



جمعية الشريفة الإدريسي
لدعم التمدريس والتنمية الثقافية والاجتماعية

Association CHARIF AL IDRISSE
POUR LE SOUTIEN SCOLAIRE
ET LE DEVELOPPEMENT CULTUREL ET SOCIAL



الأكاديمية الجهوية للتربية والتكوين
لجهة الدار البيضاء - سططات
ACADEMIE REGIONALE D'EDUCATION ET DE FORMATION
CASABLANCA - SETTAT

2^{ème} année du Baccalauréat

SVT

Sciences expérimentales - Options : PC

Unité 4 : La formation des chaînes de montagnes récentes
et leur relation avec la tectonique des plaques

Fiches de révision et entraînement
à l'examen national

2^{ème} année du Baccalauréat

SVT

Sciences expérimentales - Options : PC - SVT

**Unité 4 : La formation des chaînes de montagnes récentes
et leur relation avec la tectonique des plaques**

Fiches de révision et entraînement à l'examen national



جمعية الشريف الإدريسي
لدعم التمدرس والتنمية الثقافية والاجتماعية

Association CHARIF AL IDRISSE
POUR LE SOUTIEN SCOLAIRE
ET LE DEVELOPPEMENT CULTUREL ET SOCIAL

Travail réalisé par l'équipe pédagogique de l'association **CHARIF AL IDRISSE**
pour contribuer à la continuité pédagogique des élèves de 2^{ème} Bac sciences
expérimentales – Options PC - SVT de l'Académie régionale de l'éducation et de la
formation Région Casablanca – Settat

Sommaire

Partie I : Résumé de cours

Fiche de révision 1 : Les caractéristiques structurales et pétrographiques des chaînes de montagnes récentes	5
Fiche de révision 2 : Les déformations tectoniques	6
Fiche de révision 3 : Les marqueurs de la convergence lithosphérique	8
Fiche de révision 4 : Le métamorphisme et notions connexes	10
Fiche de révision 5 : Formation des chaînes de montagnes récentes et métamorphisme dominant	12
Fiche de révision 6 : Métamorphisme et magmatisme en zone de subduction	14
Fiche de révision 7 : Métamorphisme et magmatisme en zone de collision	16

Partie 2 : Évaluation

Exercices : Restitution des connaissances	17
Exercices : Raisonnement et communication	23
Corrigé : Restitution des connaissances	36
Corrigé : Raisonnement et communication	38

Phénomènes géologiques accompagnant la formation des chaînes de montagnes récentes et leur relation avec la tectonique des plaques

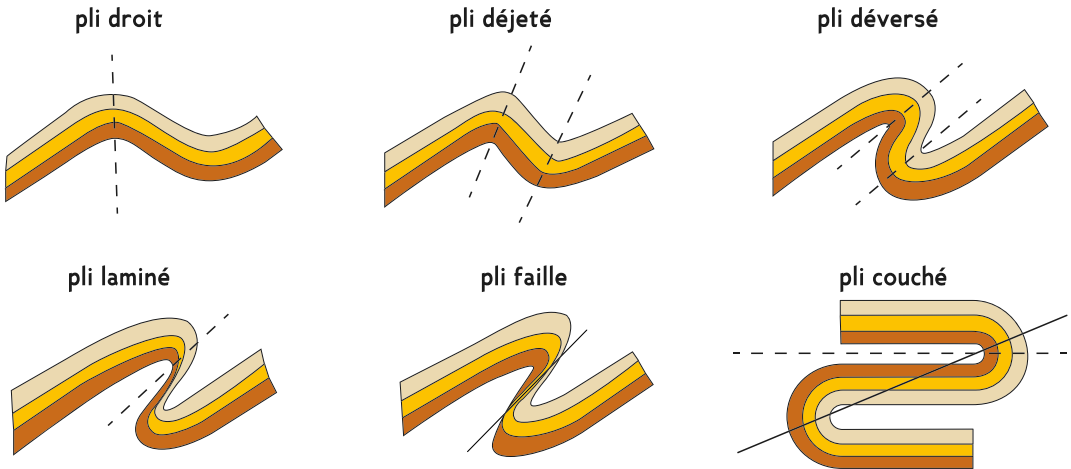
Chapitre	Titre	Cadre de référence pour l'examen national
1	Les chaînes de montagnes récentes et leur relation avec la tectonique des plaques	• Les différents types de chaînes de montagnes récentes ; • Les caractéristiques structurales et pétrographiques des chaînes de subduction, des chaînes de d'obduction et des chaînes de collision ; • Relation des chaînes de montagnes récentes avec la tectonique des plaques.
2	Les déformations tectoniques caractéristiques des chaînes de subduction et des chaînes d'obduction	• Les principales déformations tectoniques (plis, failles et nappes de charriage) qui caractérisent les chaînes de subduction et les chaînes de collision ; • Relation entre les déformations tectoniques et les contraintes tectoniques.
3	Le métamorphisme et sa relation avec la tectonique des plaques	• Notion de métamorphisme ; • Caractéristiques minéralogiques et structurales des roches métamorphiques (zones de subduction et zones de collision) ; • Facteurs de métamorphisme ; • Notion de minéral index/ indicateur et la notion de série métamorphique ; • Domaines de stabilité des minéraux index/ indicateurs et domaines du métamorphisme en utilisant le digramme pression –température des roches ; • Relation entre minéral index, série métamorphique et le type de métamorphisme dominant dans les chaînes de subduction et dans les chaînes de collision ; • Notions de métamorphisme dynamique et de métamorphisme thermodynamique ; • Relation entre métamorphisme et tectonique des plaques.
4	La granitisation et sa relation avec le métamorphisme	• Notion de granite d'anatexie (caractéristiques minéralogiques et structurales du granite d'anatexie et des roches métamorphiques avoisinantes) ; • Origine et mise en place du granite d'anatexie ; • Relation entre le granite d'anatexie et les roches métamorphiques avoisinantes ; • Notion de granite intrusif (caractéristiques minéralogiques et structurales du granite intrusif et des roches métamorphiques avoisinantes) ; • Origine et mise en place du granite intrusif ; • Notion de métamorphisme de contact ; • Relation entre le granite intrusif et les roches métamorphiques avoisinantes.

Les caractéristiques structurales et pétrographiques des chaînes de montagnes récentes

Les chaînes de subduction	Les chaînes d'obduction	Les chaînes de collision
Des chaînes traduisent le résultat de :		
la convergence entre une lithosphère océanique qui s'enfonce au dessous d'une lithosphère continentale.	la convergence entre une lithosphère océanique qui chevauche des formations rocheuses de la lithosphère continentale. Les parties de la lithosphère océanique chevauchante forment un complexe rocheux ophiolitique.	la collision de deux lithosphères continentales qui étaient séparées par un océan. Le rapprochement des deux masses continentales aboutit à la fermeture de l'océan (des traces ophiolitiques peuvent se retrouver dans la chaîne de collision sous forme de sutures ophiolitiques).
Exemple : les Andes	Exemple : la chaîne Al Hajar au nord d'Oman	Exemples : les alpes et l'Himalaya
Caractéristiques structurales et pétrographiques les plus dominantes		
• Déformations tectoniques simples (plis kilométriques et failles inverses ; • Une fosse océanique associée à un prisme d'accrétion ; • Des roches volcaniques (volcanisme explosif et andésitique) ; • Des roches plutoniques qui affleurent (granodiorites)	• Chaîne présentant des chevauchements tous dirigés vers le continent qui s'enfonce ; • Des nappes de charriages dont l'étendue horizontale atteint parfois une centaine de kilomètres ; • Une pile chevauchante de matériaux formée de croûte océanique (ophiolite) et de sédiments océaniques (radiolarites des grands fonds océaniques) mesure plusieurs dizaine de kilomètres et une épaisseur de 5 à 10 km ; • Déformations plastiques importantes ; • Les ophiolites sont composées de basaltes en coussinet, des filons basaltiques, de gabbros et de péridotite.	Cas de l'Himalaya : Du SSW vers le NNE on trouve : • Une plaine alluviale, plaine du Gange, des sédiments détritiques ; • Les Siwaliks, sédiments continentaux détritiques déformés et soulevés. Le contact avec la plaine du Gange est un chevauchement vers le Sud (Chevauchement Frontal) ; • Le Bas Himalaya, séries sédimentaires déposées déformées et métamorphisées; • L'unité Haut Himalaya, les plus grands sommets de l'Himalaya, (série sédimentaire marine) ; • Une suture ophiolitique et sa couverture sédimentaire (radiolarites) • Le Trans-Himalaya, un socle continental métamorphique, • Des structures tectoniques (plissements, failles inverses, chevauchements et charriages).

Déformations tectoniques

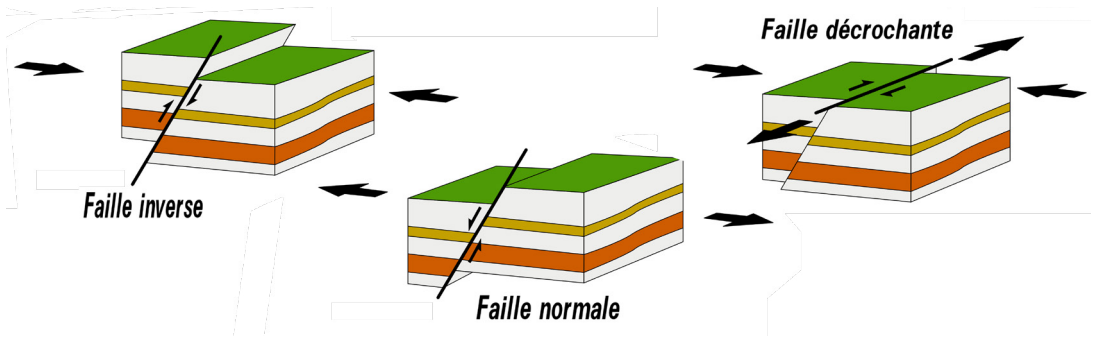
Les plis : Déformations souples qui se présentent sous forme d'ondulations de convexité vers le haut (anticlinaux) et vers le bas (synclinaux).



Les failles : des déformations tectoniques cassantes, discontinues avec déplacement relatif des deux compartiments rocheux.

On distingue différents types majeurs de failles : les failles normales, inverses et décrochantes.

- **Une faille normale** survient quand les deux compartiments sont tirés dans des directions opposées. La masse rocheuse qui se situe au-dessus de la faille (elles sont rarement verticales) tend alors à descendre.
- **Les failles inverses** apparaissent dans la situation contraire, lorsque les deux compartiments sont comprimés l'un contre l'autre. Dans ce cas, la masse rocheuse surplombant la faille monte.
- **Les failles verticales** sont le résultat d'un coulissement dans le plan vertical d'un compartiment par rapport à l'autre.
- **Les failles décrochantes** sont le résultat d'un coulissement dans le plan horizontal d'un compartiment par rapport à l'autre.



Les mouvements qui surviennent durant la formation d'une faille, ou durant le déplacement de ses compartiments, s'accompagnent de tremblements de terre.

Chevauchement et nappes de charriage (déformations tectoniques intermédiaires)

- Mouvement tectonique qui conduit à ce qu'un ensemble de terrains vienne en recouvrir un autre par l'intermédiaire d'un contact anormal peu incliné (= surface de chevauchement) ;
- Une nappe de charriage est un ensemble de couches géologiques qui, lors d'une orogénèse, se sont décollées du socle et se sont déplacées sur de grandes distances. On parle alors de terrains allochtones par opposition aux terrains autochtones.

Convergence lithosphérique

La convergence est le rapprochement de deux plaques lithosphériques sous l'effet de contraintes compressives.

Obduction

L'obduction est le chevauchement d'une croûte continentale par une croûte océanique. Elle entraîne la formation de complexes ophiolitiques (exemples : Oman, etc.)

Ophiolite

Ensemble stratifié de roches magmatiques, généralement considéré comme un fragment de croûte océanique coupée et remontée sur la croûte continentale (Une ophiolite comprend de bas en haut des roches ultrabasiques, des péridotites, des gabbros, des basaltes sous forme de pillow-lavas, surmontés de radiolarites).

Les marqueurs de la convergence lithosphérique

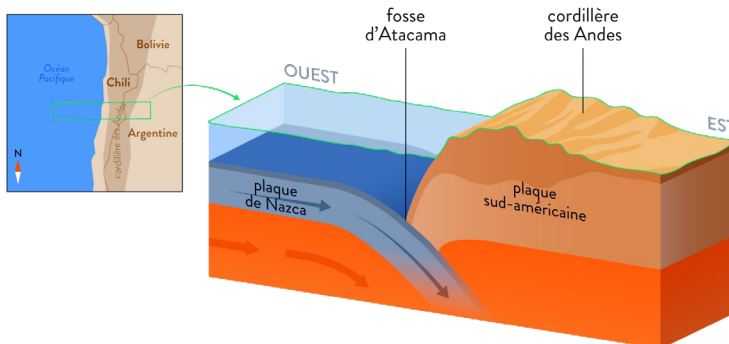
Marqueurs de la convergence lithosphérique

Chaînes de subduction	Chaînes d'obduction	Chaînes de collision
Caractéristiques géophysiques : • La répartition des foyers sismiques en fonction de la profondeur au niveau de la marge active liée à une subduction se fait selon un plan incliné (Plan de Benioff) ; • Des isothermes avec une allure caractéristique de la zone de subduction. Les mesures du flux thermique au niveau des zones de subduction confirment la présence d'anomalies thermiques négatives concordantes avec le plan de la subduction et d'anomalies thermiques positives au niveau de la lithosphère continentale de la plaque chevauchante.	• Présence d'une nappe ophiolitique chevauchant le continent. • Le complexe ophiolitique est un complexe rocheux formé du bas vers le haut de : ► Des péridotites foliées et tectonisées ; ► Des gabbros ; ► Un complexe filonien de dolérite ; ► Des basaltes en coussins (pillow-lavas) et radiolarites • La structure du complexe ophiolitique rappelle la structure verticale de la lithosphère océanique avec une croûte océanique (sédiments, des basaltes en coussins, dolérite, gabbros) et un manteau lithosphérique constitué de péridotite.	• Présence de sédiments océaniques (radiolarites) ; • Présence de suture ophiolitique (fermeture d'un océan qui existait entre les deux masses continentales entrées en collision) ; • Déformations tectoniques caractéristiques d'un régime compressif (plis, failles inverses, chevauchement, etc.)

