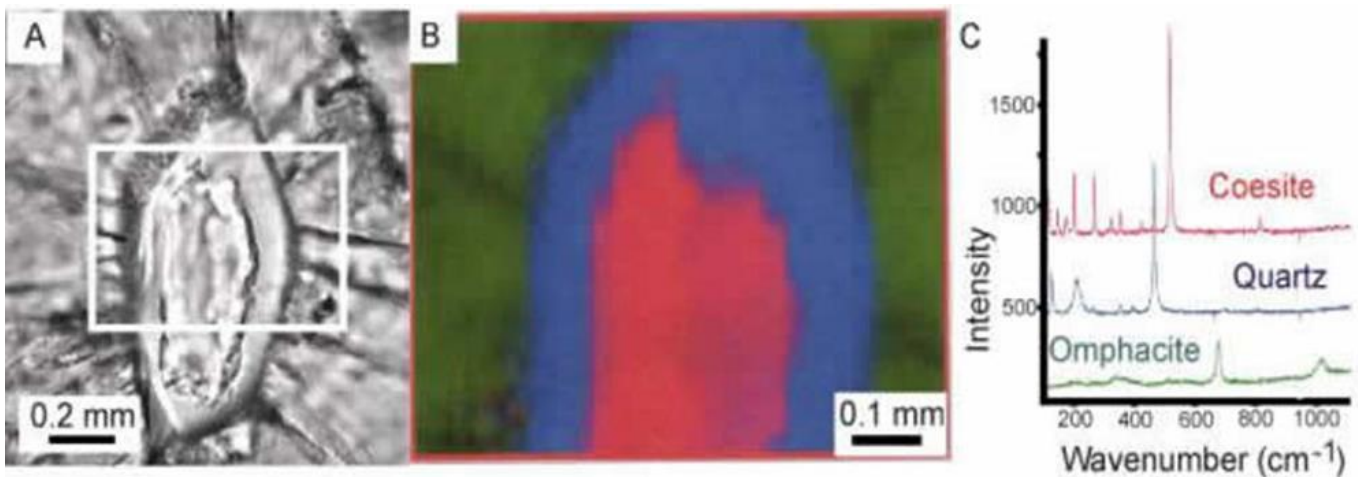
Partie 3. Les transformations minérales du métamorphisme dans la chaîne de l'Himalaya

L'échantillon (lame mince ci-dessous) provient d'éclogites de la vallée du Kaghan en Himalaya (localisation sur le document ci-contre. Ces éclogites correspondent à d'anciennes laves permiennes intrusives dans la croûte continentale.



Localisation des échantillons étudiés.

Lame mince d'éclogites de la vallée du Kaghan (Himalaya).



