

ⵜⴰⴷⵓⴷⴰ ⵜⴰⵎⴰⵔⴰⵏⵜ
ⵜⴰⵎⴰⵔⴰⵏⵜ ⵜⴰⵎⴰⵔⴰⵏⵜ
ⵏ ⵜⴰⵎⴰⵔⴰⵏⵜ ⵜⴰⵎⴰⵔⴰⵏⵜ ⵏ ⵜⴰⵎⴰⵔⴰⵏⵜ



المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتعليم الأولي والرياضة

المركز الجهوي لمهن التربية والتكوين لجهة الدار البيضاء-سطات

La granitisation et sa relation avec le métamorphisme

Réalisé par Mme CHAHBOUNE

Année scolaire 2025:2026

Introduction

Les roches granitiques constituent la majeure partie de la croûte continentale.

Le granite est une roche plutonique issue du refroidissement lent d'un magma qui résulte de la fusion partielle des roches de la croûte continentale, ce qui lui confère sa texture grenue avec grands cristaux. On distingue: **un granite d'Anatexie** et **un granite intrusif**

Dans les chaînes de collision il y a des affleurements des roches métamorphiques à côté des roches granitiques.

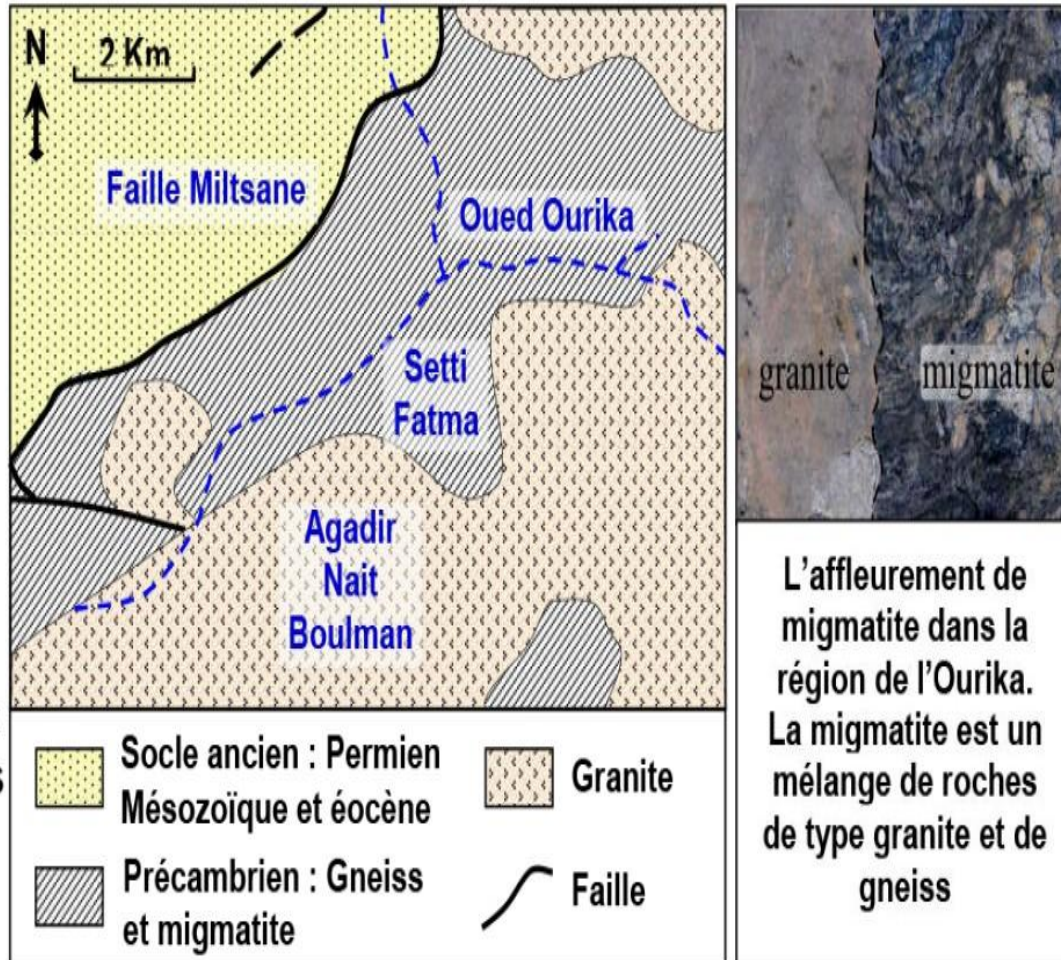
- **Quelle est la relation des roches métamorphiques et granitiques ?**
- **Quelle sont les conditions de formation des roches granitiques ?**

Origine du granite d'Anatexie

Document 1: Carte géologique simplifiée du haute Ourika.

