

FICHE TECHNIQUE ET PEDAGOGIQUE

N° 16

FICHES TECHNIQUES ET PEDAGOGIQUES : numéros parus et disponibles.

n° 1 : Pelotes de rejection	n° 9 : Analyse de paysage
n° 2 : La haie	n° 10 : Energie et photosynthèse
n° 3 : Le ruisseau	n° 11 : La forêt
n° 4 : Méthode d'étude du milieu	n° 12 : La mare
n° 5 : Migrations d'oiseaux	n° 13 : Plantes à fleurs
n° 6 : Plantes sans fleurs	n° 14 : Climat
n° 7 : Hiver	n° 15 : Chaînes alimentaires
n° 8 : Les tourbières	

FICHES TECHNIQUES & PEDAGOGIQUES

Document réalisé par ESPACES & RECHERCHES Association 1901

Publication bimestrielle N° ISSN 0182 8010

Dépôt légal: à date de parution Janvier 1985

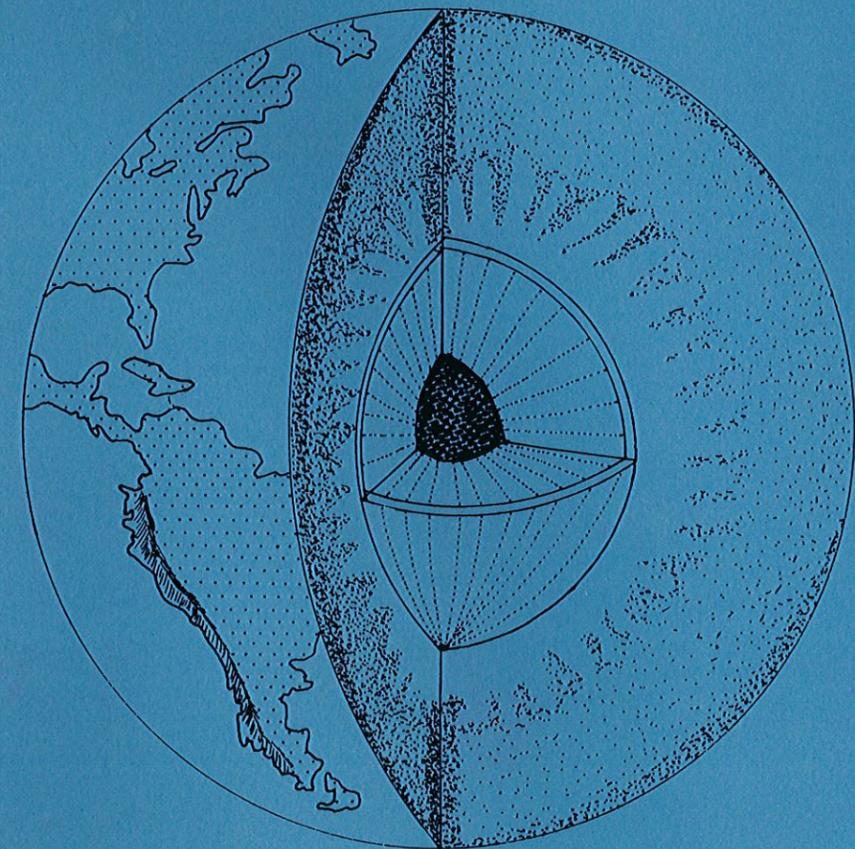
Directeur de la publication: Thierry DALBAVIE

Imprimé en France: Imprimerie "IMPRESSO" 13 Bd Trudaine
63000 CLERMONT Ferrand.

Espaces et Recherches



15240 - Antignac
(71)40-21-49



APPROCHE GEOLOGIQUE

15 frs

SOMMAIRE

CADRE GENERAL DE LA GEOLOGIE

A - CONNAISSANCE DES MATERIAUX:

- . partie superficielle de l'écorce terrestre.
- . connaissance des minéraux.

B - CONNAISSANCE DE LA STRUCTURE INTERNE DU GLOBE:

- . la croûte terrestre.
- . le manteau.
- . le noyau.

C - CONNAISSANCE DU TEMPS EN GEOLOGIE.

D - PARAMETRES PHYSIQUES:

- . action de la température.
- . action de la pression.
- . interaction température/pression.

QUELQUES PRINCIPES DU FONCTIONNEMENT DE LA TERRE

LA DERIVE DES CONTINENTS

- . divergence.
- . convergence.
- . coulissements.

LES DIFFERENTES ROCHES

ROCHES EXOGENES

- . phénomène de diagenèse.

ROCHES ENDOGENES:

- . roches magmatiques.
- . roches métamorphiques.

LE CADRE GENERAL DE LA GEOLOGIE

Cette science, par l'étude des roches présentes dans nos paysages sous forme d'affleurements, recherchées dans l'écorce terrestre par des forages, appréhende les phénomènes géologiques, leurs déroulements, leur devenir.

Cette compréhension nécessite la connaissance préalable de plusieurs données de base:

- connaissance des matériaux
- structure de la Terre, notion d'espace
- le Temps en géologie
- quelques lois physiques

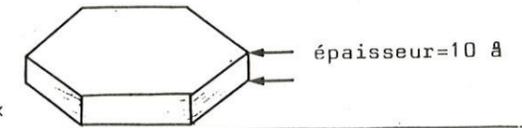
A - LA CONNAISSANCE DES MATERIAUX:

1- La partie superficielle de l'écorce terrestre est constituée d'éléments solides, les Roches, elles mêmes constituées de minéraux*. Chaque catégorie de roches est définie par un assemblage de minéraux et une structure (disposition de ceux ci). Un minéral est un arrangement d'atomes*, de molécules* qui s'assemblent de façon toujours identique pour une même espèce:

EXEMPLE: Dans le mica blanc (muscovite):

- Les atomes sont toujours disposés en feuillets.
- La forme est hexagonale (voir dessin).

La composition chimique est: $KAl_2AlSi_3O_{10}(OH)_2$



Les cristaux sont hexagonaux

2- La connaissance des minéraux est fondamentale pour la compréhension de certains phénomènes géologiques (métamorphisme). En effet, dans ce cas, leur apparition, leur abondance, correspondent à un matériau de départ défini et à des conditions de température et de pression très précises. Ils sont donc la mémoire des roches.

Huit éléments chimiques principaux constituent 98,6% des roches de l'écorce terrestre. Ce sont:

Oxygène (O) 46,6%	Fer (Fe) 5,0%	Potassium (K) 2,6%
Silicium (Si) 27,7%	Calcium (Ca) 3,6%	Magnésium (Mg) 2,1%
Aluminium (Al) 8,1%	Sodium (Na) 2,8%	

Ceci veut également dire que tous les autres éléments constitutifs ne représentent que 1,4% du total...

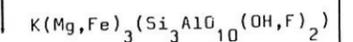
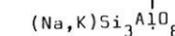
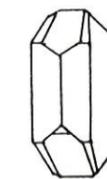
Un exemple d'étude d'une roche: le GRANITE



Feldspath

Quartz

Mica



80% de la roche

SiO ₂	73,9%	Al ₂ O ₃	13,8%	CaO	1,1%
		Na ₂ O	3,5%	K ₂ O	5,1%

LA ROCHE

.coupe microscopique

SES MINERAUX

.la forme des cristaux
.leur composition

SA COMPOSITION CHIMIQUE

B - LA CONNAISSANCE DE LA STRUCTURE INTERNE DU GLOBE

Les études géophysiques* ont amené à la sismologie qui analyse la vitesse de propagation, à l'intérieur de la Terre, des ondes sismiques engendrées, par exemple, par un tremblement de terre. Cette analyse a mis en évidence un certain nombre d'enveloppes concentriques, séparées par des discontinuités. Chaque enveloppe est caractérisée par ses propriétés géophysiques (vitesse de propagation des ondes), sa composition chimique, l'état de la matière (solide, liquide...).

Les discontinuités géophysiques, surfaces où les propriétés de la matière changent brusquement, séparent les différentes couches. La réflexion de certaines ondes sur ces surfaces permet de connaître leur profondeur.

Trois enveloppes principales se succèdent, de l'extérieur de la Terre vers l'intérieur:

a - La croûte terrestre:

Par rapport au rayon terrestre (6370 km.), son épaisseur est très faible (de 5 à 70 km.). Elle est séparée du manteau supérieur par la discontinuité de Mohorovic (MOHO).