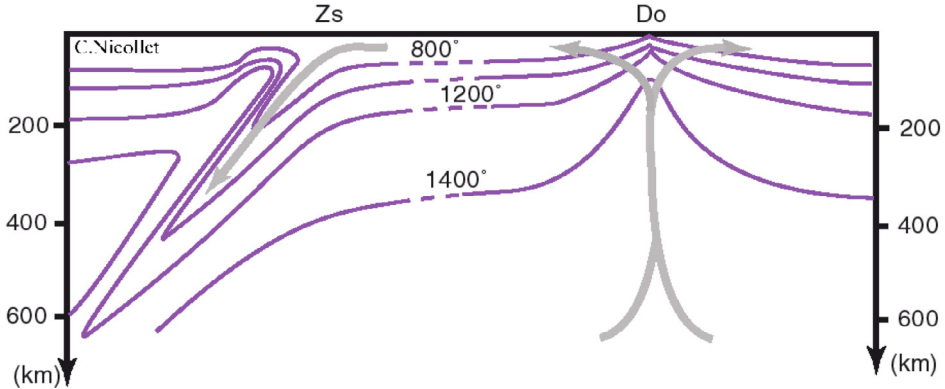
Subduction et caractéristiques géophysiques

La subduction est le processus par lequel une plaque tectonique océanique s'incurve et plonge sous une autre plaque avant de s'enfoncer dans le manteau terrestre.

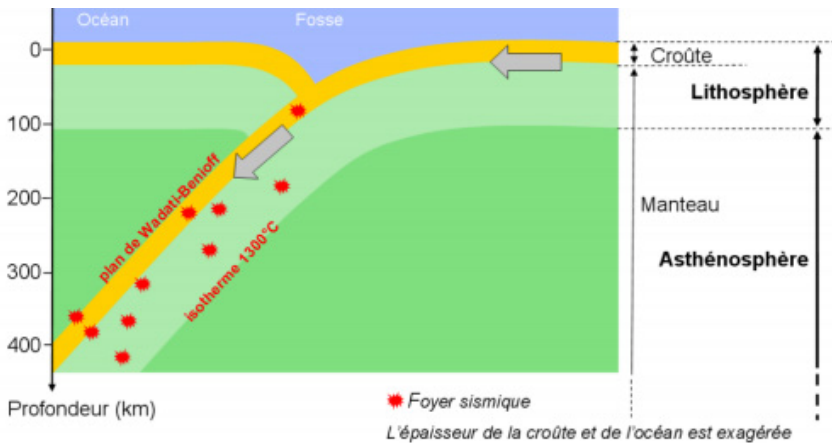
Coupe topologique réalisée dans la zone de subduction



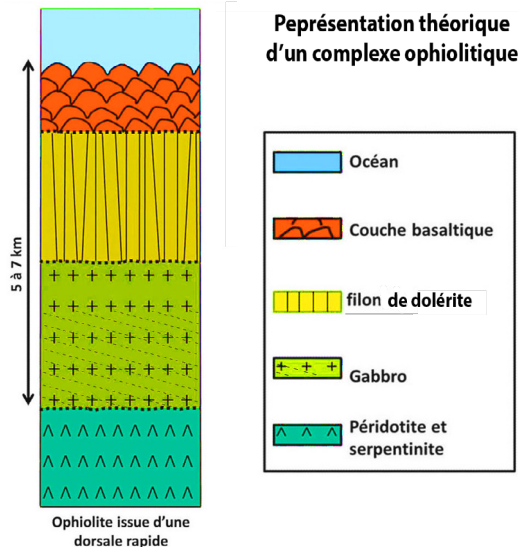
La zone de subduction est caractérisée par des anomalies thermiques négatives dont les isothermes sont concordantes avec le plan de la subduction dues à la subduction d'une plaque lithosphérique océanique froide et par des anomalies thermiques positives au niveau de la lithosphère continentale chevauchante au dessous de la zone volcanique andésitique.



La zone de subduction est marquée par une répartition des foyers des séismes selon un plan incliné (plan de Bénéioff).



Structure du complexe ophiolitique (chaîne d'obduction)



Le métamorphisme et notions connexes

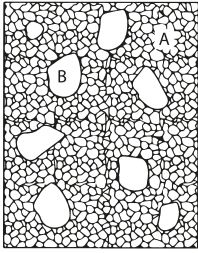
- Phénomène géologique qui consiste en une réorganisation structurale et minéralogique de roches préexistantes. Toutes ces transformations ont lieu à l'état solide et sous l'effet de facteurs de métamorphisme (pression et/ou température).
- Selon l'importance des facteurs de métamorphisme intervenant, l'intensité du métamorphisme n'est pas toujours la même et on obtiendra des roches faiblement métamorphisées à des roches très métamorphisées.
- Les transformations structurales que subissent les roches suite au métamorphisme se traduisent par des structures tectoniques observables, même au niveau des paysages métamorphiques. On en distingue la schistosité et la foliation.
- La schistosité est un feuilletage plus ou moins serré présenté par certaines roches, acquis sous l'effet de contraintes tectoniques et distinct de la stratification et selon lequel la roche peut se déliter en lames plus ou moins épaisses et régulières. La schistosité caractérise les roches faiblement métamorphisées
- Les roches plus métamorphisées présentent une autre structure appelée la foliation. Elle correspond à un débit planaire formé de minéraux cristallisés selon la direction de la foliation. Une roche métamorphique foliée montre des feuillets superposés de composition minéralogique particulière.
- Lors du métamorphisme et sous l'effet de facteurs du métamorphisme, il se produit des réactions chimiques minéralogiques entraînant la disparition de minéraux, la réapparition d'autres plus stables et le maintien de certains minéraux

Sans fluide	
Minéral A Minéral $\longrightarrow$ B + Minérale C ex : Albite $\longrightarrow$ Jadéite + Quartz	Minéral A + Minéral B $\longrightarrow$ Minérale C + Minéral D ex : Enstatite + Anorthite $\longrightarrow$ Diopside + Silicate d'alumine
Avec apport et/ou production de fluides	
Minéral A + Minéral B + H ₂ O $\longrightarrow$ Minérale C + Minérale D CO ₂ ex : Dolomite + Quartz + Eau $\longrightarrow$ Talc + Calcite + Diox de carbone	Minérale A + Minérale B + H ₂ O $\longrightarrow$ Minérale C + Minérale D + H ₂ O ex : Albite + Glaucothane $\longrightarrow$ Grenat + Jadéite + Eau

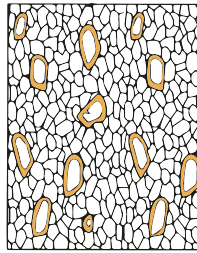
De ces réactions minéralogiques, résultent des changements dans la composition minéralogique de la roche initiale.

Par conséquent, des minéraux index ou indicateurs se forment et caractérisent les conditions de pression et/ou de température qu'a subie la roche métamorphique qui les contient.

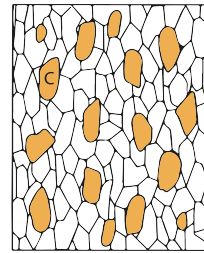
A P0-T0, la roche contient les minéraux A+B



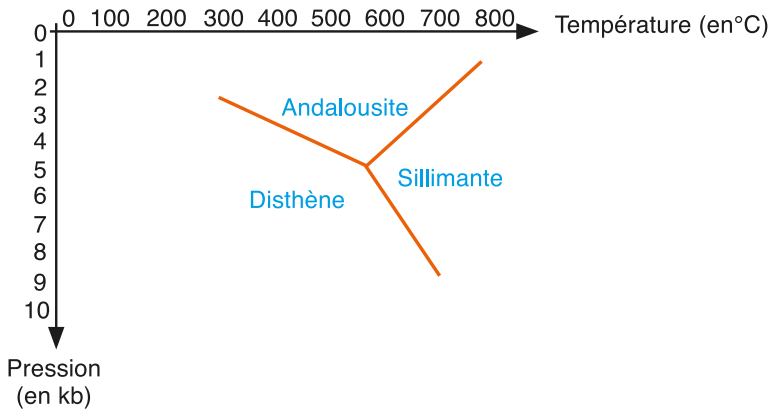
A P1-T1, la réaction $A+B=C$ se poursuit



jusqu'à disparition de B.



Exemples de minéraux indicateurs



- L'andalousite se forme à une haute température et à une faible pression.
- Le disthène nécessite une faible température et une haute pression.
- La sillimanite se forme à une haute température.
- Selon l'intensité croissante du métamorphisme, une même roche mère donne une succession de roches métamorphiques appelée une série métamorphique.
- Un groupe de roches métamorphiques caractérisé par une même assemblage minéralogique, acquis sous des conditions de pression et température bien déterminées et où les minéraux en question sont en équilibre entre eux, constitue un faciès métamorphique.

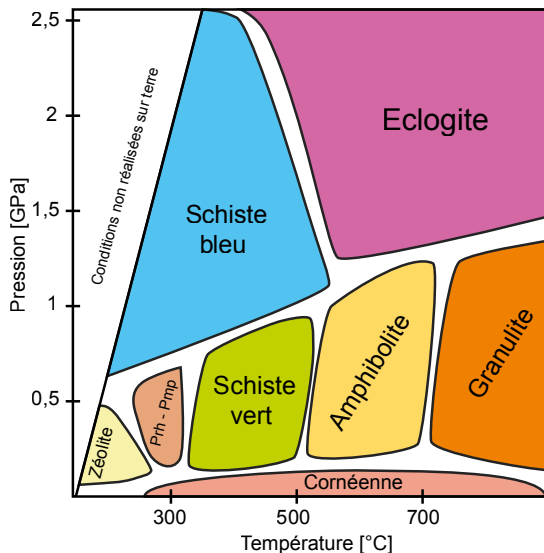
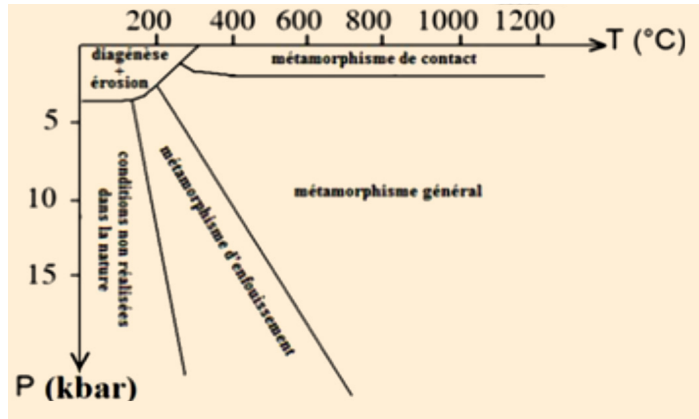


Diagramme P - T des faciès métamorphiques et leurs domaines de stabilité

Formation des chaînes de montagnes récentes et métamorphisme dominant

Suivant les différents domaines de pression et de température, on distingue trois types de métamorphisme.



Chaînes de collision

- Métamorphisme thermodynamique ou général ou régional, dû à l'augmentation de la pression et température accompagnant et résultant de la collision de deux lithosphères continentales.

Série métamorphique caractéristique :

Schiste → Micaschiste → Gneiss

- **Métamorphisme de contact**

Une auréole de métamorphisme entoure le granite intrusif se formant lors de la formation de ce type de chaîne de montagne.

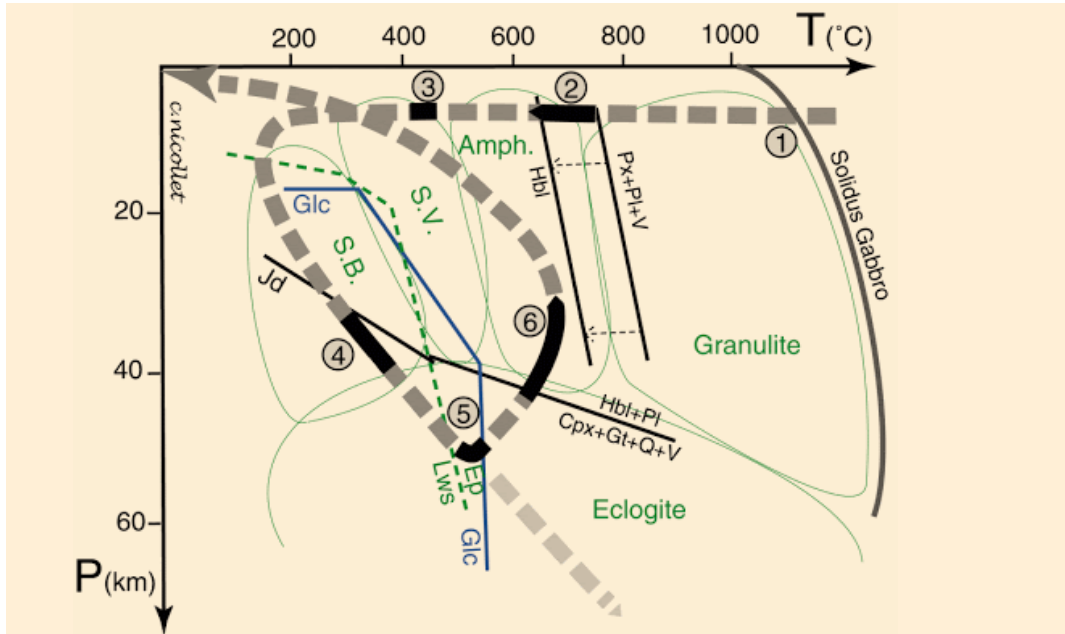
Chaînes de subduction

Métamorphisme d'enfouissement ou métamorphisme dynamique dû à l'augmentation de la pression exercée par la plaque chevauchante sur la plaque plongeante.