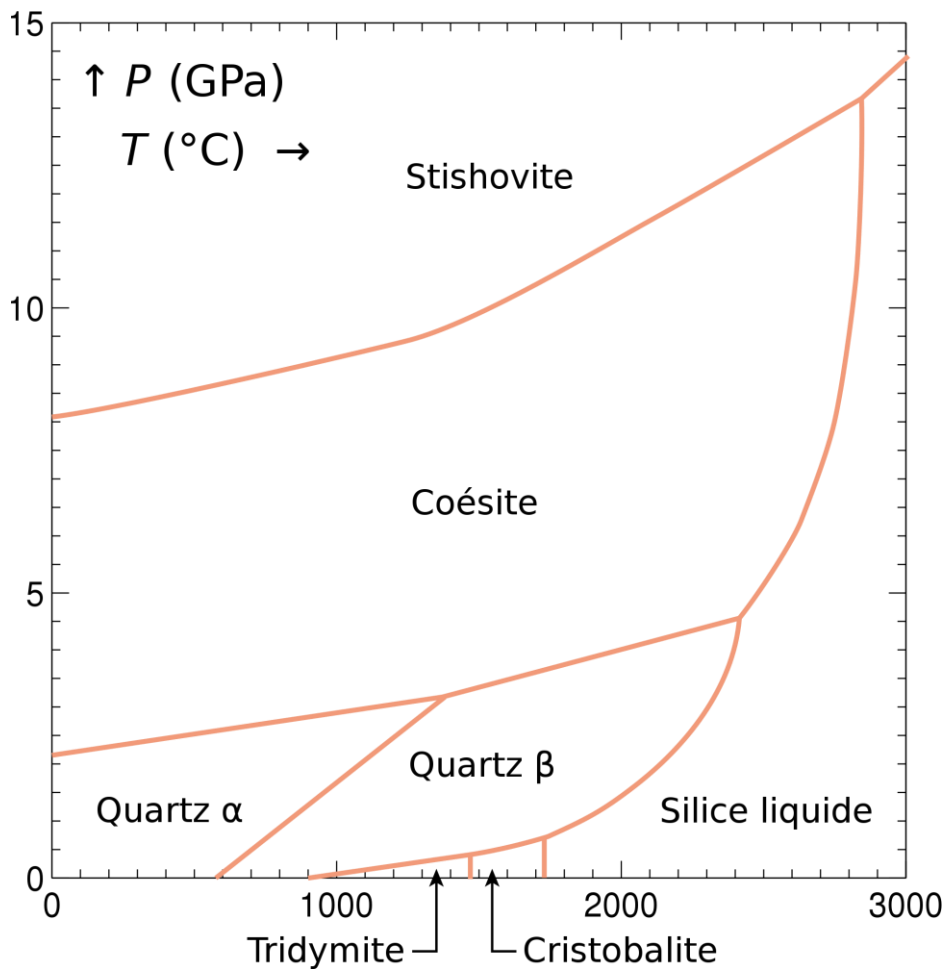
Document 7. Identification des minéraux par spectroscopie Raman.

Principe de la spectroscopie Raman : on illumine un cristal avec un faisceau laser. Cela provoque des étirements et des distorsions de la maille cristalline. Ces déformations, qui dépendent de l'arrangement des atomes (et donc de la structure cristalline), se traduisent alors par une émission d'infrarouges caractéristique. Ainsi, chaque cristal possède un spectre IR qui le caractérise. Le "wavenumber" correspond au nombre d'onde de l'IR émis par le cristal, après excitation par faisceau laser (d'après une figure de l'article de P.J. O'Brien).

3.1 En utilisant les données fournies par les documents 8 suivants ainsi que les relations géométriques entre les phases minérales déduites de l'analyse du document 7, proposez une interprétation de la lame mince.

Faciès métamorphiques	T (°C)	P (Kbar)	Minéraux index
Zéolite	50 - 200	< 4	Zéolite
Préhnite - Pumpellyite	100 - 300	< 5	Préhnite + Pumpellyite
Cornéenne	200 - 1000	< 2	
Schistes verts	300 - 500	2 - 8	Chlorite + Epidote + Actinote
Schistes bleus	100 - 500	4 - 14	Glaucophane + Epidote
Amphibolites	500 - 750	2 - 10	Hornblende + Anorthite
Eclogite	300 - 1000	8 <	Pyrope (grenat) + Omphacite
Granulite	650 <	2 - 14	Hypersthène + Cordiérite
Sanidinites	900 >	< 1	Sanidine

Document 8a. Minéraux index de certains champs de stabilité pression et température.



Document 8b. Diagramme PT de la silice et de ses polymorphes.