La croûte terrestre se subdivise en 2 couches de nature différente, respectivement situées sous les océans et supportant les continents:

a₁- Une croûte océanique, continue, dont la composition est proche de celle des basaltes. Sa densité est forte: 2,8 à 3,3. Elle constitue à elle seule le fond des océans. Son épaisseur est de 5 à 6 km seulement.

a₂- Une croûte continentale, discontinue dont la composition est proche des granites. Sa densité est plus faible: $d = 2,5$ à $2,8$. Elle supporte l'essentiel des terres émergées. Son épaisseur est de 15 à 70 km. (sous les montagnes).

b - Le manteau est de composition ultrabasique* (péridotites, éclogites). C'est une enveloppe solide, mais capable de plasticité. Il y circule un grand flux d'énergie provenant de la désintégration radioactive de l'uranium, du thorium, du potassium, etc..., qu'il contient. Ce flux entraîne des mouvements de convection, véritables moteurs de la dérive des continents. Le manteau est également le siège de nombreux séismes localisés essentiellement dans sa partie supérieure. Il se divise en 2 couches:

b₁- le manteau supérieur de forte densité (3,4). Il est solide.

b₂- le manteau inférieur: sa densité est encore plus importante. Il est également solide. Il est séparé du noyau par la discontinuité de Gutenberg.

c - le noyau: sa densité est très forte et peut atteindre $d = 12$. Il est soumis à d'énormes contraintes: la pression atteint de 1,3 à 3,5 millions d'atmosphères alors que la température avoisine 4 à 5000°C. Des mouvements de sa partie externe déterminent le phénomène du champ magnétique terrestre. Le noyau se divise en 2 parties:

c₁- le noyau externe: entre 2900 et 5100 km., cette zone est en partie fluide.

c₂- le noyau interne: de 5100 à 6370 km., cette partie est solide.

Le noyau dans son ensemble est constitué d'une grande quantité

de nickel et de fer, ce qui le différencie fortement du manteau où dominent les silicates.

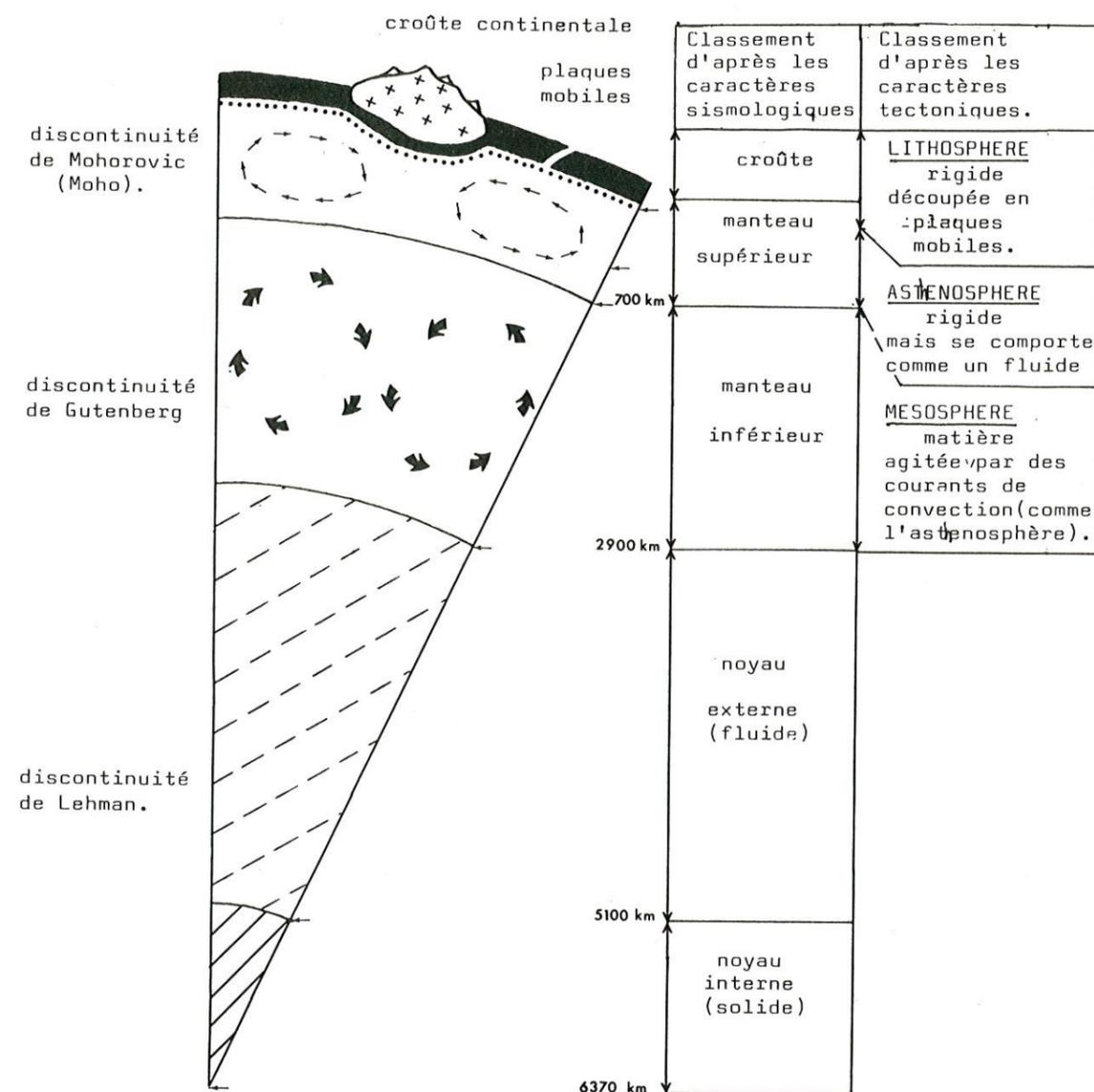
Une autre organisation verticale de la Terre existe. Elle prend en compte, cette fois ci, les caractéristiques mécaniques des roches.

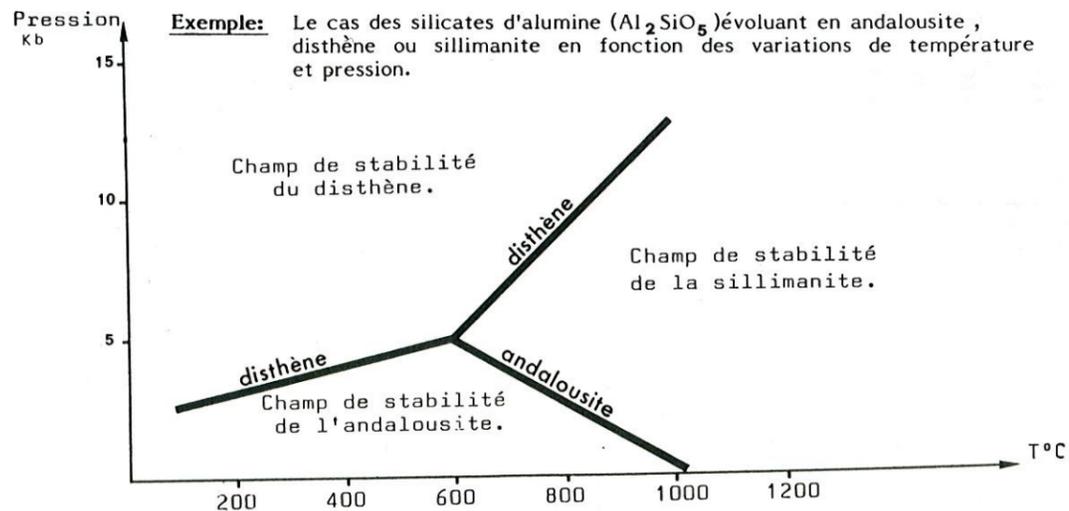
1- la Lithosphère: c'est la partie rigide, discontinue du globe. Elle comprend de haut en bas:

- les croûtes continentales et océaniques.
- la discontinuité de Mohorovic
- la frange supérieure du manteau

La lithosphère mesure de 100 à 120 km.. Elle est divisée en plaques capables de déplacements à la surface du manteau.

2- l'Asthénosphère: elle descend jusqu'à 700 km. (base du Manteau supérieur. Cette couche, qui a un comportement plastique est agitée par des mouvements de convection, responsables du mouvement des plaques.





Les trois minéraux ne cohabitent qu'en un seul point dont la valeur est approximativement de :

$$-P = 5 \text{ Kb et } T = 600^\circ\text{C.}$$

Par recoupement avec le champ de stabilité des différents minéraux qu'elle contient, les conditions de métamorphisme d'une roche peuvent être définies avec précision.

b - sur les roches : la pression agit sur la température de fusion des magmas.

Il existe 2 principaux types de magmas :

- les magmas acides, c'est à dire contenant au moins 66% de leur poids en silice (SiO_2). Le quartz cristallise car il y a un excès de silice.