Série métamorphique caractéristique (au niveau de la lithosphère océanique plongeante)

Schiste vert → Schiste bleu → Eclogite

Un gabbro cristallisant à la ride entre 2 et 6 km de profondeur, se refroidit lentement en s'éloignant de celle-ci (1). La lithosphère océanique en extension peut être localement déformée ductilement (=qui se déforme sans rupture) lorsqu'elle est encore très chaude.



Au point 2, le métagabbro montre le passage, au cours du refroidissement, dans le faciès amphibolite, puis au point 3, dans le faciès Schistes Verts : la roche, à l'intérieur de la plaque refroidie, est équilibrée dans les conditions du Géotherme moyen.

Si, ultérieurement, le (méta)gabbro est entraîné dans une zone de subduction, il montrera une minéralogie typique du faciès Schistes Bleus (4), puis du faciès Eclogite (5). Lorsque la lithosphère océanique est subductée en totalité, la croûte des marges continentales peut entrer en collision. L'éclogite peut être incorporée dans cette collision. Au début de la collision, lorsque la croûte continentale est sous-charriée sous la portion de croûte océanique éclogitisée, cette dernière est ramenée vers la surface tandis que le gradient thermique évolue vers de plus hautes T. La pression exercée sur l'éclogite diminue tandis que celle-ci se réchauffe : la roche s'équilibre dans les conditions du faciès amphibolite (6). Lorsque le mouvement de convergence s'interrompt, la croûte continentale épaissie est en déséquilibre gravitaire. Elle va s'amincir afin de revenir à l'épaisseur normale d'une croûte d'une lithosphère stable. Des échantillons profonds sont ramenés à la surface.

Métamorphisme et magmatisme en zone de subduction

Les zones de subduction sont le siège d'une importante activité magmatique qui aboutit à la production de croûte continentale, par des mécanismes liés aux transformations minéralogiques de la plaque plongeante.

Un volcanisme explosif

Dans les zones de subduction, des volcans émettent des laves souvent visqueuses. L'accumulation d'une forte pression dans la chambre magmatique peut déclencher une éruption explosive. Les nuées ardentes qui peuvent en résulter sont très destructrices et le panache de cendres peut atteindre plusieurs dizaines de kilomètres.

Des zones d'accrétion continentale

Les roches issues du magmatisme des zones de subduction peuvent présenter des compositions chimiques proches mais sont de deux types :

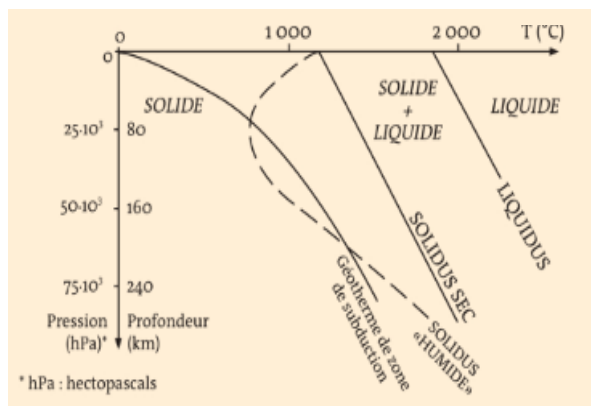
- Des andésites, roches associées au volcanisme explosif, qui contiennent des phénocristaux dont de nombreux feldspaths plagioclases. Ce sont des roches volcaniques, qui ont une structure de pâte avec des cristaux peu voire pas visibles. Elles proviennent du refroidissement rapide du magma à la surface. En lame mince, on peut observer de petits cristaux emprisonnés dans un verre : on parle de structure microlitique.
- Des granodiorites, roches plutoniques formées de quartz, feldspaths plagioclases, micas et amphiboles, faisant partie des granitoïdes. Le magma a refroidi lentement en profondeur, les minéraux ont eu le temps de cristalliser : la structure est dite « grenue » (grains visibles à l'œil nu). En lame mince observée au microscope, on voit une structure entièrement cristallisée (pas de verre, les cristaux sont jointifs).

Une grande partie des magmas cristallise en profondeur sous la forme de granitoïdes, que l'érosion finit par mettre à jour. Ces roches forment donc de la nouvelle croûte continentale : on parle d'accrétion continentale.

L'origine des magmas

L'étude de la composition chimique des granitoïdes des zones de subduction montre qu'ils sont issus du refroidissement d'un magma d'origine mantellique. Ceci suggère une fusion partielle des péridotites à l'aplomb des zones d'activité volcanique, c'est-à-dire dans le manteau de la plaque chevauchante. Or les conditions de pression et de température qui règnent au niveau des zones de subduction ne permettent pas d'envisager une fusion partielle des péridotites (le solidus ne recoupe pas le géotherme), à moins que celles-ci ne soient hydratées.

Diagramme pression/ température

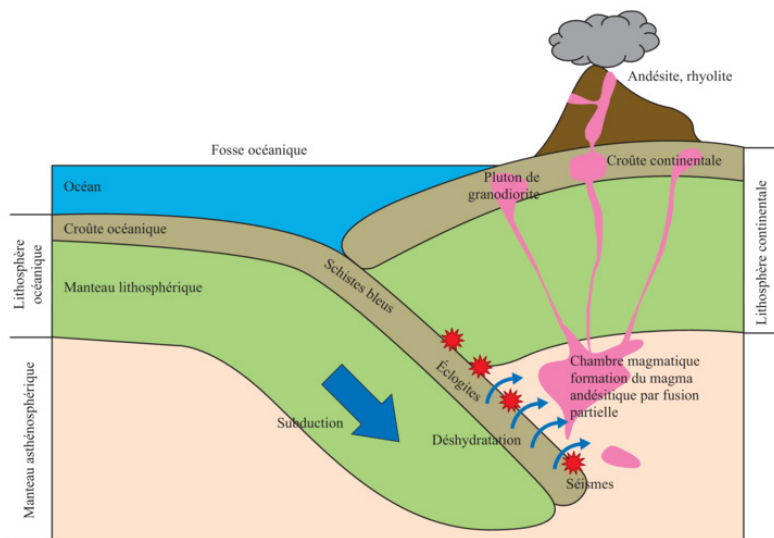


* hPa : hectopascals

L'origine de l'eau

Depuis sa formation au niveau de la dorsale, la lithosphère océanique qui entre en subduction s'est hydratée : elle est riche en minéraux hydroxylés (OH-). Entraînée en profondeur, les roches subissent une forte augmentation de pression mais une faible augmentation de température, car la subduction est plus rapide que le réchauffement de la lithosphère, les roches ayant une mauvaise conductibilité thermique. On parle de métamorphisme haute pression – « basse température ».

Schéma bilan du magmatisme en zone de subduction



Les transformations minéralogiques liées à la subduction de la lithosphère

Au cours de la subduction, les minéraux de la lithosphère océanique vont subir une transformation à l'état solide : c'est le métamorphisme. De nouvelles roches métamorphiques, issues de ces transformations minéralogiques, apparaissent et sont caractéristiques des zones de subduction :

- schistes bleus avec présence de glaucophane (amphibole bleue de haute pression et de faible température) ;
- écolites avec présence de pyroxène de haute pression (jadéite) et de grenat.

Deux réactions du métamorphisme sont engendrées par l'augmentation de pression :



* chlorite et actinote sont des minéraux hydratés présents dans la lithosphère océanique qui entre en subduction

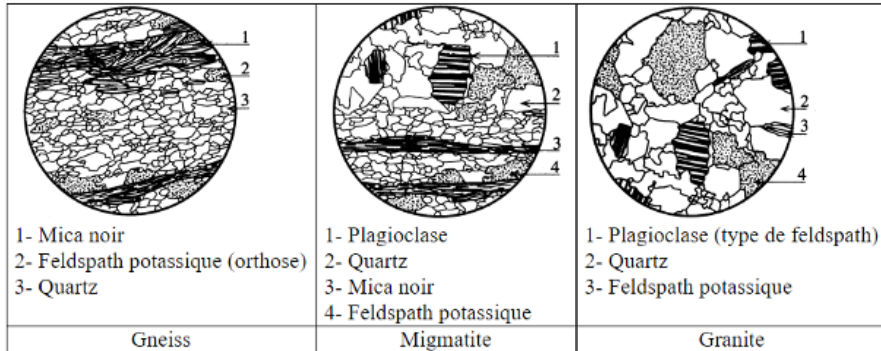
Les minéraux caractéristiques de la subduction (glaucophane, jadéite, grenat) sont moins riches en eau que les minéraux d'origine : les réactions caractéristiques du métamorphisme de haute pression – basse température entraînent une libération d'eau.

L'eau percole dans le manteau de la plaque chevauchante et abaisse le point de fusion des péridotites. Entre 80 et 180 km de profondeur, le « solidus humide » croise le géotherme de subduction : il y a fusion partielle et production de magma, à l'origine des andésites et granitoïdes.

Métamorphisme et magmatisme en zone de collision

Au niveau de chaînes de collision, des affleurements granitiques de grande ampleur sont en contact avec des roches métamorphiques (micaschistes et gneiss), des roches ayant subi un métamorphisme thermodynamique d'intensité élevée.

Entre le granite et le gneiss, on trouve une roche avec une structure double (foliée et grenue) : il s'agit de la migmatite. L'analyse de la composition chimique des migmatites confirme un passage progressif de la composition chimique du gneiss vers une composition chimique de nature granitique.



Le granite est une roche magmatique plutonique. Elle résulte de la cristallisation lente et totale d'un magma granitique en profondeur. On distingue le granite d'anatexie (exemple le granite de l'Ourika) et le granite intrusif (exemple le granite de Zaer) .

	Granité d'anatexie	Granité intrusif
Surface	Large surface	Surface limitée
Roches avoisinantes	Migmatites	Auréole de métamorphisme
Type de métamorphisme	Métamorphisme régional ou métamorphisme thermodynamique	Métamorphisme de contact ou métamorphisme thermique
Origine du granite	Magma issue de l'anatexie et qui se refroidit sur place.	Magma issue de l'anatexie , qui montent (par différence de densité) à travers les roches encaissantes donnant un granite intrusif.

Restitution des connaissances

Exercice 1

1. Définissez les notions suivantes : -Faille inverse -Chaîne de collision
2. Pour chacune des propositions numérotées de 1 à 4, une seule suggestion est correcte. **Recopiez** les couples (1 ; ...) (2 ; ...) (3 ; ...) (4 ; ...) et **écrivez** dans chaque couple la lettre correspondante à la suggestion correcte.

1. En comparaison avec la croûte continentale, la croûte océanique est :

- a. plus épaisse et plus dense;
- b. plus épaisse et moins dense ;
- c. moins épaisse et plus dense ;
- d. moins épaisse et moins dense.

2. Les zones de subduction sont caractérisées par un volcanisme andésitique lié à la fusion partielle de la péridotite:

- a. hydratée de la plaque en subduction ;
- b. non hydratée de la plaque en subduction ;
- c. hydratée de la plaque chevauchante ;
- d. non hydratée de la plaque chevauchante.

3. L'ophiolite est un complexe rocheux constitué par les roches suivantes :

- a. péridotite, andésite, filons doléritiques et basalte;
- b. andésite, gabbro, filons doléritiques et basalte;
- c. péridotite, gabbro, andésite et basalte;
- d. péridotite, gabbro, filons doléritiques et basalte.

4. Les zones de subduction, sont caractérisées par des anomalies thermiques:

- a. positives selon le plan de Bénioff et négatives au niveau de l'arc volcanique;
- b. positives selon le plan de Bcnioff et au niveau de l'arc volcanique ;
- c. négatives selon le plan de Bénioff et au niveau de Tare volcanique ;
- d. négatives selon le plan de Bénioff et positives au niveau de l'arc volcanique.

Exercices

3. **Recopiez** le numéro de chacune des propositions suivantes, puis écrivez «vrai» ou «faux» .

1. La croûte océanique est formée de granités et de gabbro. i
2. Au niveau des zones de subduction, les loyers sismiques se répartissent selon un plan oblique au dessous de la plaque chevauchante.
3. La chaîne d'obduction résulte de l'enfouissement d'une plaque océanique sous une plaque continentale.
4. Un pli-faille résulte d'une faille suivie d'un pli.
5. Les plis et les failles inverses sont des déformations tectoniques qui caractérisent des zones de divergence des plaques lithosphériques.
6. Les zones de subduction se caractérisent par des anomalies thermiques négatives.
7. Le complexe ophiolitique présente une composition pétrographique semblable à celle de la lithosphère océanique.
8. L'andésite est une roche magmatique qui résulte du refroidissement et de la solidification d'un magma en profondeur

4. **Recopiez** les couples (1 ; ...) (2 ; ...) (3 ; ...) (4 ; ...) et **adrezsez** à chaque numéro du groupe 1 la lettre correspondante du groupe 2.