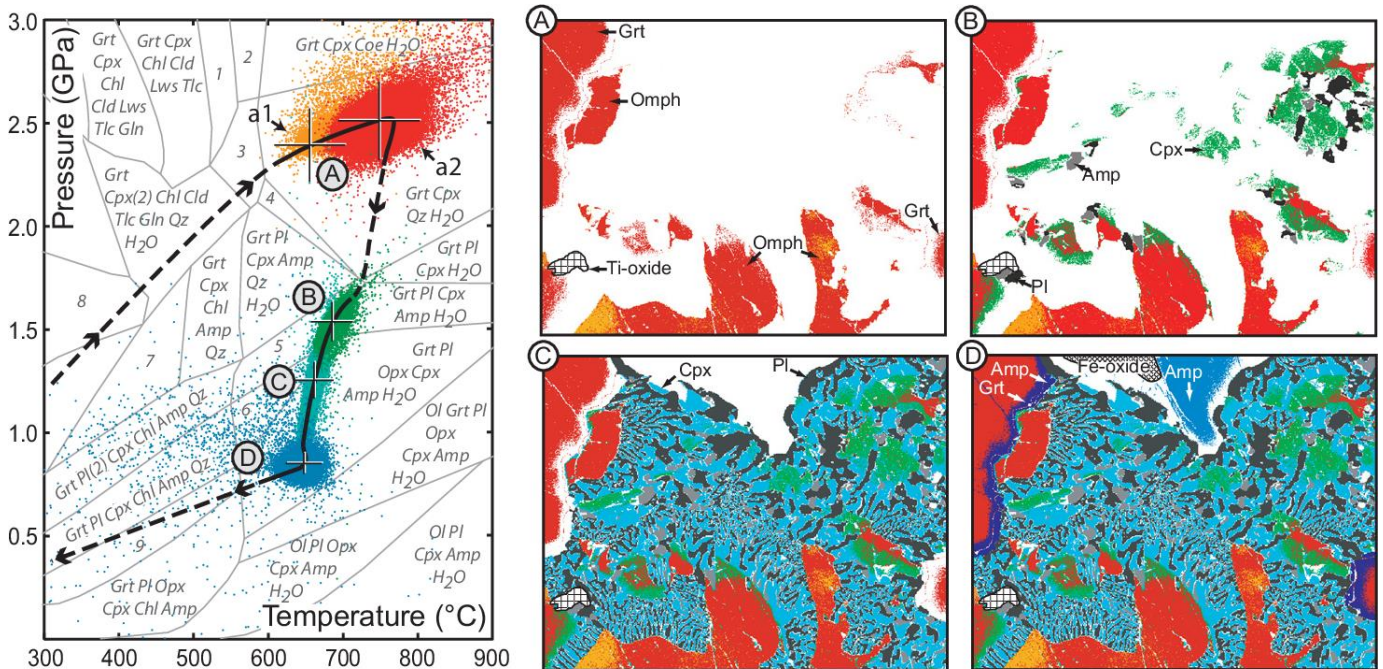
(A. Provost; C. Langlois « États physiques, liaisons chimiques » in : Géologie. Roches et géochimie, Dunod, 2011)

Les chercheurs de Grenoble et d'Ottawa ont réalisé une étude chimique détaillée d'une petite zone d'un échantillon de roche mesurant 0,52 mm x 0,67 mm, grâce à une microsonde électronique.

Des cartes de composition chimique de la zone étudiée de l'échantillon ont été acquises et traitées en utilisant le logiciel XMapTools.

Pour chaque assemblage, des estimations P-T ont été effectuées en utilisant les données des cartes de composition chimique.

Les résultats sont présentés dans le document 9.



Document 9. Grille pression-température (P-T) montrant le chemin estimé de l'échantillon étudié et les cartes de composition chimique associées.

Les cartes A, B, C, D représentent l'échantillon étudié en lame mince. Sur ces cartes sont colorés les minéraux dont la composition chimique a permis de déterminer des conditions P, T reportées dans la grille P-T.

Les couleurs des cartes correspondent à celles des champs du diagramme P-T.

Le chemin P-T (ligne noire pleine et pointillée épaisse) est basé sur 200 000 estimations P-T (chacune est un point coloré sur la grille P-T) à l'aide de thermobaromètres empiriques et semi-empiriques.

Grt-grenat ; Cpx : clinopyroxène ; Qz : quartz ; Coe : coésite ; Pl : plagioclase ; Amph : Amphibole ; Ol : olivine ; Chl : chlorite ; Opx : orthopyroxène ; Cld : chloritoïde ; CCM : talc ; Lws : lawsonite ; Gln : glaucophane.

(Source : Deciphering High-Pressure metamorphism in collisional context using microprobe-mapping methods : application to the Stak eclogitic massif (NW Himalaya), P. Lanari¹, N. Riel¹, S. Guillot¹, O. Vidal¹, S. Schwartz¹, A. Pêcher¹, K. Hattori², Geology, 41, 111-114, 2013. In : <http://www.osug.fr/toutes-nos-actualites/faits-marquants/histoire-de-l-himalaya-quand-des-roches-eclogites-livrent-leur-trajet>)

3.2 A partir de l'analyse des relations géométriques entre les paragenèses identifiées du document 9, **argumentez** le trajet PT et temps proposé et **indiquez** à quel phénomène géologique il se rapporte.