- les magmas basiques : dont la teneur moyenne en SiO_2 varie de 45 à 52%. Le quartz n'apparaît pas car toute la silice contenue dans la roche entre dans la composition des autres minéraux.

b₁ - Principe de l'action :

Une diminution de pression → abaisse la température de fusion d'un magma basique
 → augmente celle d'un magma acide

b₂ - Conséquences :

★ Lorsqu'un magma basique remonte vers la surface, la pression lithostatique à laquelle il est soumis diminue, ainsi que sa propre température. Le point de fusion s'abaisse, le magma devient plus fluide. Il peut ainsi atteindre facilement la surface où il s'épanche et se solidifie pour donner des roches volcaniques (basaltes).

★ Lorsqu'un magma acide remonte vers la surface, la pression lithostatique à laquelle il est soumis diminue ainsi que sa propre température (effet du gradient géothermique, diffusion de la chaleur).

Pour rester fluide, il faudrait que la température de ce magma riche en silice augmente. Ce n'est pas le cas. Il stoppe sa progression verticale, cristallise en profondeur, lentement, et donne une roche plutonique (ex: granite).

b₃ - Conclusions :

L'origine et la nature du magma ont une grande importance dans le mode de mise en place, la détermination de la nature d'une roche. L'interaction Pression / Température / Magma explique en grande partie que :

★ l'on retrouve plus de roches acides plutoniques (cristallisation en profondeur) que de roches acides volcaniques (rhyolites)

★ l'on retrouve plus de roches basiques volcaniques (cristallisation en surface) que de roches basiques plutoniques* (gabbros)

QUELQUES PRINCIPES DU FONCTIONNEMENT DE LA TERRE

Généralités :

Tous les phénomènes géologiques (volcanisme, déformations des roches, métamorphisme, érosion et sédimentation) sont plus ou moins liés à quelques mécanismes fondamentaux de fonctionnement de la terre. L'un des principaux est la mobilité horizontale des plaques lithosphériques : la DERIVE DES CONTINENTS ou TECTONIQUE DES PLAQUES.

Les plaques lithosphériques, qu'elles soient continentales (constituées essentiellement de croûte continentale) ou océanique (croûte océanique), peuvent se déplacer sur l'asthénosphère. Le moteur de ces déplacements est à rechercher dans les mouvements de convection qui animent le manteau : la matière échauffée dans les parties profondes du manteau est moins dense que les matériaux plus froids des couches

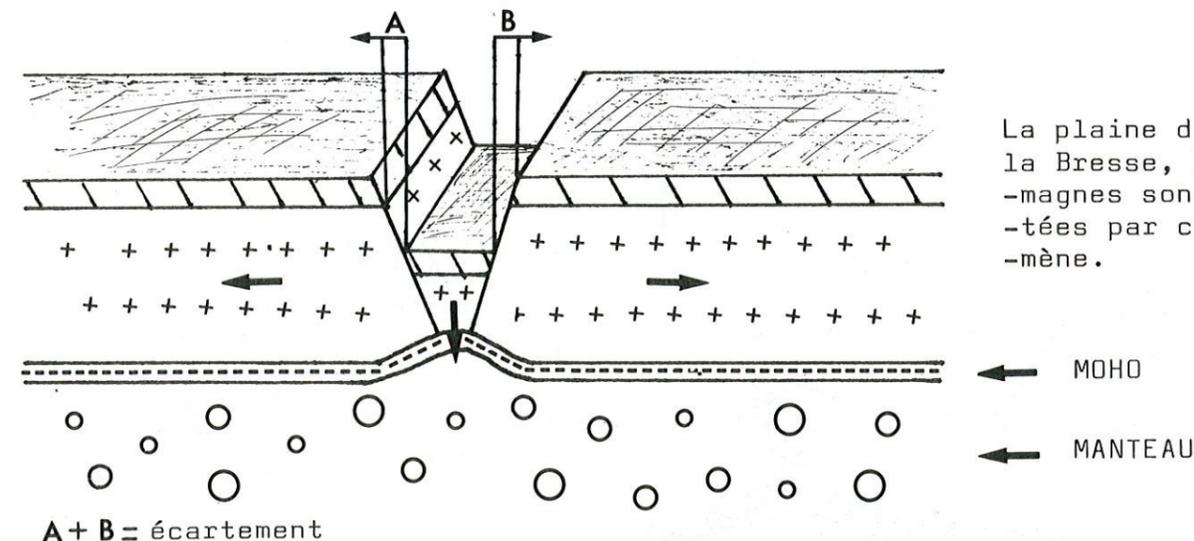
supérieures. Il s'en suit une remontée des éléments chauds et la descente des portions froides. Les déplacements des plaques sont de l'ordre de quelques centimètres par an.

Les plaques (6 principales et des secondaires) sont constituées de croûte continentale et océanique auxquelles s'associe une partie du manteau supérieur, englobant ainsi le MOHO. Elles mesurent environ 100 à 120 km d'épaisseur. Trois types de mouvements les affectent :

- Divergence : les plaques s'écartent l'une de l'autre.
- Convergence : elles se rapprochent.
- Coulissage.

La Divergence :

Elle naît dans une plaque continentale. Suivant 2 failles* normales (inclinaison vers l'axe du fossé), se forme un "graben"* ou fossé d'effondrement. Ces failles induisent un écartement des deux bords

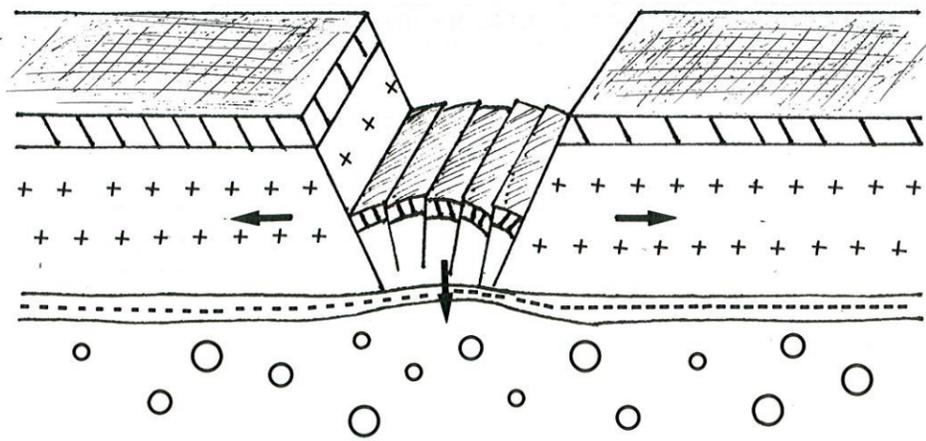


La plaine d'Alsace, la Bresse, les Lignans sont affectées par ce phénomène.

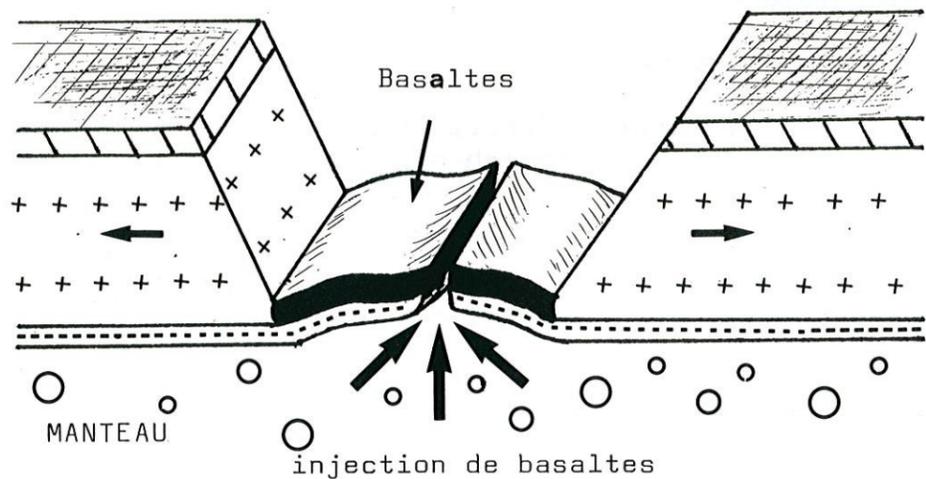
A + B = écartement

La lithosphère s'étire, s'amincit, permettant la montée de matériaux chauds de l'asthénosphère. La baisse de pression induite par ces événements amène une fusion partielle du manteau. Le magma ainsi formé se fraye un passage dans les fractures des roches de l'écorce et des basaltes s'épanchent en surface.