Groupe 1 : le roches	Groupe 2: les caractéristiques
1. L'andésite	a. Roche magmatique à structure grenue appartenant à la croûte océanique.
2. L'ophiolite	b. Complexe rocheux appartenant à la lithosphère océanique
3. Le gabbro	c. Roche magmatique à structure microlithique caractérisant les zones de subduction.
4. La péridotite	d. Roche magmatique à structure grenue appartenant au manteau supérieur.
	e. Roche magmatique à structure grenue caractérisant les zones de collision.

Exercice 2

1. Définissez les notions suivantes : - Chevauchement -Prisme d'accrétion
2. Pour chacune des propositions numérotées de 1 à 4, une seule suggestion est correcte. **Recopiez** les couples (1 ; ...) (2 ; ...) (3 ; ...) (4 ; ...) et **écrivez** dans chaque couple la lettre correspondante à la suggestion correcte.

5- Le refroidissement du magma en surface dans les zones de subduction entraine la formation de :

- a. l'andésite à structure grenue.
- b. la péridotite à structure microlitique.
- c. l'andésite à structure microlitique.
- d. la péridotite à structure grenue.

6- Le gneiss se caractérise par une structure :

- a. grenue.
- b. de foliation.
- c. microlitique.
- d. de schistosité.

7- Les zones de subduction se caractérisent par une :

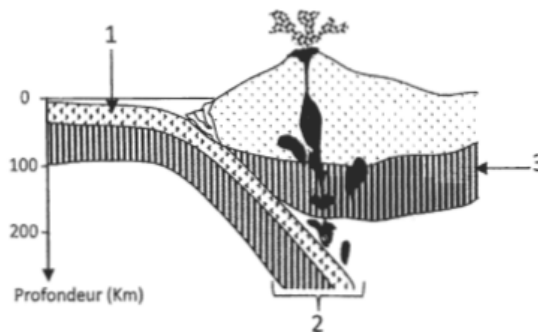
- a. haute pression et haute température.
- b. basse pression et haute température.
- c. haute pression et basse température.
- d. basse pression et basse température.

8- La chaîne d'Oman est formée suite à un :

- a. déplacement d'une lithosphère continentale au- dessus d'une lithosphère océanique.
- b. déplacement d'une lithosphère océanique au- dessus d'une lithosphère continentale.
- c. enfouissement d'une lithosphère océanique sous ; une lithosphère océanique.
- d. enfouissement d'une lithosphère océanique sous une lithosphère continentale.

3. Le document ci-contre représente un schéma d'une zone de convergence entre deux plaques lithosphériques.

Donnez le nom du phénomène représenté par le document et les noms des éléments 1,2 et 3.



Exercices

Exercice 3

- 1- Pour chacune des propositions numérotées de 1 à 4, il y a une seule suggestion correcte. **Recopiez** les couples (1,...) ; (2,...) ; (3,...) ; (4,...), et donnez à chaque numéro la lettre qui correspond à la suggestion correcte.

1. La faille inverse est une structure:

- a- qui résulte des contraintes tectoniques distensives.
- b- caractérisée par l'éloignement des deux compartiments de la faille.
- c- caractérisée par un plan de faille vertical.
- d- caractérisée par le rapprochement des deux compartiments de la faille.

2. L'andésite est une roche magmatique qui:

- a- résulte d'un refroidissement rapide du magma en profondeur.
- b- résulte d'un refroidissement lent du magma en surface.
- c- a une structure microlitique caractérisée par des microlites et du verre.
- d- a une structure grenue caractérisée par des cristaux de grande taille.

3. Les chaînes de subduction résultent de l'enfouissement d'une lithosphère:

- a- océanique moins dense sous une lithosphère continentale plus dense.
- b- continentale moins dense sous une lithosphère océanique plus dense.
- c- océanique plus dense sous une lithosphère continentale moins dense.
- d- continentale plus dense sous une lithosphère océanique moins dense.

4. L'auréole de métamorphisme est une zone qui entoure le granite:

- a- intrusif et résulte d'un métamorphisme de contact.
- b- d'anatexie et résulte d'un métamorphisme de contact.
- c- intrusif et résulte d'un métamorphisme régional.
- d- d'anatexie et résulte d'un métamorphisme régional.

2- Définissez ce qui suit :

- L'anatexie - Le faciès métamorphique.

- 3- **Recopiez**, sur votre feuille de rédaction, la lettre qui correspond à chaque proposition, et écrivez devant chacune d'elles «vrai» ou «faux» :

a	Le magma andésitique résulte de la fusion partielle des roches préexistantes sous l'action d'un métamorphisme de haute température et de basse pression.
b	Les zones de subduction sont caractérisées par un métamorphisme dynamique.
c	Une séquence métamorphique correspond à l'ensemble des roches qui se sont formées dans les mêmes conditions de pression et de température.
d	La schistosité et la foliation sont deux structures caractéristiques des roches métamorphiques et La schistosité et la foliation sont deux structures caractéristiques des roches métamorphiques et magmatiques.

4- Citez :

1. Deux caractéristiques des chaînes de collision.
2. Deux caractéristiques des chaînes d'obduction.

Exercice 4

- 1- **Définissez** les notions suivantes : - Métamorphisme. - Minéral indicateur (ou index).
- 2- **Donnez** deux caractéristiques :
1. Des chaînes de subduction.
 2. Qui distinguent le granite d'anatexie du granite intrusif.
- 3- Pour chacune des données numérotées de 1 à 4, une seule proposition est correcte. Recopiez les couples suivants, et choisissez pour chaque couple la lettre correspondante à la proposition correcte. (1 ; ...) ; (2 ; ...) ; (3 ; ...) ; (4 ; ...)

1. Le magma andésitique se forme suite à la fusion partielle d'une roche nommée :

a - l'éclogite. b - l'argile. c - la péridotite. d - le basalte.

2. Les chaînes de collision résultent de :

a- l'affrontement de deux plaques océaniques sous l'effet des contraintes compressives.
b- l'affrontement de deux blocs continentaux après la fermeture d'un ancien océan.
c- l'effet de forces géologiques extensives en rapport avec la fermeture d'un ancien océan.
d- l'effet de forces géologiques compressives au niveau de la dorsale océanique.

3. La séquence métamorphique est un ensemble de : **a- roches magmatiques résultantes du refroidissement du même magma.**

b- roches ayant subi un même degré de métamorphisme.
c- minéraux ayant subi une température croissante.
d- roches métamorphiques qui résultent de la même roche mère.

4. Les migmatites :

a- sont des roches appartenant à une auréole métamorphique.
b- sont des roches ayant une texture mixte (grenue et foliée).
c- résultent de la fusion partielle de la péridotite.
d- résultent de la fusion totale du gneiss.

- 4- Reliez chaque élément du groupe 1 à la définition du groupe 2 qui lui convient en recopiant le tableau ci-dessous et en le complétant avec les lettres qui correspondent à la définition convenable.

Élément du groupe 1	1	2	3	4
La lettre convenable du groupe 2				

Groupe 1 : les éléments	Groupe 2 : les définitions
1. Volcanisme andésitique	a - structure de roche qui résulte d'un métamorphisme lié à une forte augmentation de la température et de la pression.
2. anatexie	b - fusion partielle de roches qui ont atteint un degré maximal de métamorphisme.
3. Gneiss	c - phénomène géologique qui consiste à l'écoulement de lave au niveau des zones de subduction.
4. Faciès métamorphique	d - un ensemble de minéraux qui caractérisent des conditions de température et de pression données.

Exercices

Exercice 5

- 1- Définissez les notions suivantes : Ophiolite - Structure foliée.
- 2- Citez trois propriétés structurales et pétrographiques caractérisant les chaînes d'obduction.
- 3- Pour chacune des données numérotées de 1 à 4, une seule suggestion est correcte. Recopiez les couples suivants, et choisissez pour chaque couple la lettre qui correspond à la suggestion correcte. (1;...) ; (2;...) ; (3;...) ; (4;...)

1. La série métamorphique des roches argileuses résultante d'un métamorphisme de pression et de température croissantes est :

- a- argile → gneiss → schiste → micaschiste.
- b- argile → schiste → gneiss → micaschiste.
- c- argile → schiste → micaschiste → gneiss.
- d- argile → gneiss → micaschiste → schiste

2. Le granite intrusif est entouré par :

- a- les migmatites.
- b- P auréole métamorphique.
- c- le gneiss.
- d- la péridotite.

3. L'éclogite est une roche métamorphique formée sous les conditions suivantes :

- a- haute pression et haute température.
- b- haute pression et basse température.
- c- basse pression et haute température.
- d- basse pression et basse température.

4. Les migniatites forment un complexe rocheux qui sépare:

- a- Les roches du métamorphisme de contact du domaine de la fusion.
- b- Les roches du métamorphisme dynamique du domaine de la fusion.
- c- Le granite anatectique du granite intrusif.
- d- Le gneiss du granite anatectique.

- 4- Les figures ci-dessous représentent des schémas de déformation tectoniques accompagnant la des chaînes de montagnes.



Figure 1

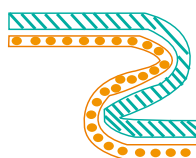


Figure 2

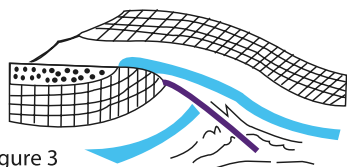


Figure 3

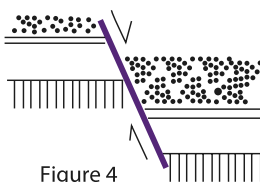


Figure 4

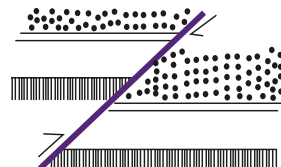


Figure 5

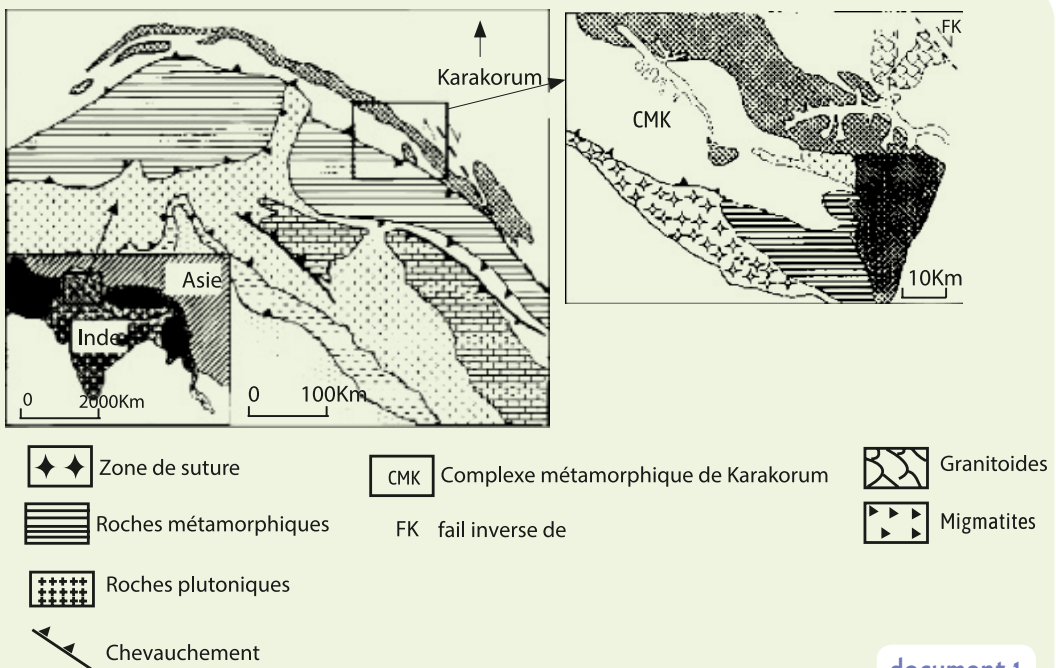
- Recopier les numéros des figures sur votre feuille de production et écrivez le nom qui convient à chaque figure parmi les noms suivants: chevauchement ; faille normale ; faille inverse ; faille horizontale ; pli droit ; pli couché ; pli déversé.

Raisonnement et communication

Exercice 1

Le Karakorum est une chaîne de montagne située dans le nord-ouest de l'Himalaya, elle s'étend du nord du Pakistan jusqu'au sud du Cachemir. Pour déterminer les étapes de formation de cette chaîne de montagne, des études ont été menées sur les caractéristiques tectoniques et pétrographiques de la zone Karakorum. Chevauchement Granitoïdes fail inverse de FK Complexe métamorphique de Karakorum Roches métamorphiques Zone de suture Roches plutoniques Inde Karakorum FK 10 Km 2000 Km 100 Km 00 Asie

Le document 1 présente une carte simplifiée de la zone étudiée.



1. En se basant sur le document 1, **dégagez** deux indices montrant que la région étudiée a connu des contraintes tectoniques compressives, et deux autres indices indiquant que la région a connu une collision précédée par une subduction.

Le complexe métamorphique de Karakorum est caractérisé par la présence du gneiss (R2) résultant de transformation métamorphique de la roche du paragneiss (R1).