Partie 4. Séismes et risque sismique en Himalaya

Le 25 avril 2015, un séisme de magnitude $M_w = 7,8$ a eu lieu au Népal faisant plus de 8000 victimes à Katmandou. Les caractéristiques de ce séisme sont fournies dans le document 11.

Document 10. Localisation de l'épicentre du séisme (cercle rouge à remplissage noir) et mécanisme au foyer.

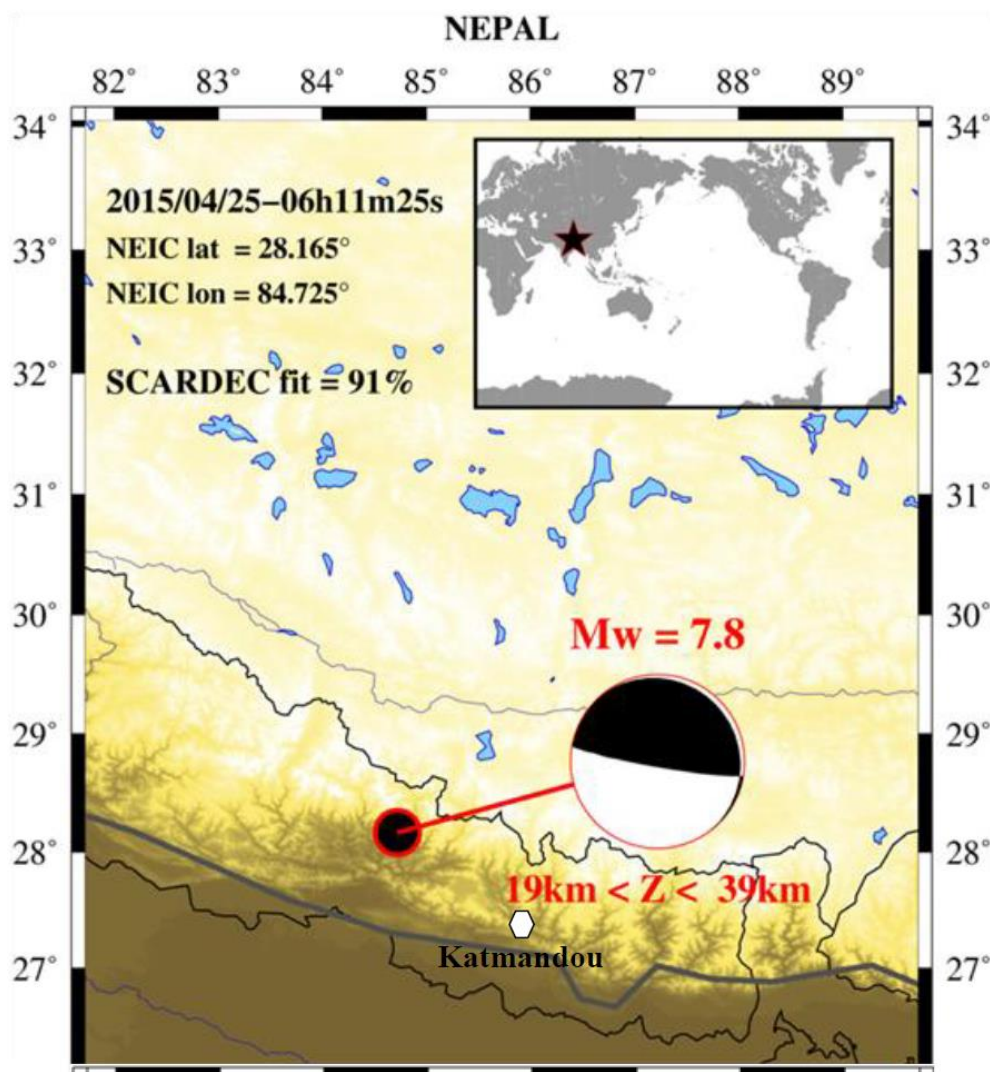
NEIC lat : latitude du foyer
NEIC lon : longitude du foyer
Z : profondeur du foyer

Les coordonnées des plans nodaux sont les suivantes :

- Plan nodal 1 : N 099 85S
- Plan nodal 2 : N 323 07N

Le premier chiffre correspond à l'angle par rapport au Nord compté positivement vers l'Est et le second le pendage du plan.