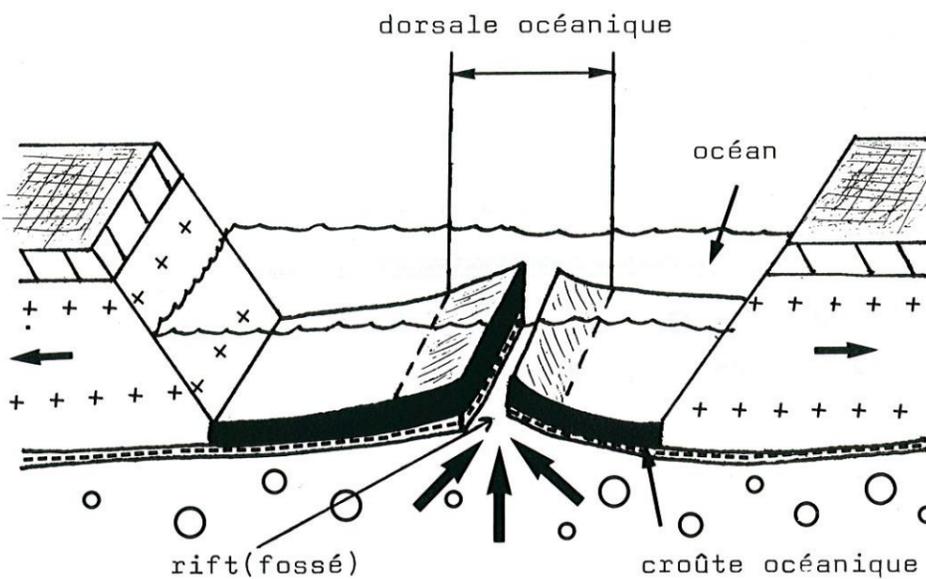
★ Si le phénomène écartement/injection se poursuit, le fond du fossé se couvre de laves plus denses que la croûte continentale, l'enfoncement se poursuit. Une ébauche de croûte océanique se forme et le fossé finit par être envahi par un océan.



L'affaissement s'accompagne de nombreuses fractures en gradins.



Le fond du fossé se tapisse de basaltes. Il y a formation d'une plaque océanique qui continue à s'enfoncer, permettant l'entrée d'un océan.



La croûte océanique se forme de part et d'autre d'une dorsale océanique (alignement de hauteurs), marquée en son milieu par la présence d'un effondrement, le rift.

Les dorsales océaniques et les rifts qui les accompagnent se rencontrent dans tous les océans, dès qu'il y a expansion des fonds.
 - On compte environ 59000km de dorsales sillonnant le plancher océanique.
 - Ces reliefs ont une altitude moyenne de 2 à 3 km par rapport aux fonds situés de part et d'autre.
 - Chaque année, les dorsales produisent 3 km² de croûte.

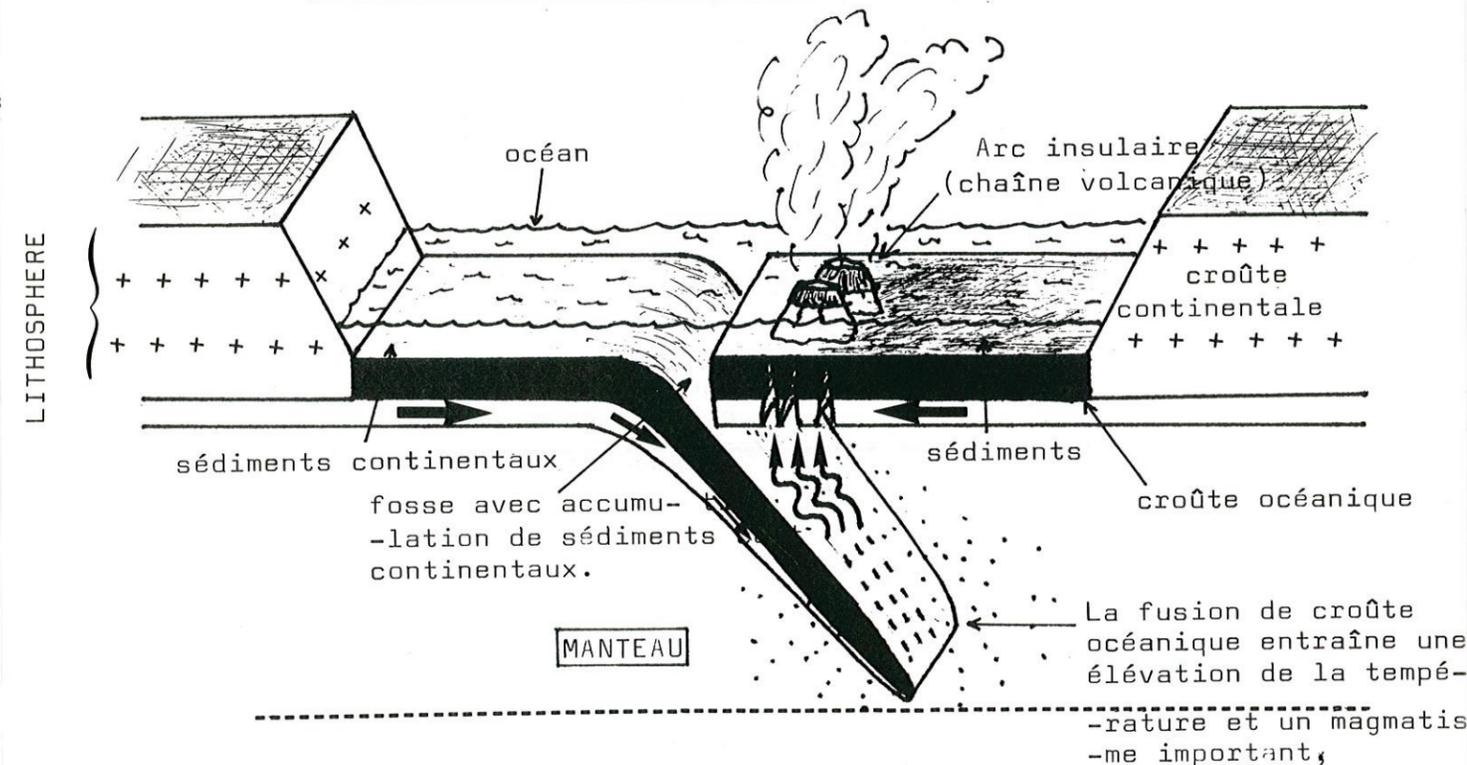
Remarque: Pour bien situer le phénomène, il faut raisonner par rapport à l'échelle géologique des temps. Par exemple, l'Océan Atlantique Nord n'existait pas il y a 165 millions d'années. Son apparition est liée à la séparation progressive des continents africains, européens et américains.

Les convergences de plaques:

Elles sont de 3 types:

- a - plaque océanique contre plaque océanique.
- b - plaque océanique contre plaque continentale.
- c - plaque continentale contre plaque continentale.

a - Plaque océanique contre plaque océanique:



Une portion de croûte océanique s'enfonce sous une autre. C'est le phénomène de subduction entraînant:
 . Une fosse océanique profonde.
 . Une guirlande d'îles volcaniques
 . Des séismes*liés à l'enfoncement de la plaque (plus froide et plus rigide) dans le manteau.

Exemple: Le Pacifique, à l'Est de l'Australie où la subduction se déroule à la vitesse de 8 cm par an sur une longueur de 3000 km.

La croûte subductée est peu à peu digérée (10 à 30 MA*) par le manteau. Ses matériaux peuvent ressortir, fondus et mélangés au niveau de l'arc insulaire.