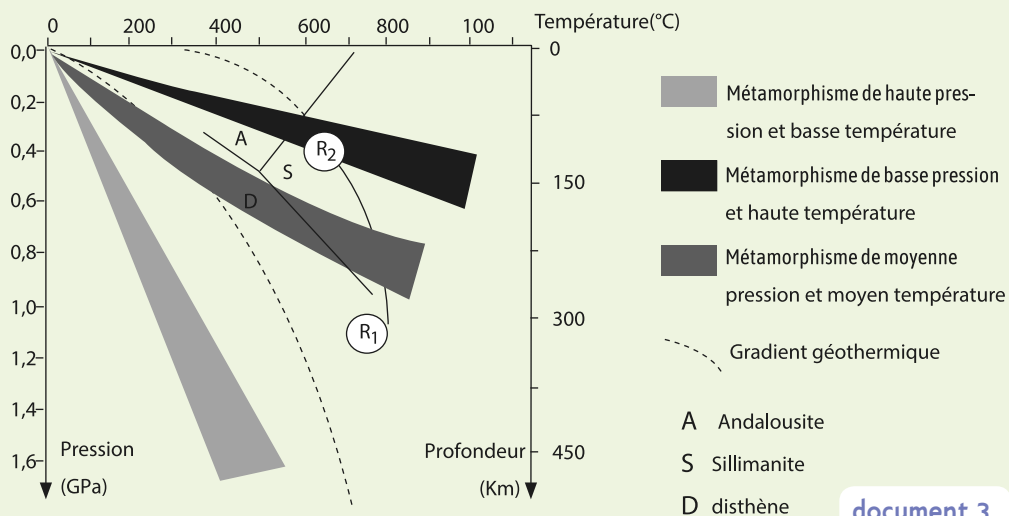
Le document 2 présente la composition minéralogique des deux roches R1 et R2. Le document 3 montre le trajet de pression et de température de la formation de ces deux roches.

Exercices

Minéraux	Paragneiss (R1)	Gneiss (R2)
Quartz	+++	+++
Plagioclase	++	++
Biotite	+++	++
Muscovite	++	++
Grenat	++	++
Disthène	++	-
Sillimanite	-	++

le nombre de signe (+) indique le degré d'abondance du minéral.
(-) indique l'absence du minéral

document 2

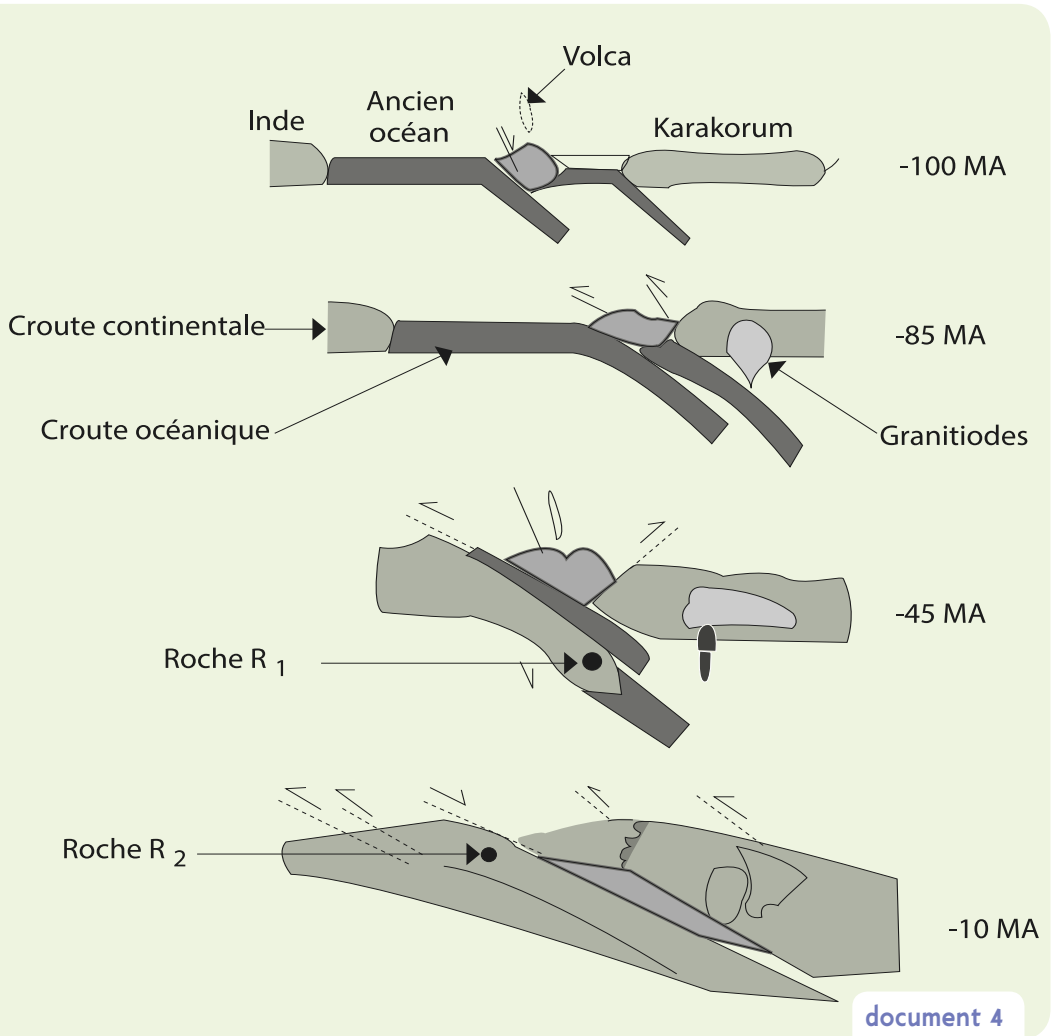


document 3

2. En se basant sur les données du document 2, Décrivez les variations minéralogiques observées lors du passage du Paragneiss au Gneiss.

3- En se basant sur les données du document 3, **Déterminez** les conditions de pression et de température permettant la formation des deux roches R1 et R2, puis expliquez les changements minéralogiques observés lors du passage du Paragneiss au Gneiss.

Le document 4 montre les étapes de formation du Karakorum selon le modèle proposé par YXEMENNICIER



4- En exploitant les données précédentes et le document 4, **reconstituez** l'histoire géologique de la chaîne de montagne du Karakorum en précisant la relation entre la formation du gneiss et l'orogénèse de cette chaîne de montagne.

Exercices

Exercice 2

La chaîne de l'Himalaya s'étend sur 3000 km entre l'Inde et l'Asie et comprend trois unités tectoniques formées il y a 55 millions d'années. Pour déterminer les phénomènes géologiques accompagnant la formation de cette chaîne on propose les documents suivants :

Le document 1 présente une carte géologique simplifiée de l'Himalaya (figure a), et une coupe géologique dans la même chaîne de montagne (figure b).

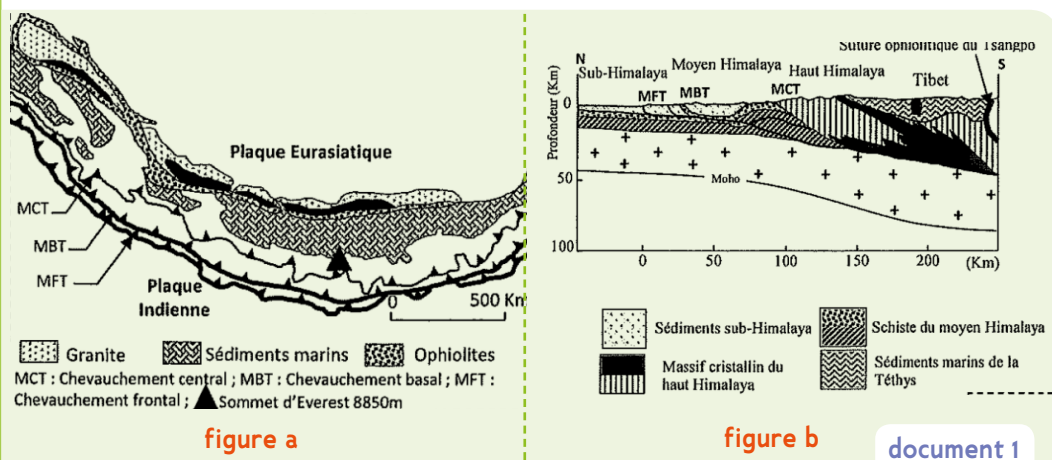
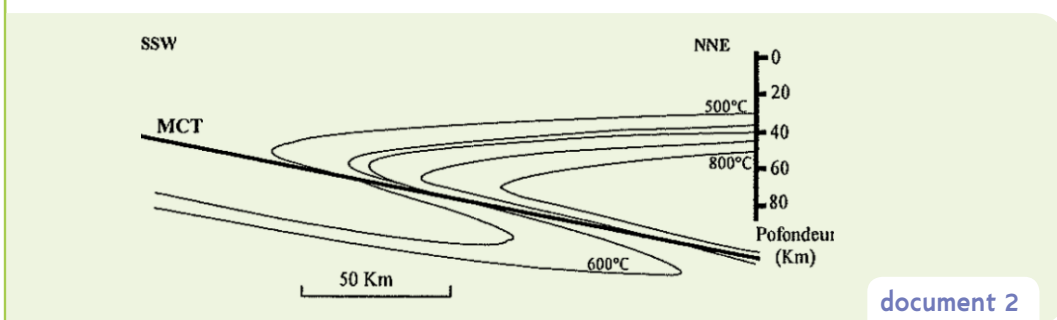


figure a

figure b

document 1



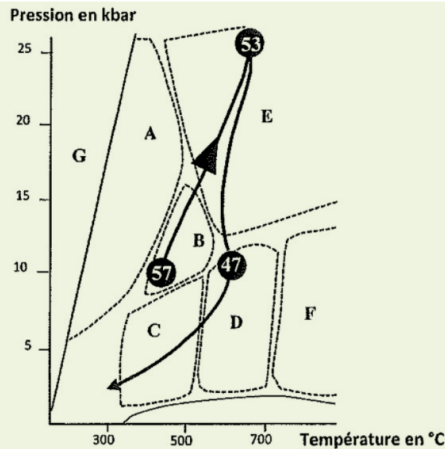
document 2

1. En exploitant le document 1 **déterminez** deux phénomènes géologiques à l'origine de la formation de l'Himalaya.

L'étude géophysique de l'unité du haut Himalaya a permis l'obtention des résultats présentés par le document 2.

2. **Décrivez** la variation de la température de la lithosphère au niveau de cette unité (document 2), puis **expliquez** cette variation,

Le haut Himalaya se caractérise par l'affleurement des blocs d'éclogite résultant du métamorphisme du gabbro, et des roches continentales métamorphiques. Le document 3 présente le trajet PTt (pression - température - temps) de l'évolution des roches appartenant au complexe ophiolitique de l'Himalaya, et le document 4 présente la limite séparant les associations de minéraux présents dans la séquence métamorphique continentale formant le massif cristallin du haut Himalaya (figure a), et le diagramme des faciès métamorphiques (figure b).



A : Schistes bleus à lawsonite ;
 B : Schistes bleus à épidote ;
 C : Schistes verts ;
 D : Amphibolites ;
 E : Eclogites ;
 F : Granulites ;
 G : Conditions pression-température qui n'existent pas sur terre.

47 53 57 : les âges en millions d'années obtenus à ces conditions pression et température.

document 3

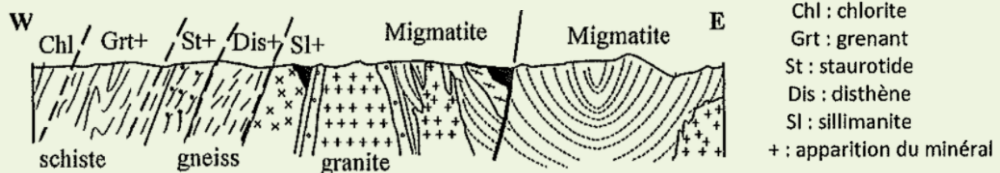
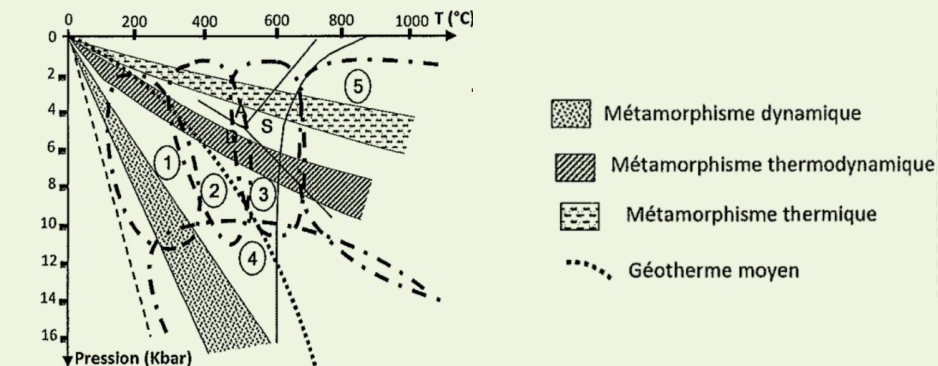


figure a



A : Andalousite ; S : sillimanite ;
 1 : Schistes bleus (Glaucophane + Grenat + Epidote) ; 2 : Schistes verts (Actinote + Chlorite) ;
 3 : Amphibolites (Hornblende + Plagioclases) ; 4 : Eclogites (Jadéite + Grenat),
 5 : Granulites

figure b

document 4

1. En exploitant les documents 3 et 4 :

a- Déterminez le type de métamorphisme aboutissant à la formation de l'éclogite, justifiez votre réponse

b- Déterminez le type de métamorphisme aboutissant à la formation du massif cristallin de haut Himalaya, justifiez votre réponse.

2. En vous basant sur vos réponses précédentes, déterminez les étapes de la formation de la chaîne de l'Himalaya en mettant en évidence les phénomènes géologiques qu'a connue la région.