Les figures ci-contre, présentent une carte géologique simplifiée de la région de l'Ourika ainsi qu'une photo de l'affleurement des roches dans cette région.

En se basant sur les données de ce document : donnez les caractéristiques du granite qui affleure dans cette région.



- On observe l'affleurement de grandes régions granitiques couvrant de très grandes surfaces.
- En s'éloignant du granite d'anatexie, on observe une succession de roches métamorphiques, avec une zone de transition constitué de **migmatite**.
- Les migmatites présentent un mélange de granite et de gneiss.
- On observe plusieurs déformations sous forme de Failles.

Figure 01 : Carte géologique de la vallée de l'Ourika, (modifiée d'après Chevallier et al. 2001)

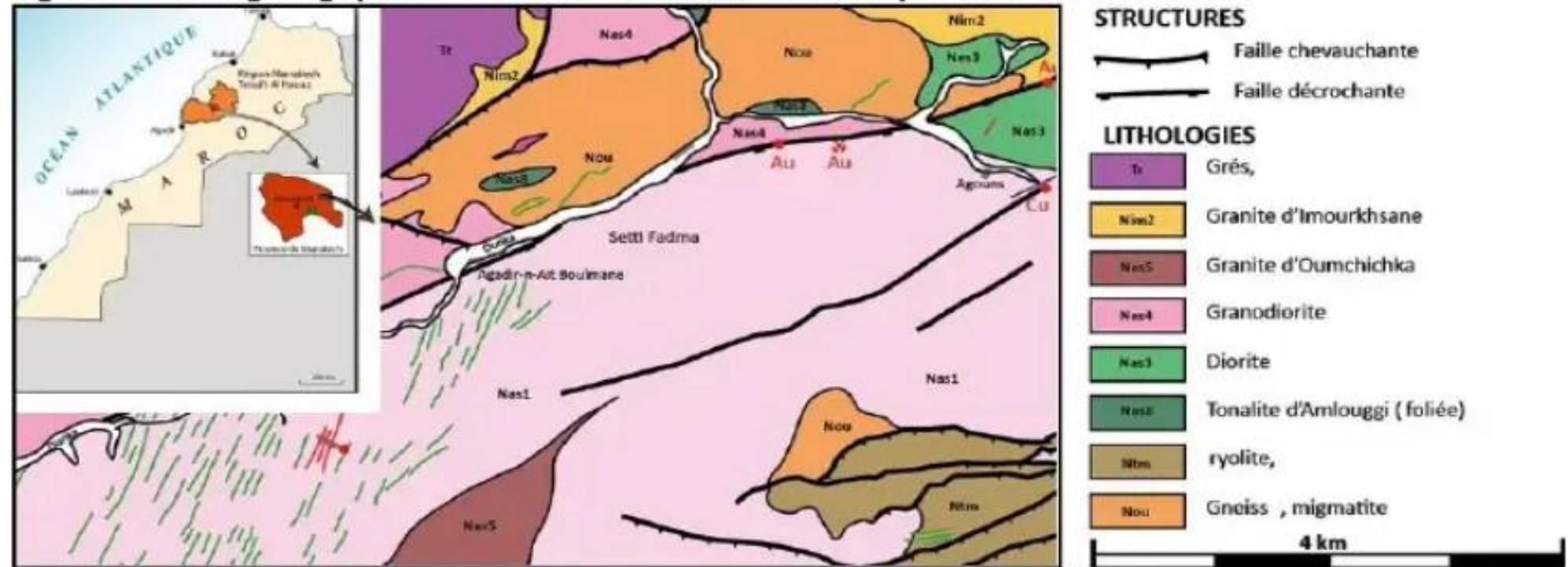
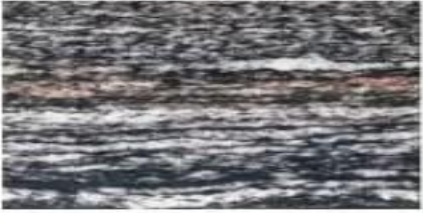
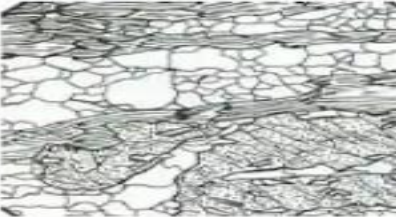


Figure 02 : échantillon d'une roche de migmatite

Migmatite, roche constituée d'un mélange de roches de type granite (de couleur claire) et de gneiss (de couleur sombre). Leur genèse est liée à une fusion partielle (anatexie) de roche type gneiss, roches typiques de la croûte continentale. Certaines parties de la roche fondent et constituent alors magma de composition granitique. D'autres parties restent solides, du gneiss.