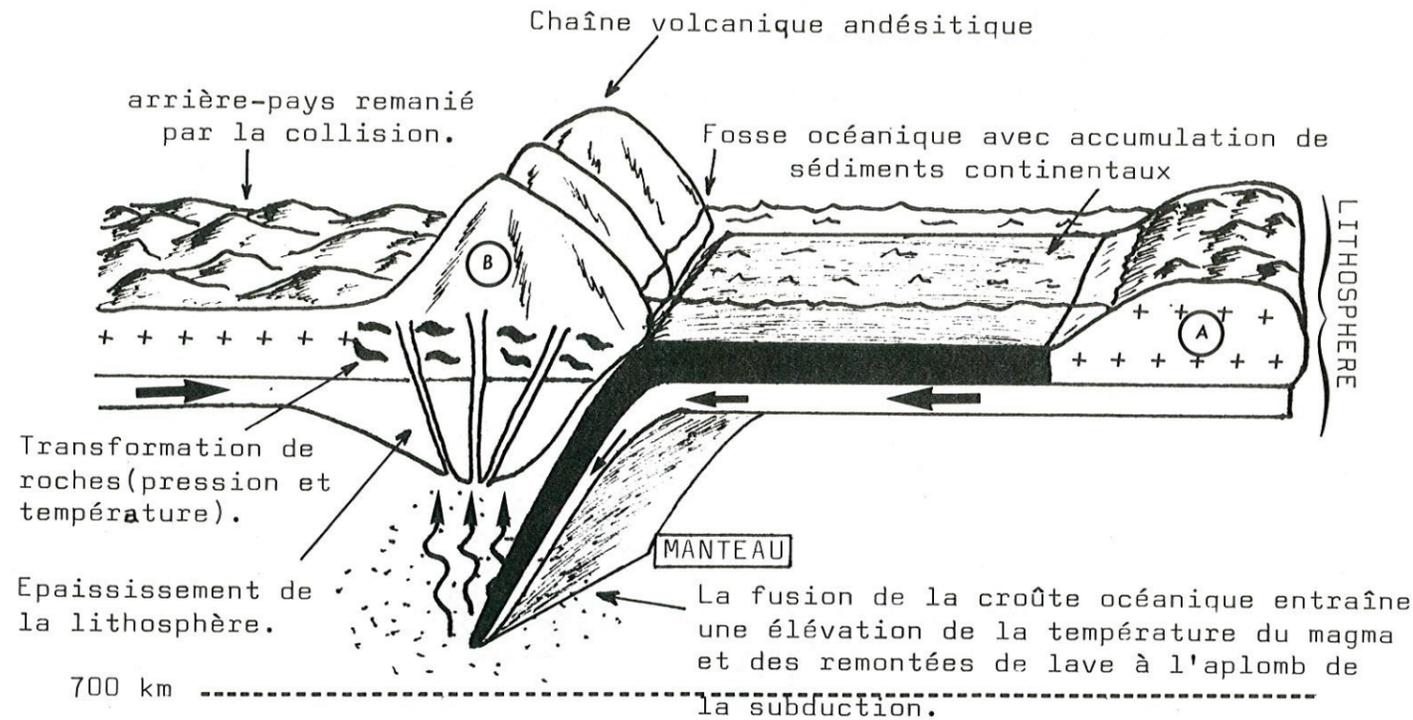
Vers 700 km., la plaque est complètement structurée.

b - Plaque océanique contre plaque continentale:

Une portion de croûte océanique s'enfonce sous une plaque continentale:

- la bordure continentale est marquée par une chaîne volcanique (volcanisme andésitique).
- la bordure, côté océan, se caractérise par la présence d'un fossé où s'accumulent les sédiments.
- de nombreux séismes accompagnent la subduction
- la collision entre les deux plaques s'accompagne d'un chevauchement partiel.

Exemple: La bordure Ouest de l'Amérique du Sud (Cordillère des Andes) où la vitesse de subduction est de 9 cm par an sur les 6700 km du continent concerné.

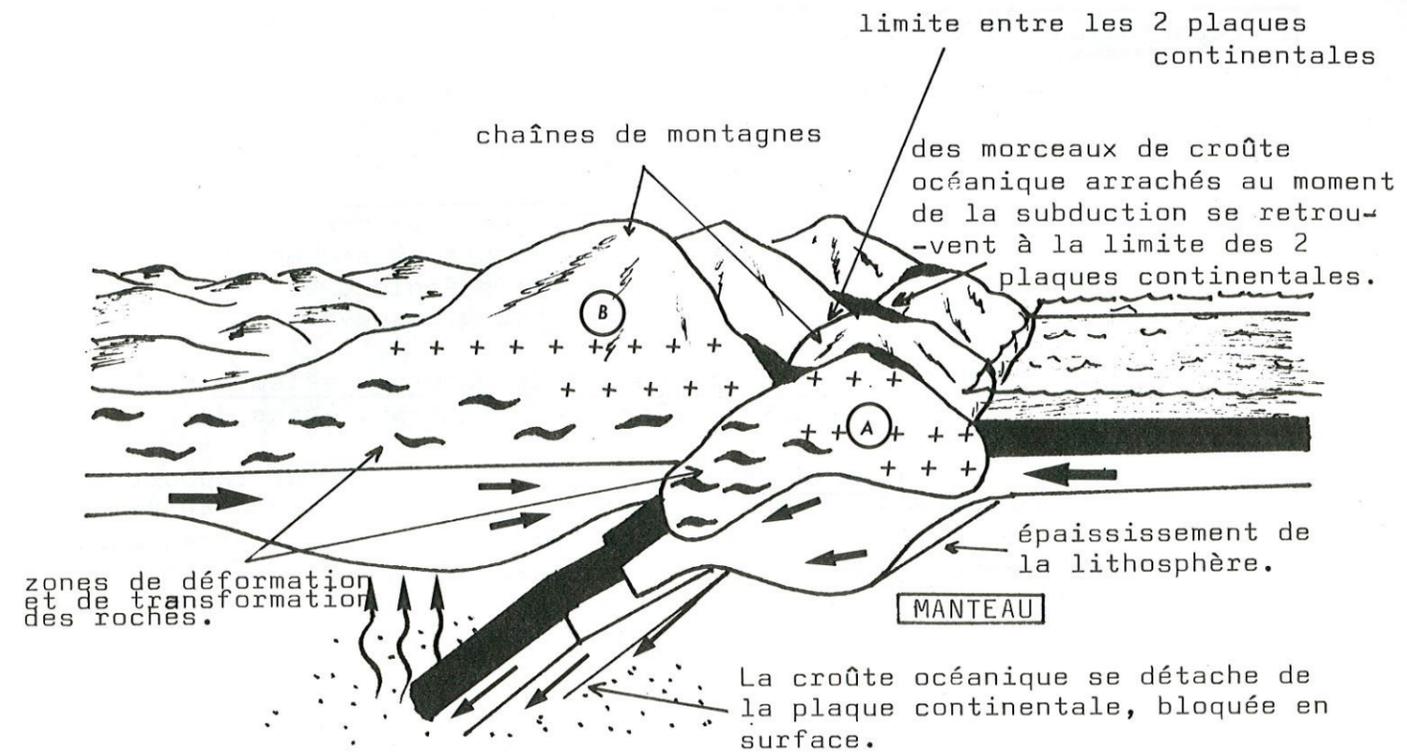


c - Affrontement de 2 plaques continentales:

A la différence de la croûte océanique, qui, par sa faible densité ($d=3$) peut s'enfoncer de plusieurs centaines de kilomètres dans le manteau, la croûte continentale, peu dense ($d = 2,5$), a du mal à s'enfoncer. L'affrontement de 2 plaques continentales se solde donc par un chevauchement et non une subduction. Ce chevauchement a des conséquences importantes:

- ★ il entraîne un raccourcissement des 2 continents.
- ★ il est générateur d'un puissant relief (volcanique, granitique) dû à la superposition de des 2 croûtes continentales.
- ★ de nombreux séismes accompagnent ces transformations.

Exemple: La collision Inde-Eurasie entamée voici 40 millions d'années, a vu l'Inde pénétrer de 2000 km dans l'Asie et a entraîné la formation de l'Himalaya, culminant actuellement à plus de 8000 mètres. Les nombreux séismes se produisant en Chine, en Mongolie sont consécutifs à cette avancée. Les Alpes sont un autre exemple de collision. (Europe, Afrique).

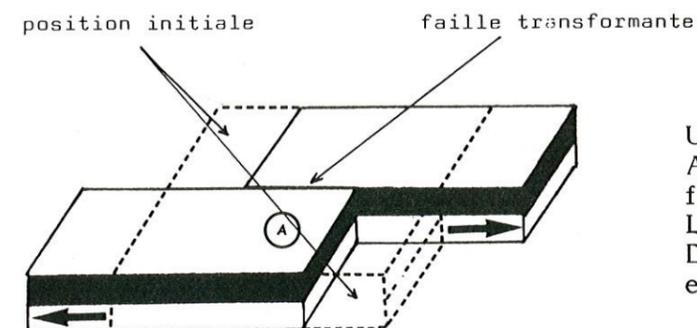


Il est à noter que si la progression de la plaque océanique continue (à la droite du dessin), un nouveau phénomène de subduction se déroulera, avec passage sous la plaque continentale.

Les coulissements:

Il s'agit de plaques qui glissent l'une par rapport à l'autre, le long de failles importantes. Il n'y a ni création ni destruction de croûte. Les déplacements se font sur de très grandes distances (plusieurs centaines de kilomètres).

Ce phénomène relie en général, deux structures géologiques telles que des rifts, des fosses, des chaînes de montagnes.



Exemple: Faille transformante reliant la Mer Rouge à la Turquie. Faille transformante des Canaries.