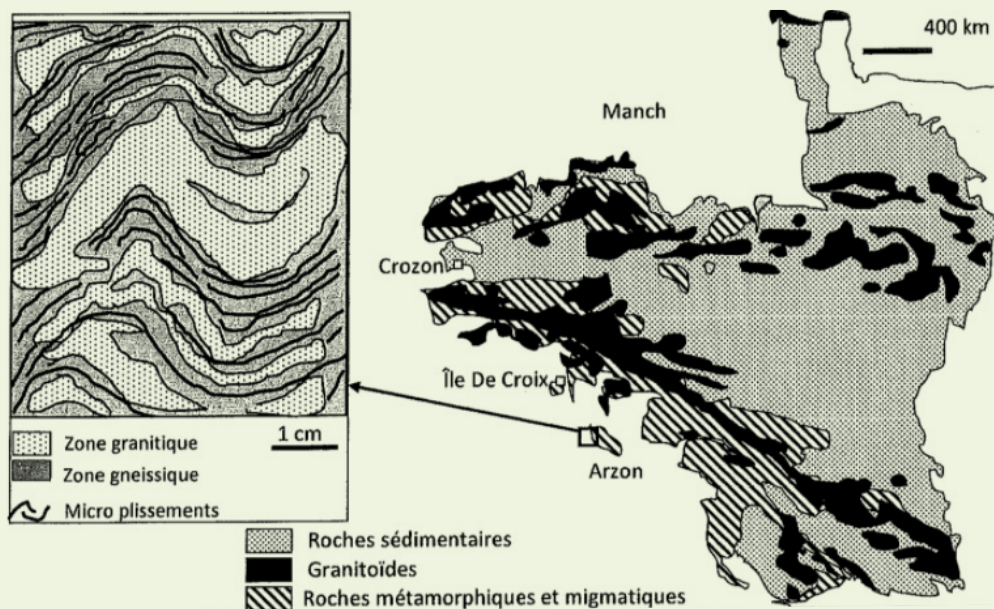
Exercices

Exercice 3

Dans le cadre de l'étude des phénomènes géologiques accompagnant la formation des chaînes de montagnes on propose les données suivantes :

Le massif Armoricaín situé au nord-ouest de la France a fait l'objet de nombreuses études géologiques selon lesquelles, cette entité géologique, de faible altitude, correspondrait à une chaîne de montagnes. Pour vérifier ce propos et retracer quelques aspects de l'histoire géologique de ce massif, on propose l'étude des documents suivants :

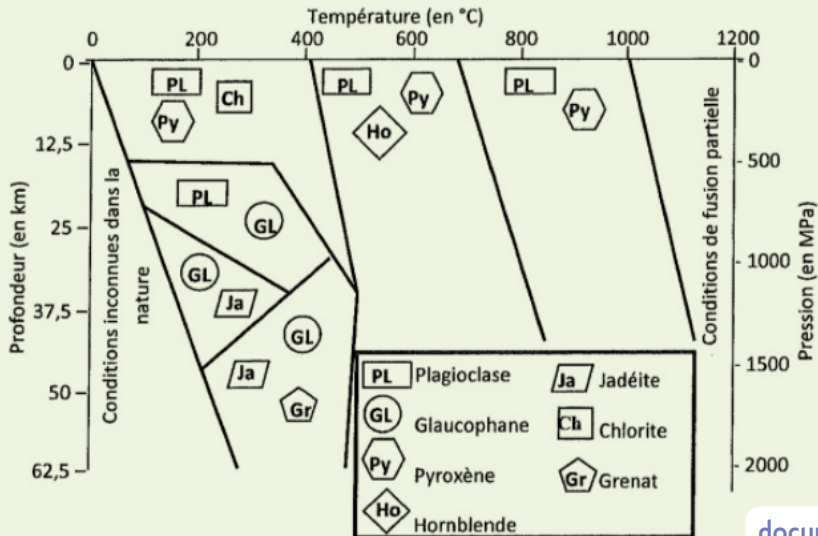
Le document 1 présente la carte de répartition des granitoïdes et des roches métamorphiques dans le massif armoricaín accompagnée d'un schéma simplifié d'une migmatite de la région d'Arzon (les lits clairs sont de composition granitique et sont riches en quartz et feldspaths, les lits sombres sont riches en biotites).



document 1

1. En vous basant sur le document 1, **dégagez** les indices qui témoignent que cette région a subi un métamorphisme régionale suivi d'une anatexie.

L'examen minéralogique de certaines roches de l'île De Croix, révèle la présence de minéraux du glaucophane, de la jadéite et du grenat. Le document 2 représente les conditions de stabilité de certains groupements minéraux en fonction de la pression et de la température.

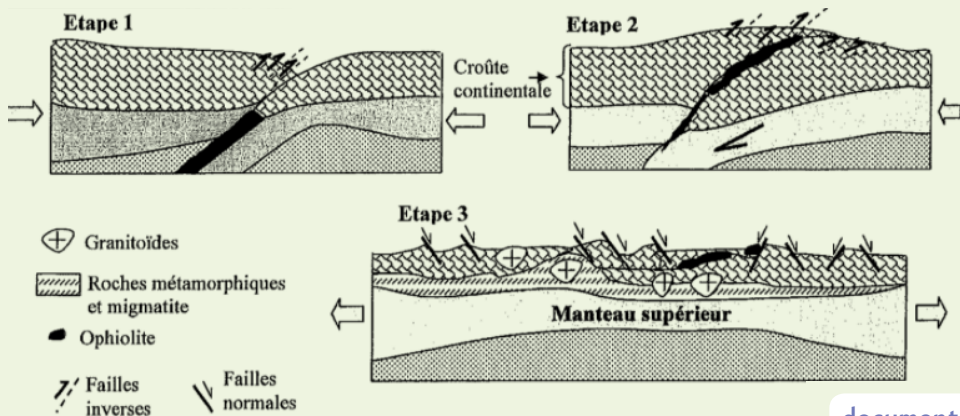


document 2

2. En vous basant sur le diagramme du document 2 :

- Déterminez** les conditions de formation des roches de l'île De Croix.
- Déduisez** le type de métamorphisme auquel les roches de cette région ont été soumises, puis précisez le contexte géodynamique qui a régné dans cette région.

Les figures du document 3 représentent trois étapes d'évolution d'une chaîne de montagne de collision.



document 3

3. En vous aidant des étapes du document 3, retracez l'histoire géologique du massif Armoricain.

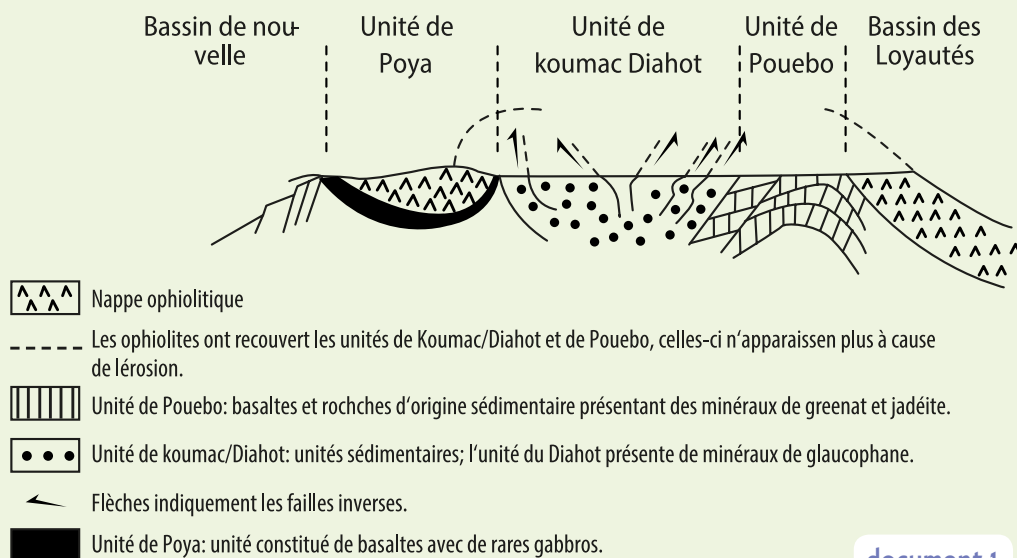
Exercices

Exercice 4

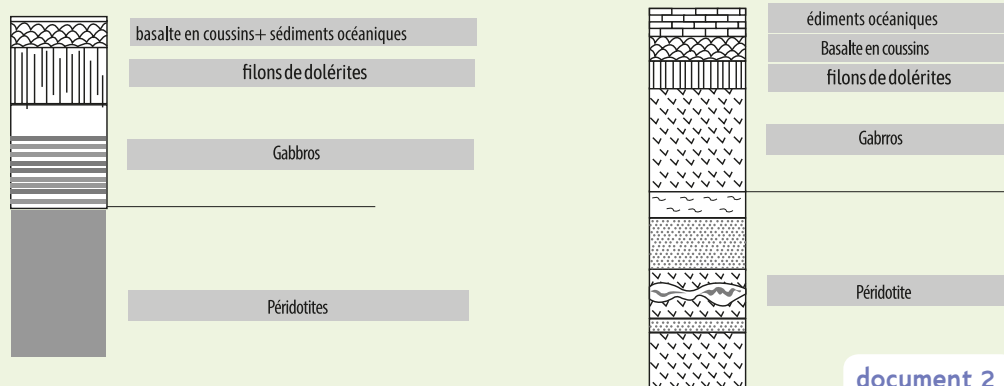
Afin de montrer la relation entre les chaînes de montagnes récentes et la tectonique des plaques au niveau de la nouvelle calédonie, située dans l'océan pacifique, on présente les données suivantes :

Le document 1 présente une coupe géologique simplifiée de la partie nord de la nouvelle calédonie.

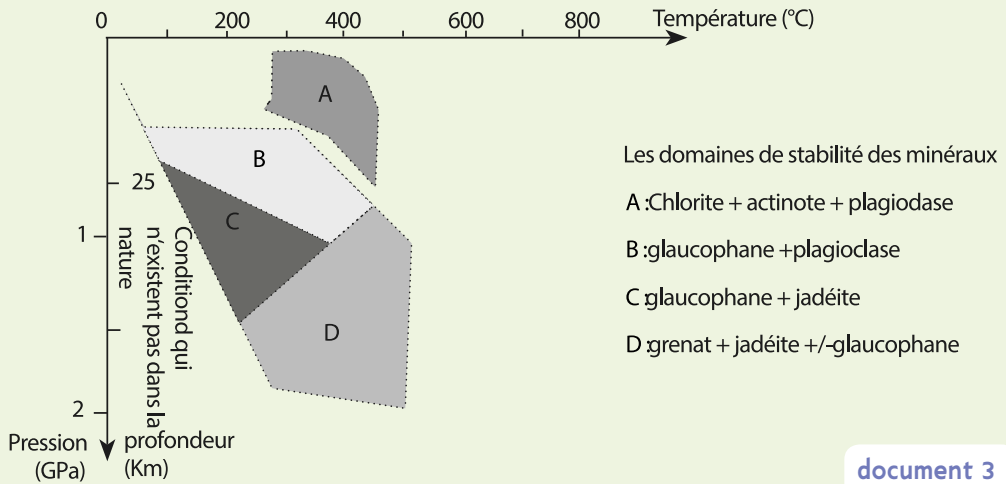
Le document 2 présente une coupe longitudinale simplifiée de la lithosphère océanique (figure (a)) et une coupe longitudinale simplifiée de la nappe ophiolitique de la chaîne de montagne de la nouvelle calédonie (figure(b)). Le document 3 montre les domaines de stabilité de quelques minéraux index.



document 1



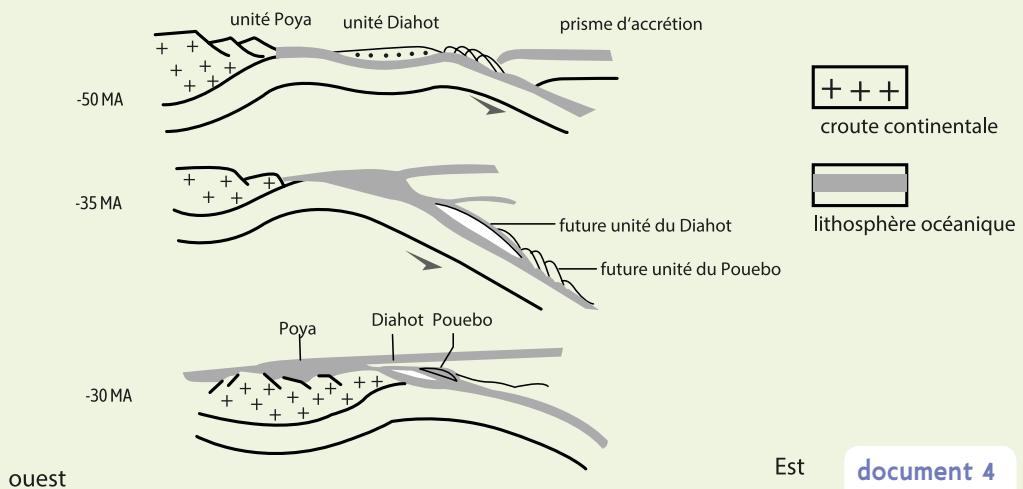
document 2



1- **En exploitant** les données des documents 1 et 2, **montrez que** la chaîne de montagne de la Nouvelle Calédonie est une chaîne d'obduction.

2- **Déduisez** à partir des documents 1 et 3 le type de métamorphisme qui a accompagné la genèse de cette chaîne de montagne, ainsi que le phénomène responsable de ce métamorphisme.

Dans le but d'illustrer les étapes de formation de la chaîne de la Nouvelle Calédonie, Auboin et al. a proposé un modèle explicatif présenté dans le document 4.