(Source : Géoscope).



4.1 **Définissez** le risque sismique. **Donnez** deux modalités permettant de le limiter.

4.2 **Précisez** ce que signifie « M_w ».

4.3 Que représente le gros cercle dans le document 10 ?

4.4 **Caractériser** le mécanisme au foyer de ce séisme et **indiquez** s'il est en accord avec celui de la région étudiée.

Références bibliographiques :

Himalaya - Tibet : la collision continentale Inde – Eurasie ; G. Mascle et al.

Himalaya – Tibet le choc des continents ; collectif CNRS.

<http://geoscope.ipgp.fr/index.php/en/catalog/earthquake-description?seis=us20002926> Géoscope.

Sciences de la Terre et de l'Univers ; Brahic et al.

Les roches mémoires du temps ; G. Mascles.

The metamorphism in the Central Himalaya ; A. Pecher, 1989.

« États physiques, liaisons chimiques » A. Provost, C. Langlois ; in : Géologie. Roches et géochimie, Dunod, 2011.

Metamorphic phase equilibria and pressure temperature time paths ; F.S. Spear, 1995.

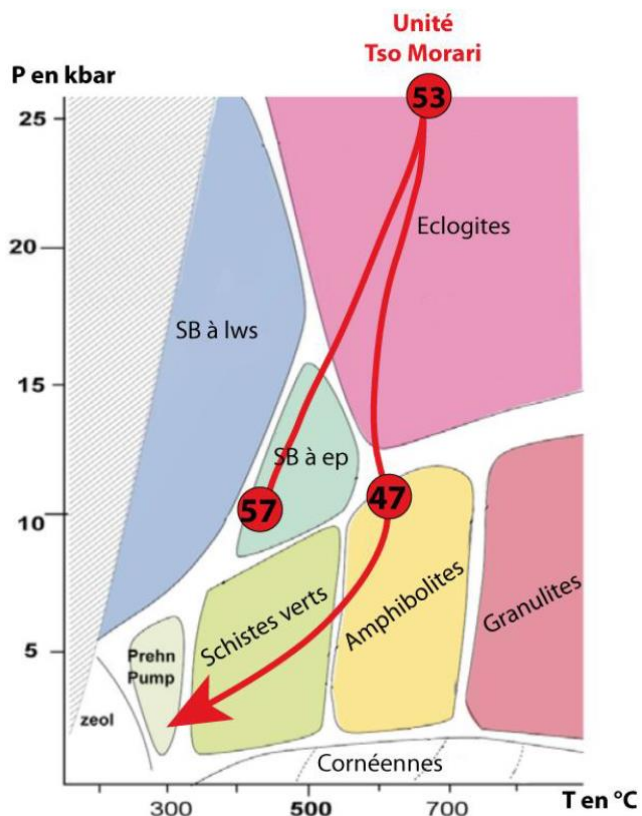
Magmatism and metamorphism in the Ladakh Himalayas (the Indus-Tsangpo suture zone) K. Honegger et al., 1982.

<http://planet-terre.ens-lyon.fr/image-de-la-semaine/lmg41-2003-05-12.xml>

Deciphering High-Pressure metamorphism in collisional context using microprobe-mapping methods : application to the Stak eclogitic massif (NW Himalaya), P. Lanari¹, N. Riel¹, S. Guillot¹, O. Vidal¹, S. Schwartz¹, A. Pêcher¹, K. Hattori², Geology, 41, 111-114, 2013

NOM :
Prénom :

A rendre avec la copie



Document 5. Chemin pression – température temps de l'unité Tso Morari de la zone de suture himalayenne localisée sur les documents 1.

Les nombres dans les cercles colorés indiquent les âges en millions d'années obtenus à ces conditions pression et température.