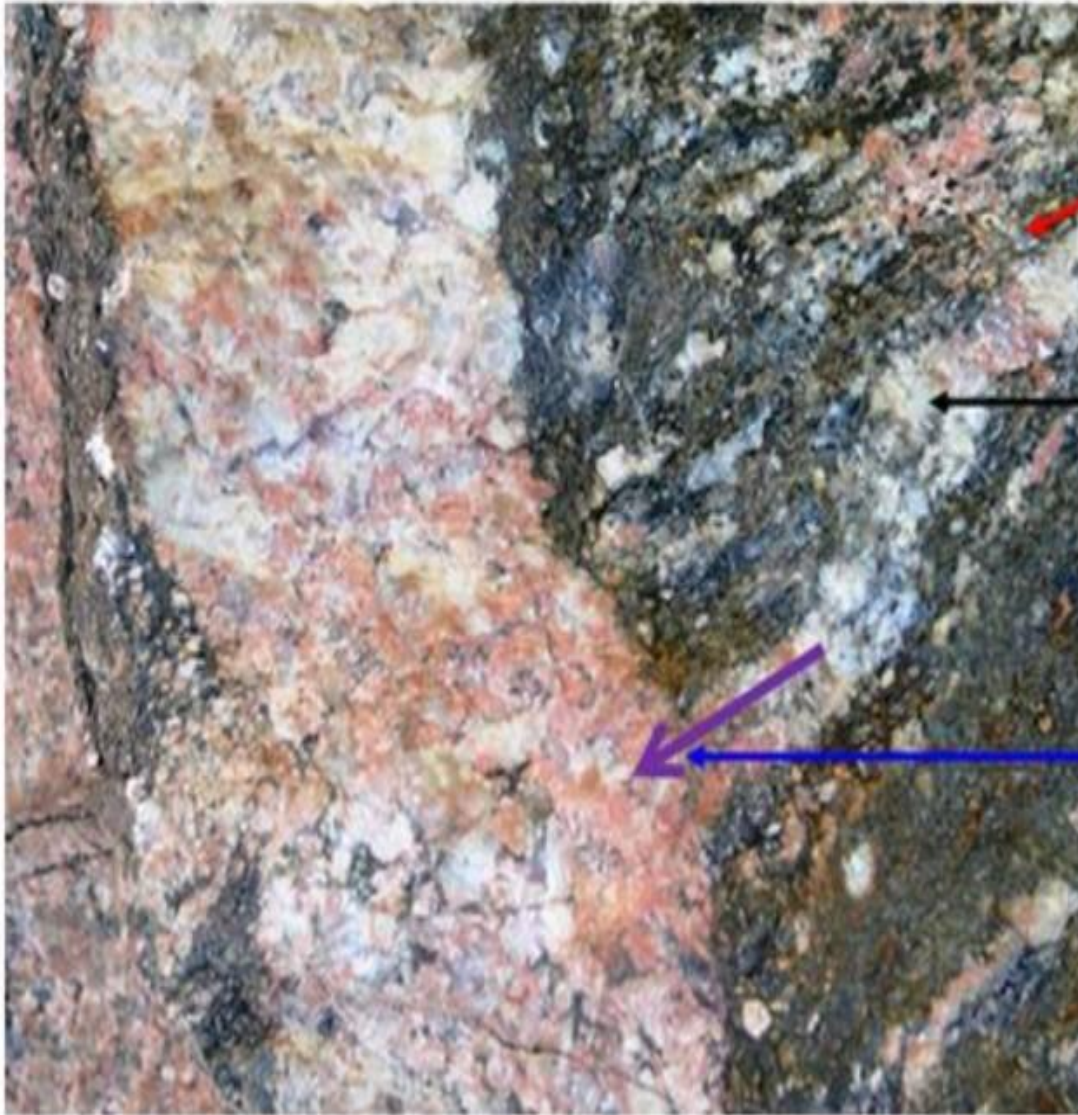
Les caractéristique du granite et des roches avoisinantes

	Gneiss	Migmatite	Granite
Échantillon de la roche			
Lame mince			
Composition minéralogique	Quartz, biotite, feldspath	, Quartz, biotite, Feldspath	Quartz, biotite, feldspath
Orientation des minéraux	Oui Alternance de bandes sombres et claires Les minéraux sont étirés. On parle de foliation	Oui Zone claire : semblable au granite Zone sombre comme le gneiss	Non Roche contient des gros cristaux non orientés, On parle de Granulation
structure	foliée	Grenue-foliée	grenue
Type de roche	Roche métamorphique	Roche magmatique-métamorphique	Roche magmatique

1- Dégagez les caractéristiques de ces roches.