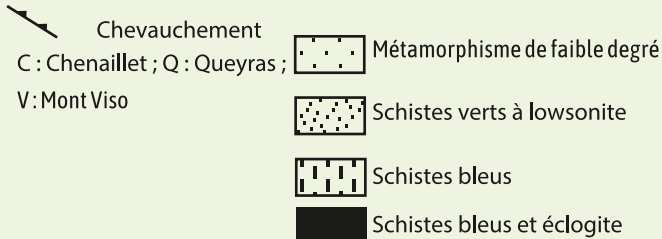
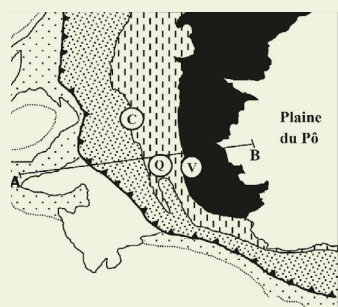
3- **En se basant** les données précédentes et sur le modèle d'Auboin, donnez les étapes de formation de la chaîne de montagnes de la Nouvelle Calédonie.

Exercices

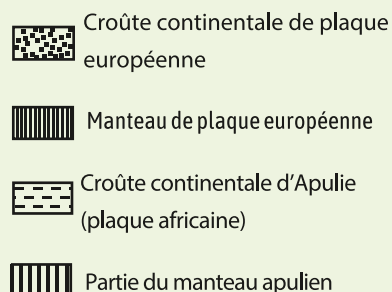
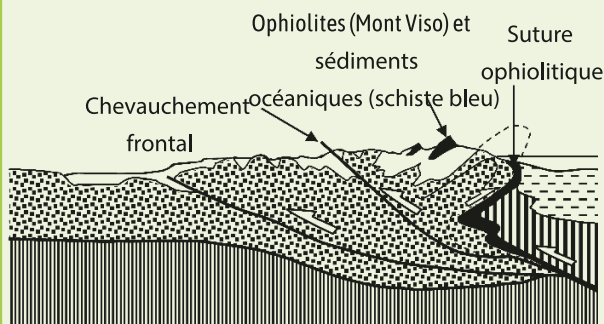
Exercice 5

Les Alpes européennes forment une chaîne de montagne qui s'étend sur 1200km entre la Méditerranée au Sud et le Danube à l'Est. Les Alpes occidentales montrent le long de 150km la plupart des unités de cette chaîne de montagnes. On considère actuellement que les Alpes sont le résultat de la fermeture d'un ancien océan suite à la convergence et la confrontation de la plaque européenne et la plaque africaine. Pour déterminer les conditions et les étapes de la formation de cette chaîne on propose les documents suivants :

Le document 1 présente une carte géologique simplifiée des zones internes des Alpes occidentales, et le document 2 présente une coupe géologique dans la région étudiée selon l'axe AB.



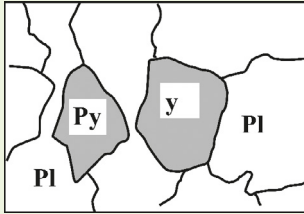
document 1



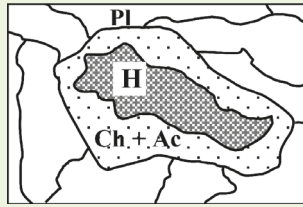
document 2

1- Relevez des documents 1 et 2 les déformations tectoniques qu'a connu la zone interne des Alpes occidentales et les indices qui montrent que cette zone est le résultat de la fermeture d'un ancien océan.

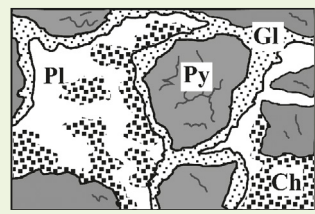
Parmi les roches qui affleurent dans le massif de Chenaillet, Queyras et le mont Viso on trouve des roches métamorphiques. Le document 3 présente trois lames minces de trois métagabbros appartenant à la région étudiée et une lame mince du Gabbro et le document 4 présente les domaines de stabilité de certains minéraux indicateurs (index) selon les conditions de pression et de température.



Gabbro : origine des métagabbros

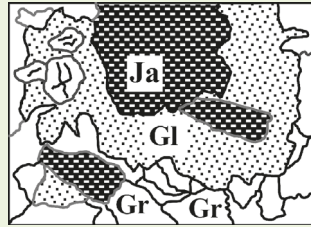


MG1 : Métagabbro du Chenaillet

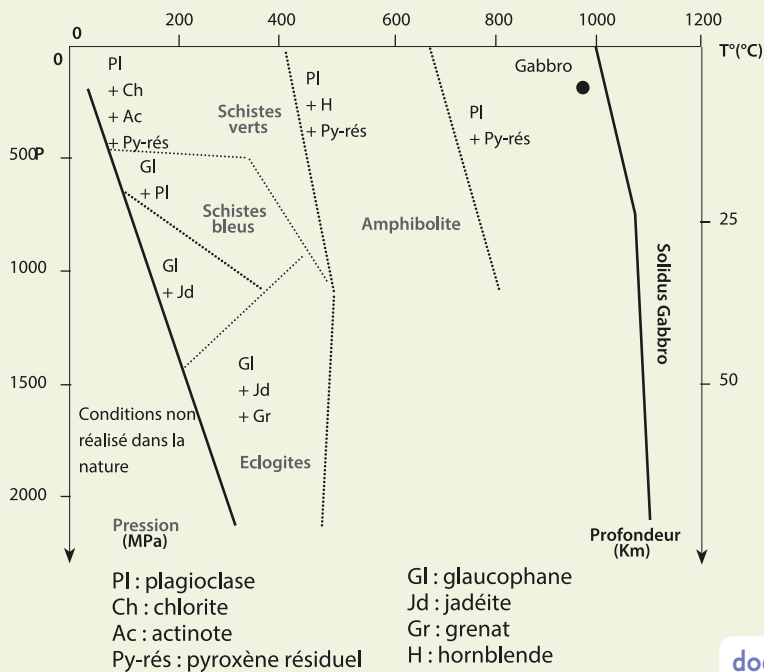


MG2 : Métagabbro du Queyras

Py : Pyroxène ; Pl : Plagioclase ;
H : Hornblende (amphibole) ;
Ch : Chlorite ; Ac : Actinote ;
Gl : Glaucophane ; Ja : Jadéite ;
Gr : Grenat



document 3



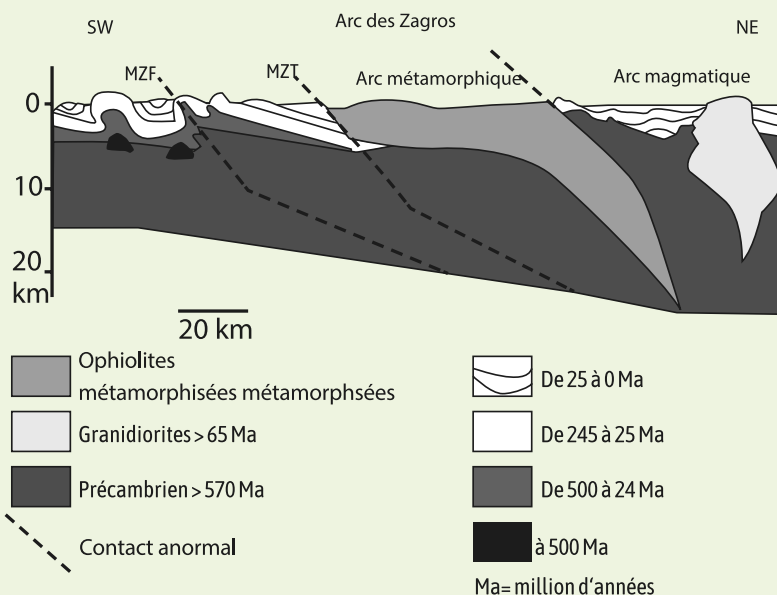
document 4

- 2- Sachant que la transformation de la hornblende donne l'actinote et le chlorite, et en **exploitant** les documents 3 et 4, **montrez** que les roches MG1, MG2 et MG3 sont des indices d'une subduction qui a précédé la confrontation de la plaque européenne et la plaque africaine en **précisant** le type de métamorphisme à l'origine de la formation des roches étudiées.
- 3- En vous **basant** sur vos réponses précédentes et vos connaissances, **réalisez** trois schémas explicatifs montrant les étapes de la formation de la chaîne alpine.

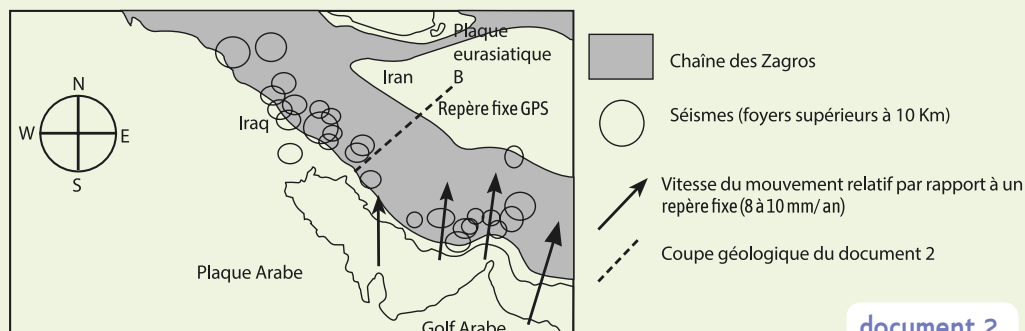
Exercices

Exercice 6

La chaîne des Zagros se situe dans la zone de confrontation entre la plaque Arabe et la plaque Eurasiatique. Le document 1 montre la situation de cette chaîne de montagne ainsi que quelques caractéristiques géophysiques de la région. Le document 2 présente une coupe géologique au niveau de cette chaîne selon la ligne A-B.



document 1



document 2

- Déterminez à partir des documents 1 et 2 les différentes caractéristiques géophysiques, structurales et pétrographiques qui prouvent que cette région a connu une collision précédée par une subduction.

La chaîne des Zagros renferme des roches métamorphiques, les groupements minéralogiques observés dans ces roches témoignent de la succession des conditions de pression et de température dans cette région. Le document 3 figure (a) montre la composition chimique (en %) du gabbro (roche de la croûte océanique) et du métagabbro (roche métamorphique appartenant aux ophiolites métamorphisées). Le document 3 figure (b) présente la composition minéralogique de ces deux roches.

Figure (a)

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
47,1	2,3	14,2	11,0	12,7	9,9	2,2	0,4

Figure (b)

minéraux	gabbro	métagabbro
plagioclase	+	-
augite (pyroxène)	+	-
glaucofane	-	+
jadéite	-	+

+ : Présence

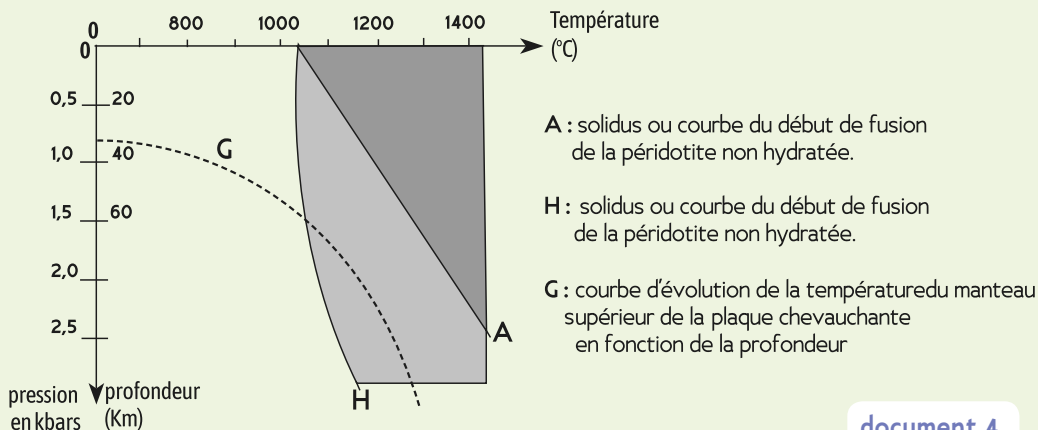
- : Absence

Le glaucofane et la jadéite sont stables dans des conditions de basse température et haute pression.

document 3

2- En exploitant les données du document 3, déduisez l'origine et les conditions de formation du métagabbro.

Les zones de subduction sont caractérisées par l'existence de roches métamorphiques accompagnant les roches magmatiques comme le granodiorite (document 2). Le document 4 montre les courbes expérimentales du début de fusion de la péridotite du manteau supérieur, sous les conditions de pression et de température, et la courbe d'évolution de la température du manteau supérieur de la plaque chevauchante en fonction de la profondeur au niveau de la zone de subduction.



document 4

3- En exploitant vos acquis et les données du document 4, montrez la relation entre le phénomène de la subduction et la formation des granodiorites.

4- En se basant sur les données précédentes et sur vos connaissances, donnez la succession des événements ayant conduit à la formation de la chaîne des Zagros.

Corrigé exercices

Restitution des connaissances

Exercice 1

1- Définitions :

Faïlle inverse : déformation tectonique cassante caractérisée par un mouvement relatif de raccourcissement des deux compartiments séparés

Chaîne de collision : chaîne de montagne résultante d'un affrontement de deux lithosphères continentales suite à la fermeture du domaine océanique qui les sépareit

2- (l,o) ; (2, c) ; (3,d) ; (4,d)

3-(a- faux) ; (b- vrai) ; (c- faux) ; (d ; faux) (5 ; Faux) (6 ; Vrai) (7 ; Vrai) (8 ; Faux)

4- (1, C) ; (2, b) ; (3, a) ; (4, d)

Exercice 2

1- Acceptez toute définition correcte à titre d'exemple :

- **Chevauchement** : structure tectonique compressive qui résulte du déplacement d'un bloc rocheux sur un autre suite à une faille inverse

- **Prisme d'accrétion** : structure géologique qui résulte du pelage (ou grattage) des sédiments de la plaque océanique subductée sous une plaque continentale

2- (l,c) ; (2,b) ; (3,c) ; (4,b)

3- Phénomène de subduction

1 : Croûte océanique - 2 : lithosphère océanique - 3 : Manteau supérieur

Exercice 3

1- (1, d) ; (2, c) ; (3, c) ; (4, a)

2- Définitions (accepter toute définition correcte comme) :

L'anatexie : Processus de fusion partielle des roches métamorphiques à l'origine d'un magma

Le faciès métamorphique : Ensemble de minéraux stable dans un intervalle de P et T (accepter aussi : Intervalle de P et T dans lequel un ensemble de minéraux index sont stable).