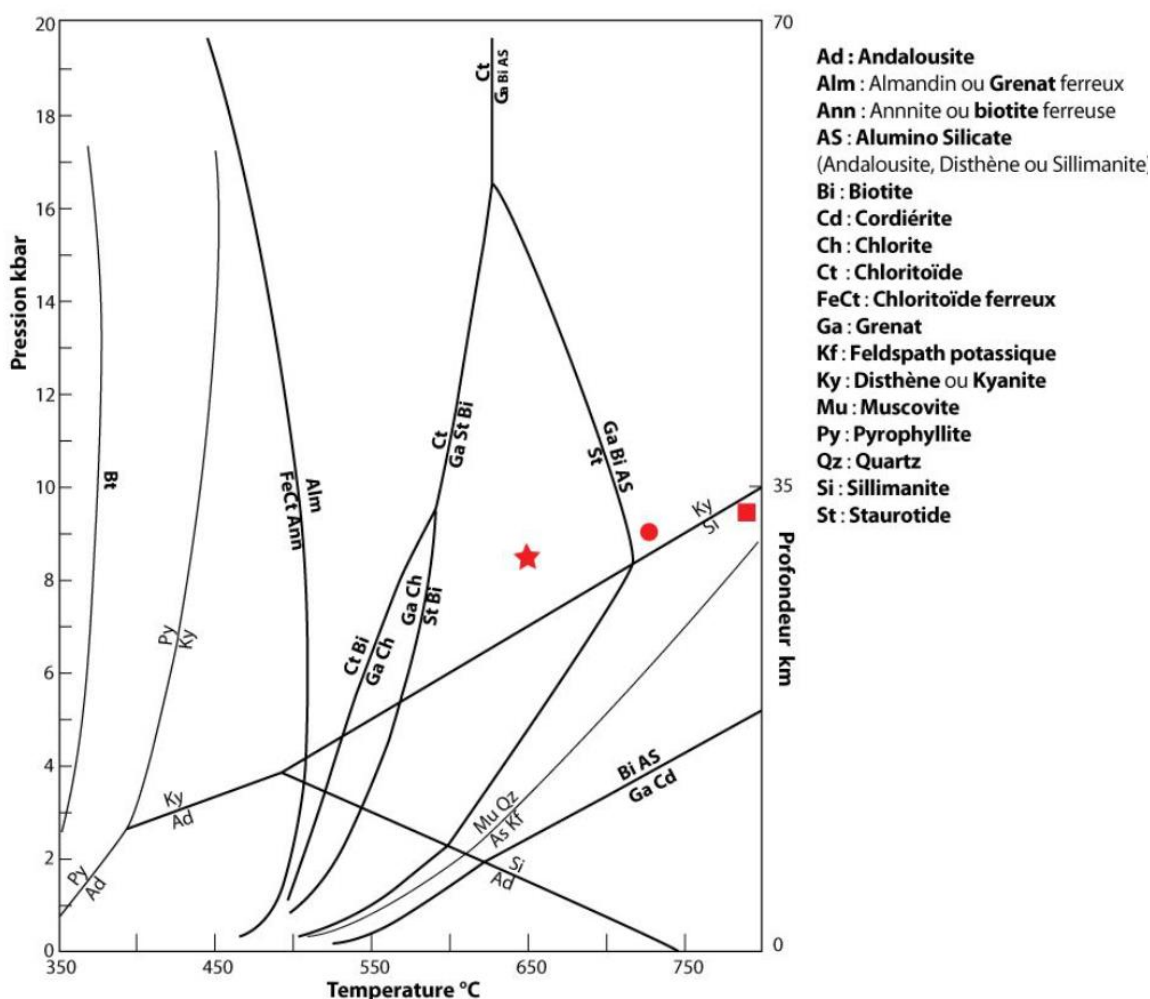
SB à lws = Schistes Bleus à lawsonite ;

SB à ep = Schistes Bleus à épidote ;

Zeol : zéolite ;

Prehn Pump = Préhnites Pumpellyites ;

La zone hachurée correspond à des conditions pression – température qui n'existent pas sur Terre.



Document 6b. Grille pétrogénétique du système KFMASH (métapelites).