Conclusion

D'ores et déjà, la théorie de la dérive des continents a conduit à une réinterprétation de bon nombre de phénomènes géologiques :

a - la mise en place de certains reliefs: graben, rift, massifs montagneux, fosses et dorsales océaniques

b - la mise en place de très nombreuses roches en est affectée métamorphisme, volcanisme, roches granitiques et sédimentaires.

c - les fonds océaniques: la croûte océanique est très jeune (200 MA au maximum) car elle est sans cesse renouvelée (expansion) et détruite (subduction).

d - la répartition et les causes de nombreux séismes sont liées aux convergences de plaques (chaînes de montagnes, zones de subduction)

e - la croûte continentale: de faible densité par rapport aux roches du manteau, elle ne s'enfonce jamais à plus de 40 km. de profondeur. De ce fait, les roches qui la composent sont très anciennes et se renouvellent très lentement (par érosion par exemple ou mise en place de nouveaux massifs volcaniques, métamorphiques, plutoniques sous l'action de phénomènes tectoniques).

Il est maintenant utile de connaître les différentes roches et quelle place elles occupent dans l'organisation de la Terre.

LES DIFFERENTES ROCHES

Les roches sont divisées en 2 catégories, établies suivant leur origine:

- les roches EXOGENES: elles se forment à la surface du globe.

- les roches ENDOGENES: elles se forment, au moins en partie, à l'intérieur du globe.

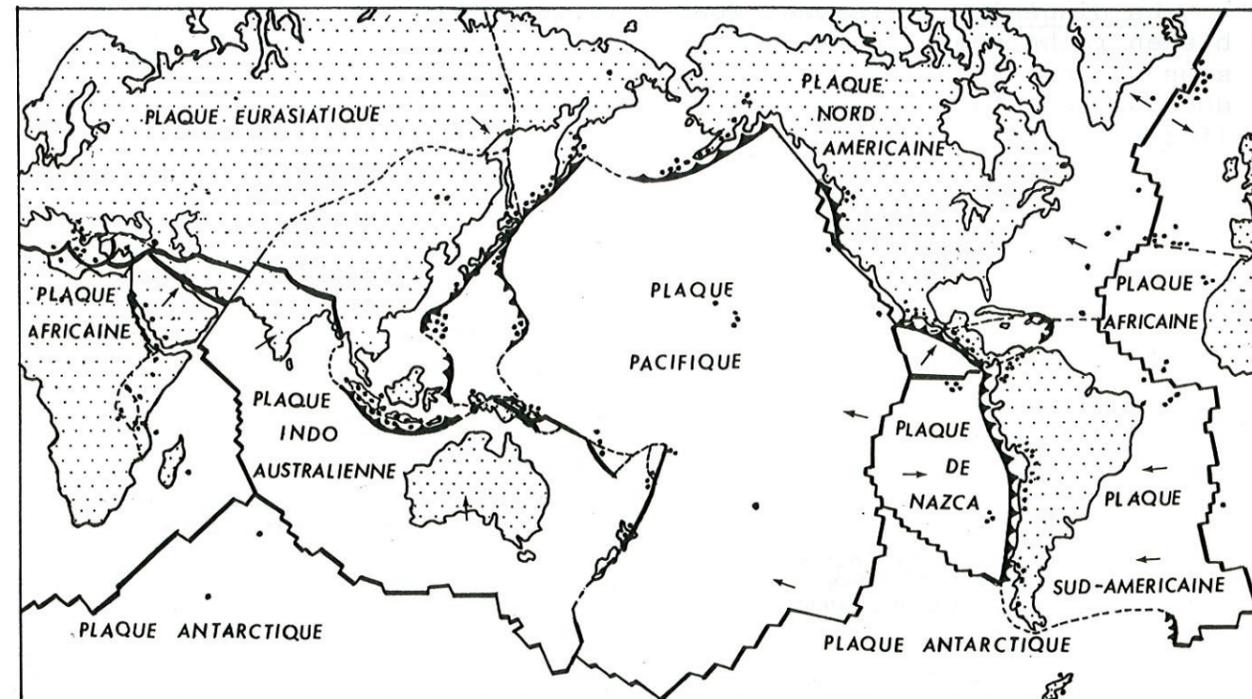
1 - Les roches exogènes: ce sont les roches sédimentaires qui se déposent un peu partout à la surface du globe (5 % du volume de l'écorce terrestre, mais 70 % de la surface). Elles sont formées par l'accumulation de débris, le plus souvent en milieu aqueux (océans, eaux douces). Ils se déposent sous forme de strates continues, la plus élevée étant la plus récente. Les roches sédimentaires peuvent aussi résulter de la précipitation d'éléments en solution dans l'eau: les carbonates par exemple.

Les sédiments se consolident par diagénèse*: les dépôts successifs entraînent une augmentation de la pression lithostatique (voir dessin). L'eau interstitielle (90 % du dépôt parfois), est chassée. Le sédiment se consolide. Diverses réactions chimiques favorisent la cimentation des roches qui deviennent compactes. Ces réactions sont liées à:

- l'augmentation de la température (effet du gradient géothermique.)

- la vie microbienne anaérobie dans les boues (rejet de CO₂ par exemple)

- le transport de substances dissoutes dans les eaux interstitielles(carbonates, silice).



-  Zone de subduction (barbelures du côté chevauchant).
-  Zone d'affrontement au sein des continents.
-  Dorsale en expansion décalée par des failles transformantes.
-  Limites incertaines de plaques.
-  Sens du mouvement des plaques,
-  Volcans.

REPARTITION MONDIALE DES PLAQUES ET DES DORSALES

(d'après Le Pichon et al., 1973)

La diagenèse correspond donc à la transformation d'un dépôt meuble en roche compacte sous des températures inférieures à 200° C et sous une pression inférieure à 1,5 kb*. Au delà, on entre dans le domaine du métamorphisme. La diversité des roches sédimentaires est liée à :

- l'origine et la nature des matériaux accumulés (produits d'érosion, cadavres, sels dissous)
- la taille des éléments
- le moyen de transport utilisé (eau, vent, glace) par les matériaux.
- le type de sédimentation: détritique, chimique ou biogène
- la diagenèse

ORIGINE → COMPOSITION ↓	ALTERATION D'AUTRES ROCHES (DETRITIQUES)	ORGANIQUE	CHIMIQUE
Roches SILICEUSES	Roches terrigènes: accumulation de débris: -grès, argiles. -conglomérats.	Roches siliceuses: SiO ₂ > 50% Accumulation de carapaces (tests). Diatomites Radiolarites ↓ ↓ diatomées radiolaires (algues) (protozoaires)	Roches siliceuses: Si O ₂ > 50% · meulière, chailles, cherts, silex.
Roches carbonatées		Roches carbonatées biogènes: · accumulation de squelettes: · craie, calcaire coquillier.	Roches carbonatées physico-chimiques: · dolomie Ca Mg(CO ₃) ₂
Roches salines			Evaporites: Dépôts de sels riches en sulfates, chlorures, gypse, sel gemme.
Roches carbonées		Carbone organique dominant: · lignite, charbon, tourbe, pétrole...	

CLASSIFICATION SIMPLIFIEE DES ROCHES SEDIMENTAIRES.

2 - Les roches endogènes:

- Roches magmatiques
- Roches métamorphiques

Elles se forment dans l'écorce terrestre et elles sont donc soumises à l'action de températures fortes et de pressions importantes (pression lithostatique et contraintes tectoniques).

Leur formation est souvent à rattacher aux événements consécutifs à la dérive des continents.

On y distingue:

a - les roches magmatiques: provenant de la cristallisation d'un magma liquide de haute température, au moins 700°C. Une différenciation plus fine se fait à partir du:

- mode de mise en place: coulées en surface, cristallisation en profondeur
- composition chimique: roches acides (saturées en SiO₂)
roches basiques (sous saturées)
- origine

a₁ - les roches plutoniques: ce sont des roches qui cristallisent en profondeur. La cristallisation du magma se fait lentement. Les cristaux peuvent se former normalement et leur taille s'accroît. Ils sont tous visibles à l'oeil nu. La structure des roches plutoniques est dite grenue. 95 % de ces roches sont des granites, formant de nombreux massifs anciens. Ce matériau est représentatif de la croûte continentale.

a₂ - les roches éruptives (volcaniques): la mise en place des magmas se fait en surface sous forme de laves plus ou moins fluides. Le refroidissement est brutal. On obtient un assemblage Verre + Cristaux, la plupart de ceux ci sont invisibles à l'oeil nu (refroidissement brutal). La structure est dite microlithique. 90 % des roches volcaniques sont des basaltes (50 à 55 % de silice). Ce matériau est représentatif de la croûte océanique.