3- a-faux ; b-vrai ; c-faux ; d-faux

4- 1. Caractéristiques des chaînes de collision (accepter 2 caractéristiques parmi) : Épaississement crustale ; métamorphisme thermodynamique ; déformations tectoniques, suture ophiolitique,

2. Caractéristiques des chaînes d'obduction : (accepter 2 caractéristiques parmi)

Les ophiolites ; déformations tectoniques (les nappes de charriages ; les failles inverses ; les plis-failles ; les plis.

Exercice 4

1- **Métamorphisme** : un phénomène géologique correspondant aux transformations minéralogiques et structurales d'une roche préexistante à l'état solide, sous l'effet de variations de température et de pression

Minéral indicateur : minéral indiquant les conditions de pression et de température subit par la roche métamorphique qui contient ce minéral au cours de sa genèse.

2- Deux caractéristiques tel que :

1- **Chaîne de subduction** : existence de fosse océanique ; volcanisme andésitique ; répartition oblique des foyers sismiques ; séquence métamorphique de schiste vert - schiste bleu - éclogite.

2. **Granite d'anatexie** : occupe une grande surface ; se forme en grande profondeur ; ses limites avec les roches métamorphiques ne sont pas claires ; lié au métamorphisme régional.

3- (1,c) ; (2,b) ; (3,d) ; (4,b).

4- L'appariement :

Élément du groupe 1	1	2	3	4
La lettre convenable du groupe 2	a	b	c	d

Exercice 5

1- **Ophiolite** : partie d'écorce océanique ancienne présente actuellement au niveau d'une marge continentale (admission des réponses donnant la composition du complexe ophiolitique).

Structure folié : est une structure acquise par les roches métamorphique et qui se caractérise par l'alternance de lits clairs et sombres.

2- Trois propriétés structurales et pétrographiques caractérisant les chaînes d'obduction :

- Présence d'ophiolite.
- Présence de déformations tectonique complexe (nappe de charriage et chevauchement).
- Présence de sédiments marins (terradiolarite).

3- (1,c) ; (2,b) ; (3,b) ; (4,d)

4- Nom correspondant à chaque figure :

Figure 1 : pli déversé ;

Figure 2 : pli couché ;

Figure 3 : chevauchement ;

Figure 4 : faille normale ;

Figure 5 : faille inverse.

Raisonnement et communication

Exercice 1

1- Phénomènes géologiques à l'origine de la formation de l'Himalaya :

- la subduction : présence des sédiments océaniques dans un domaine continental et de la suture ophiolitique
- la collision : présence des chevauchements, épaissement crustal

2- La température augmente avec la profondeur au-dessus et en dessous du chevauchement central

- Au niveau de la région MCT, les courbes des isothermes dévient vers la profondeur, ce qui indique la présence d'anomalies thermiques
- Les anomalies thermiques peuvent être expliquées par l'enfoncement de la lithosphère océanique froide dans le manteau chaud par le phénomène de subduction.

3- Pour l'éclogite :

Le trajet PTt montre le passage du faciès de schiste bleu vers le faciès d'éclogite → le gabbro subit une pression élevée et une température faible → métamorphisme dynamique (subduction).

- Pour les roches continentales métamorphiques :

Présence des roches de la séquence métamorphique argileuse (schiste et le gneiss) et de migmatite et du granité. Les associations minéralogiques montrent le passage du domaine du chlorite (schiste vert) vers le domaine du grenat (schiste bleu) en suite vers le domaine du disthène et de la sillimanite (amphibolite) → les roches continentales ont subi une pression et une température élevées → métamorphisme dynamothermique.

4- La succession des événements qui ont abouti à la formation de la chaîne de l'Himalaya

- Subduction d'une ancienne lithosphère océanique (Tethys) sous la plaque eurasiatique sous l'effet de force de compression et formation de prisme d'accrétion à partir des sédiments océaniques, ainsi que la transformation du gabbro en éclogite ;
- Fermeture de la Tethys et blocage de la subduction et suite aux forces tectoniques convergentes, les sédiments océaniques (prismes d'accrétion) s'avancent sur la croûte continentale.
- La collision des deux continents aboutit à des chevauchements responsables de soulèvement des reliefs et la formation de la chaîne d'Himalaya. Ceci est accompagné par un métamorphisme régional et la formation du massif cristallin du haut himalaya.

Exercice 2

1- Les indices :

- Les granitoïdes liées à des roches métamorphiques ;
- Les roches métamorphiques réparties sur une grande surface ;
- Présence des migmatites.

2- a- Détermination des conditions de formation des roches de l'île De Croix:

- Température entre 200°C et 500°C ;
- Pression supérieure à 900 MPa à une profondeur qui dépasse 30 km.

b- Dédution le type de métamorphisme et le cadre géodynamique :

- Le type : dynamo-métamorphisme vu qu'il y a une haute pression et faible température
- Le cadre géodynamique : zone de subduction

3- Les étapes de formation de la chaîne :

Etape 1 : Subduction d'une lithosphère océanique sous une lithosphère continentale suite à des forces compressives (dynamo-métamorphisme) et disparition d'un

Etape 2 : Confrontation des deux marges continentales avec formation de suture ophiolitique et déformation des roches, et genèse de la chaîne du massif armoricain

Etape 3 : Diminution du relief de la chaîne et formation des roches magmatiques et métamorphiques associées aux migmatites, suite à des forces distensives

Exercice 1

1- Deux indices montrant que la région de Karakorum a subi des contraintes tectoniques compressives :

- Karakorum se trouve dans une zone de confrontation de deux plaques ;
- Présence de failles inverses ;
- Présence de chevauchements.

Deux indice indiquant une collision précédée d'une subduction :

- Présence des migmatites à l'entour des roches métamorphiques ;
- Présence d'une suture ;
- Présence des granitoïdes.

2- Description des variations minéralogiques lors du passage du paragneiss au gneiss

: Diminution de l'abondance de la biotite, disparition du disthène et apparition de la sillimanite 3. Conditions de pression et de température permettant la formation des deux roches R1 et R2 :

- La roche R1 : haute pression (environ 1.1 GPa) et moyenne température (environ 750°C)
- La roche R2 : basse pression (environ 0.4 GPa) et moyenne température (environ 650°C)

Corrigé exercices

Les valeurs très proches de celles indiquées ci-dessus doivent être acceptées
($T \rightarrow \pm 20^\circ\text{C}$; $P \rightarrow \pm 0.2 \text{ GPa}$).

Explication des variations minéralogiques :

La remontée de la roche R1 (diminution de la profondeur) $\rightarrow$ forte diminution de la pression (1.1 GPa à 0.4 GPa) avec légère diminution de la température $\rightarrow$ disparition du disthène et l'apparition de la sillimanite

4- Restitution de l'histoire géologique de la chaîne Karakorum avec précision de la genèse du gneiss :

- À -100MA : déroulement d'une subduction de la lithosphère océanique sous la lithosphère continentale du Karakorum et d'une subduction intraocéanique sous l'effet des contraintes tectoniques compressives
- À -85MA : blocage de la subduction sous la lithosphère continentale du Karakorum et collision entre le bloc rocheux magmatique avec le Karakorum. Cette collision est accompagnée par des déformations tectoniques et formation des granitoïdes
- À -45MA : blocage de la subduction intra-océanique et fermeture de l'ancien océan avec collision entre le continent indien et Karakorum. Cette collision est accompagnée par l'enfouissement des roches préexistantes et formation du paragneiss (R2) à la profondeur dans des conditions de haute pression et moyenne température
- À -10MA : la poursuite des contraintes tectoniques compressives a engendré la formation de la chaîne de montagnes de Karakorum avec des chevauchements et une remontée du Paragneiss et sa transformation au Gneiss, sous une basse pression et moyenne température, à faible profondeur.

Exercice 4

1. Description :

- À l'est, les nappes ophiolitiques sont charriées sur la croûte continentale ;
- Au niveau des unités Pueblo el Koumac-Diahot : absence de nappes ophiolitiques suite au phénomène de l'érosion.
- À l'ouest, au niveau de l'unité de Poya, les nappes ophiolitiques sont charriées sur la croûte continentale

Déduction de la nature des contraintes tectoniques:

La région est sous régime compressif $\rightarrow$ présence de plis et de failles inverses et les nappes de charriages

2. Comparaison :

La nappe ophiolitique présente la même lithologie que lithosphère océanique

Déduction :

La nappe ophiolitique croûte continentale est l'obduction de Poya, est une partie de lithosphère océanique, charriée sur la Donc le phénomène géologique qui a lieu dans la région étudiée

3. a- Condition de pression et de température de la formation de R1 : La roche R1 appartient au domaine D :

$$0.8 \text{ GPa} < P < 1.8 \text{ GPa} ; 200^{\circ}\text{C} < T < 500^{\circ}\text{C}$$

- b- La roche R1 s'est formée sous forte pression et moyenne température → métamorphisme dynamique → Phénomène de subduction

- 4 Succession des étapes : Rapprochement des plaques australienne et pacifique → Subduction → blocage de la subduction – abduction → formation de la chaîne de montagne de la nouvelle calédonie.

Exercice 5

1. - Les déformations tectoniques qu'a connu la zone interne des Alpes occidentales :

Fautes inverses – plissement – chevauchement

- Les indices qui montrent que la chaîne des Alpes occidentales est le résultat de la fermeture d'un ancien océan :
- Présence d'une suture ophiolitique ;
- Affleurement du complexe ophiolitique dans la région de mont Viso ;
- Présence des sédiments océaniques.

2. - Le métagabbro de Chenaillet (MG1): apparition de l'actinote et de la chlorite → faciès des schistes verts → basse pression et basse température

- Le métagabbro de Queyras (MG2): apparition du glaucophane → faciès des schistes bleus → pression moyenne et basse température.

- Le métagabbro de Mont Viso (MG3): apparition de la jadéite et du grenat → faciès des éclogites → haute pression et basse température. Les roches métamorphiques (séquence métamorphique) étudiées sont formées suite à une augmentation importante de la pression, donc il s'agit d'un métamorphisme dynamique résultant d'une subduction.

3. Réalisation de trois schémas simples expliquant la succession des événements qui ont abouti à la formation de la chaîne de montagne alpine :

- Subduction d'une ancienne lithosphère océanique sous la plaque africaine ;
- Fermeture de l'ancien océan et collision des deux marges africaine et européenne ;
- Épaississement crustal avec augmentation de l'intensité des déformations tectoniques et formation de la chaîne alpine.

Exercice 6

1. Les indices qui témoignent d'une ancienne subduction :

- Un complexe ophiolitique .
- Des foyers sismiques à grande profondeurs .
- Présence de plutons granodioritiques.

Les indices qui témoignent d'une collision :

- Déplacement de la plaque d'Arabie vers la plaque eurasiatique .
- Présence de chevauchements, de failles inverses et de plis .
- Lithosphère épaisse.

2. Le tableau de la figure (a) montre que le gabbro et le métagabbro ont la même composition chimique, alors que la figure (b) montre qu'ils ont une composition minéralogique différente.

Puisque les deux roches ont la même composition chimique, le gabbro appartient à la croûte océanique et le métagabbro s'est formé sous haute pression et basse température qui correspondent à la zone de subduction : on déduit que le métagabbro provient de la transformation métamorphique du gabbro suite au phénomène de la subduction.

3. La courbe du géotherme du manteau supérieur s'entrecoupe avec la courbe de fusion partielle de la péridotite hydratée à partir de 60 Km de profondeur.

Au cours de la subduction les roches de la croûte océanique subduite libèrent de l'eau suite au phénomène de métamorphisme, cette eau conduit à l'hydratation de la péridotite du manteau supérieur ce qui réalise les conditions de sa fusion partielle. Le magma formé se refroidit, en partie, en profondeur et donne les plutons de granodiorite.

4. L'enchaînement des événements ayant conduit à la formation de la chaîne des Zagros :

- Migration de la plaque d'Arabie vers la plaque de l'Eurasie .
- Subduction de la lithosphère océanique de la plaque d'Arabie sous la plaque Eurasiatique.
- Métamorphisme des roches de la croûte océanique subduite suite à l'augmentation de la pression et de la température .
- Fusion partielle de la péridotite du manteau supérieur et formation d'un magma qui donne les plutons de granodiorite .
- Collision de la plaque d'Arabie et celle de l'Eurasie ce qui a conduit à la formation des chevauchements et des plis.



جمعية الشريف الإدريسي
لدعم التمدريس والتنمية الثقافية والاجتماعية

Association CHARIF AL IDRISSE
POUR LE SOUTIEN SCOLAIRE
ET LE DEVELOPPEMENT CULTUREL ET SOCIAL

Travail réalisé par l'équipe pédagogique de l'association **CHARIF AL IDRISSE**
pour contribuer à la continuité pédagogique des élèves de 2^{ème} Bac sciences
expérimentales – Options PC - SVT de l'Académie régionale de l'éducation et de la
formation Région Casablanca – Settat