	Roches à excès de silice	Roches à équilibre de silice.	Roches à déficit de silice.
Roches potassiques (K)	GRANITE ALCALIN rhyolite alcaline	SYENITE · trachyte	SYENITE NEPHELINIQUE phonolite
Roches sodi-potassiques (K+Na)	GRANITE MONZONITIQUE rhyolite latitique	MONZONITE trachyandésite	
Roches calco-sodiques (Na+Ca)	DIORITE QUARTZIQUE	DIORITE andésite Na ----- GABBRO basalte Ca	ESSEXITE téphrite (plagioclases sodiques) THERALITE basanite (plagioclases calciques)

- MAJUSCULES: roches plutoniques (structure grenue).
- minuscules: roches volcaniques (structure microlithique).

CLASSIFICATION SIMPLIFIEE DES ROCHES ENDOGENES.

La lecture de ce tableau sommaire doit être complétée par la mise en évidence des relations existant entre les roches plutoniques et éruptives. A chaque roche éruptive, correspond une roche plutonique.

Exemple: Granite et Rhyolite, Diorite et Andésite.

Les roches correspondantes sont formées à partir d'un magma de même composition. Seul, le mode de mise en place change, faisant varier la structure (grenue ou microlithique)

Exemple: Granite et Rhyolite sont issus d'un même magma acide. La pression lithostatique du magma qui remonte dans l'écorce baisse, nécessitant une élévation continue de la température pour qu'il reste au dessus de son point de fusion (700° sous 1,5 kb). Le plus souvent, cet accroissement ne se réalise pas. La pâte cristallise en profondeur, lentement et donne un granite.

Quelquefois, en raison d'un flux thermique élevé (fusion crustale induite par la montée d'un magma basique à haute température), la chaleur augmente. Si elle atteint 950°, la lave atteint la surface et donne des Rhyolites, roches volcaniques acides, beaucoup plus rare que les granites.

b - Les roches métamorphiques:

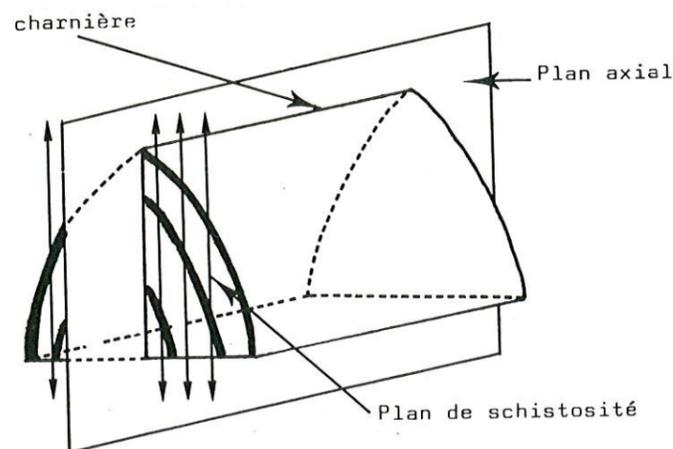
Le métamorphisme est la transformation à l'état solide, d'une roche de nature quelconque, sous l'action de températures et pressions élevées.

b₁ - la roche initiale change d'aspect:

★ **La composition minéralogique est changée:** les variations de température et de pression définissent un nouveau champ de stabilité des minéraux de la roche originelle. En règle générale, on retrouve 3 minéraux essentiels des roches endogènes: quartz, micas, feldspaths, dans des proportions variables, accompagnés des minéraux caractéristiques des conditions de mise en place.

roche	Micaschistes	Gneiss
composition		
Micas	Abondants - micas noirs et blancs	présents - micas noirs
Quartz	présent, souvent petit	présent et visible
Feldspaths	faible quantité	grande quantité visibles

★ **Les cristaux sont organisés:** ils se regroupent (en feuillets dans le cas d'un gneiss). Une alternance de couches sombres (micas) et claires (quartz, feldspaths) est visible. Cette organisation est remaniée par les contraintes tectoniques engendrées par le déplacement de masses rocheuses. Il se forme des plis organisés autour d'un plan axial. La roche se débite en feuillets parallèles au plan axial, c'est la schistosité.



b₂ - Les facteurs du métamorphisme:

Deux paramètres guident l'évolution et la transformation des matériaux: la pression et la température

Les roches trouvent les conditions du métamorphisme en profondeur:

- dans les grabens, les fosses marines où les roches sédimentaires s'accumulent.

- dans les couches profondes de la lithosphère pour les roches en place (R. plutoniques et magmatiques, mais aussi métamorphiques).

Il est à noter que:

- les forces engendrées par la dérive des continents (pression surtout) interviennent en permanence.

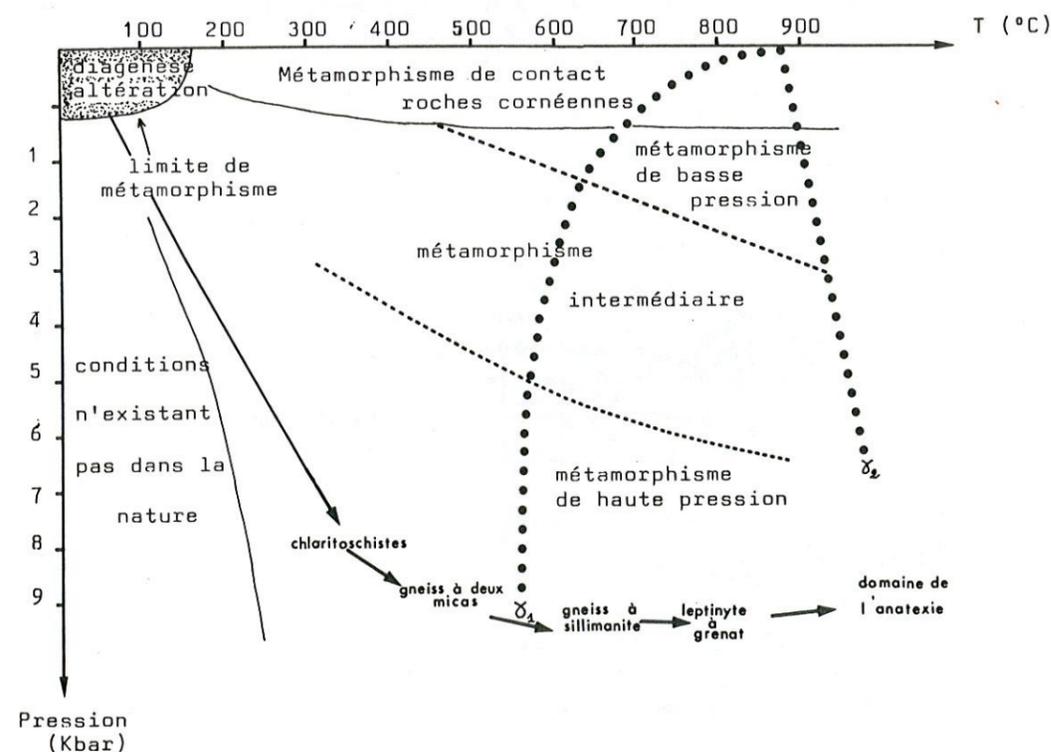
- à partir d'une certaine profondeur, toutes les roches sont métamorphiques.

- au delà de 5 kilomètres de profondeur, les roches sont de plus en plus métamorphiques.

b₃ - Les différents métamorphismes:

Deux cas principaux nous intéressent:

★ **le métamorphisme régional:** son domaine est très étendu. C'est le cas le plus courant (métamorphisme du Bas Limousin par exemple) Il affecte les roches sur de grandes profondeurs (40 km.). Il est lié aux mouvements tectoniques. De ce fait, les matériaux métamorphisés sont toujours déformés.



δ_1 : début de la fusion du granite en présence de vapeur d'eau saturante.

δ_2 : début de la fusion du granite en absence de vapeur d'eau.

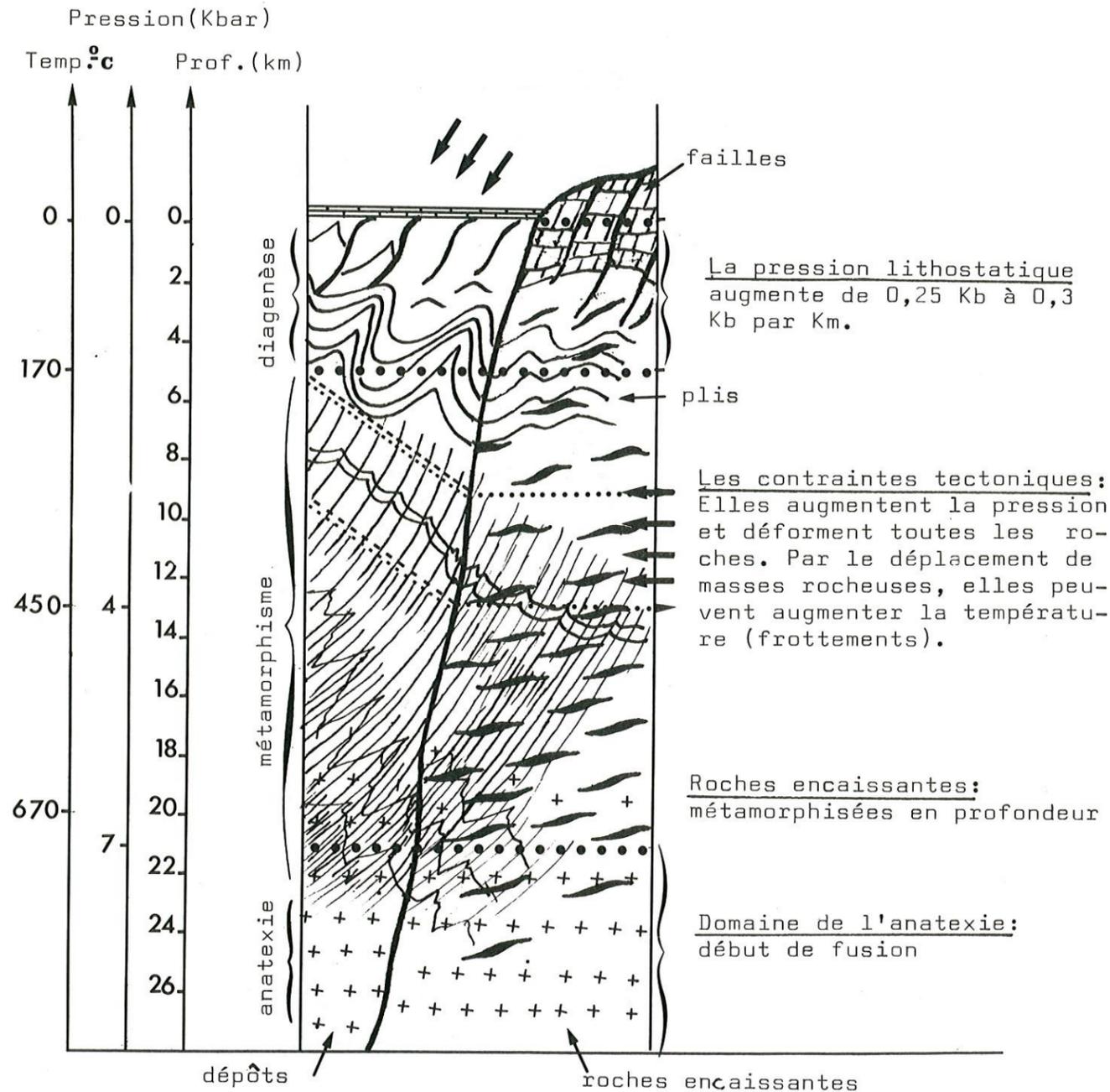
Le métamorphisme régional a un vaste champ d'action où l'on distingue 3 zones de métamorphisme croissant:

- métamorphisme de basse pression (peu abondant)
- métamorphisme intermédiaire
- métamorphisme de haute pression (fréquent)

Un exemple permet de comprendre son mécanisme:
 . Un dépôt enfoui passe par plusieurs stades:

1. Diagenèse: Formation d'une roche sédimentaire à basse température et basse pression.
2. Un métamorphisme croissant avec la profondeur: chlorito-schistes, gneiss à deux micas (biotite et muscovite), gneiss à sillimanite (perte de la muscovite).
3. Arrivé vers 700°C, une partie de la roche atteint son point de fusion, donnant un liquide de composition granitique. On entre dans le domaine de l'anatexie. Tout d'abord, se forme une anatexite, puis si la mobilisation est importante, apparaît un granite d'anatexie.

Le champ de stabilité des minéraux s'est déplacé avec l'évolution de la pression et de la température. On a vu apparaître et disparaître successivement: la chlorite, les deux micas, la sillimanite caractérisant chacun une étape du métamorphisme de la roche initiale.



Le métamorphisme affecte diverses roches:

- des dépôts sédimentaires accumulés dans les graben, les fosses marines, sous l'influence de la pression lithostatique.
- des roches en place (magmatiques, plutoniques mais aussi métamorphiques)

Il est également à noter que:

- les forces engendrées par la dérive des continents (pressions surtout) interviennent en permanence (plissements, failles, métamorphisme)
- à partir d'une certaine profondeur, toutes les roches sont métamorphiques (au delà de 5 km)
- un gradient métamorphique croissant existe de la surface vers les profondeurs.
- deux matériaux différents, affectés par un métamorphisme semblable, ne donneront pas exactement les mêmes roches.

★ Le métamorphisme de contact:

Son champ d'action est faible: ce métamorphisme est toujours de haute température et basse pression. Son existence est liée à la mise en place de massifs de roches magmatiques remontant lentement dans l'écorce (les roches plutoniques par exemple). La montée de cette masse très chaude entraîne une recristallisation des roches voisines créant une auréole de métamorphisme (0 à 2 km.). Deux facteurs sont indispensables au métamorphisme de contact: l'élévation de température (proche de 700°C), la durée de ce réchauffement qui doit être longue. Il n'y a ni schistosité ni déformations liées à ce phénomène caractérisé notamment par un minéral, l'andalousite (mais aussi, la biotite, le grenat, la cordiérite...).

CONCLUSION

Les applications pédagogiques de la géologie font intervenir de nombreuses bases. Ici, nous avons posé les bases générales pour aider à la compréhension du phénomène, dans le temps et dans l'espace.

Nous proposerons une prochaine fiche qui traitera de phénomènes plus restreints (bassin sédimentaire, chaîne de montagne, volcan...). Des techniques d'approche de la géologie (cartographie, étude d'un affleurement, étude pratique des roches, des minéraux) seront également abordées.

Tous les éléments d'information ainsi recueillis pourront être resitués dans un cadre plus général: les paysages et leurs composantes physique, écologique, économique...

QUELQUES DEFINITIONS

Atome: la plus petite quantité de matière pouvant entrer dans une combinaison chimique

Angström: (Å) unité de longueur valant un dix millionième de millimètre ($1 \times 10^{-10} \text{ m}$)

Failles: cassures de terrain entraînant un mouvement relatif des roches fracturées

Graben: structure géologique limitée par des failles "normales" et limitant un effondrement de la partie centrale.

Géophysique: Science appliquant les méthodes de physique à l'étude de la terre. Elle comprend entre autres: le magnétisme terrestre, la sismologie, la volcanologie, l'hydrologie, la météorologie..

Kilobar: unité de pression valant 1000 bar.
1 bar = 10^5 Pascals ou 0,986 atmosphère

Minéraux: espèce chimique naturelle se présentant sous forme de solide cristallin

Molécule: plus petite partie d'un corps simple pouvant exister à l'état libre, formée de l'assemblage de plusieurs atomes.

M.A. : abréviation de Millions d'années

Roches plutoniques: roches magmatiques à cristallisation lente en profondeur (ex.: granite)

Séismes: tremblements de terre dont l'origine se trouve en profondeur (Foyer). Les manifestations de ce phénomène sont mesurées par un SISMOGRAPHE, appareil qui enregistre l'intensité du séisme. Cette mesure est rapportée sur une échelle de grandeur: l'ECHELLE DE RICHTER.

Ultrabasique: terme s'appliquant aux magmas contenant moins de 45% de leur poids en Silice.

Basique: 45% > Silice < 65%

Intermédiaire: 52% > Silice < 65%

Acide: Silice > 66%

BIBLIOGRAPHIE

A. Foucault et J.F. Fraoult - 1980 - Dictionnaire de géologie - Masson

J. Dercourt et J. Paquet - 1979 - Géologie: objets et méthodes
Dunod Universités

Pour la Science - 1979 - La dérive des continents - Bibliothèque pour
la Science

Collection Tavernier - 1982 - Biologie, Géologie 1^oS - Bordas

B.R.G.M. - Carte géologique de la France au 1/1 500 000 - 1980
Editions du B.R.G.M.

ESPACES ET RECHERCHES organise des sessions
de DECOUVERTE DE LA NATURE en région AUVERGNE .

- ▶ Classes de découverte
(vertes, neige, rousses)
- ▶ Séjours secondaires à thème
(écologie, botanique, géologie)
- ▶ Stages d'été grand public
(ornithologie, randonnée, flore)
- ▶ Sessions de formation pour comités d'entreprise
ou d'établissement

TOUTE DEMANDE SERA ETUDIEE

ENVOYEZ NOUS VOTRE PROJET ...