2- Proposez une hypothèse expliquant la relation entre les trois roches.

Sens du transfert du Magma



Alternance de lits sombres et clairs, la foliation, mémoire de la structure et de la minéralogie du gneiss avant la fusion partielle.

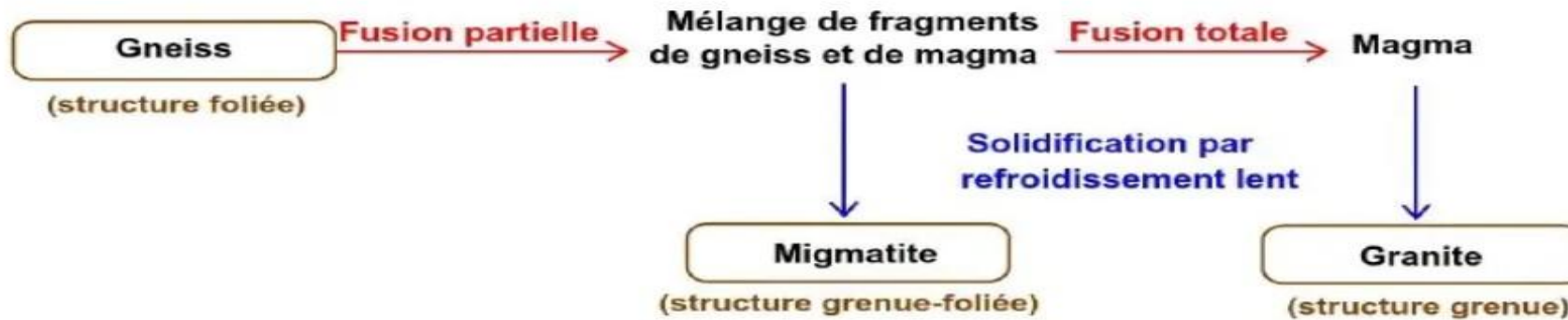
Niveau partiellement fondu, de composition granitique, mémoire de la fusion partielle de la roche métamorphique.

Raccord des niveaux de composition granitique, avec un filon de granite. C'est le témoin du sens du transfert et de la collecte du magma mémoire, résultat de la fusion partielle de la roche métamorphique, à l'origine des granites.

Sens du transfert du magma

- ✦ Le gneiss est une roche métamorphique à une structure **foliée**, ce qui indique que l'origine de cette roche est un solide.
- ✦ Le granite a une roche magmatique, a structure **grenue**, ce qui indique que l'origine de cette roche est un liquide magmatique qui a subi un refroidissement lent en profondeur.
- ✦ La migmatite a une structure grenue-foliée, ce qui indique que l'origine de cette roche est un mélange de fragments de gneiss et d'un liquide magmatique

→ On en déduit que le gneiss a subi la fusion partielle (**anatexie**) pour donner un mélange de fragments de gneiss et de magma, le refroidissement de ce mélange donne la **migmatite**. Si la fusion du gneiss est totale, le gneiss donne un magma qui se refroidie lentement en donnant le **granite**.



Le granite et le gneiss possèdent la même composition minéralogique avec des structures différentes, on peut donc supposer que ces roches ont la même origine ; et que le granite est formé alors , sous des conditions de P et T extrêmes.

Les minéraux non orientés du granite témoignent du passage par un état liquide en passant du gneiss au granite, cad que la roche métamorphique (gneiss) subit une fusion partielle , sous des hautes P et T, et donne après refroidissement le granite, on appelle ce type de granite : Granite d'anatexie.

Anatexie expérimentale

Document 3: L'anatexie expérimentale.

★ Trois roches argileuses A, B et C sont soumises à une pression hydrostatique égale à 2 Kbar (7 à 8 Km de profondeur) et une température entre 700°C et 800°C. A partir d'une température voisine de 700°C, les roches, après le métamorphisme, subissent une fusion partielle : il se forme alors, à partir des roches solides, un liquide initial appelé liquide anatectique qui donne, après refroidissement, une roche granitique ; ce phénomène est appelé anatexie. Le tableau ci-dessous présente la composition minéralogique de la roche résultante du refroidissement du premier liquide obtenu :

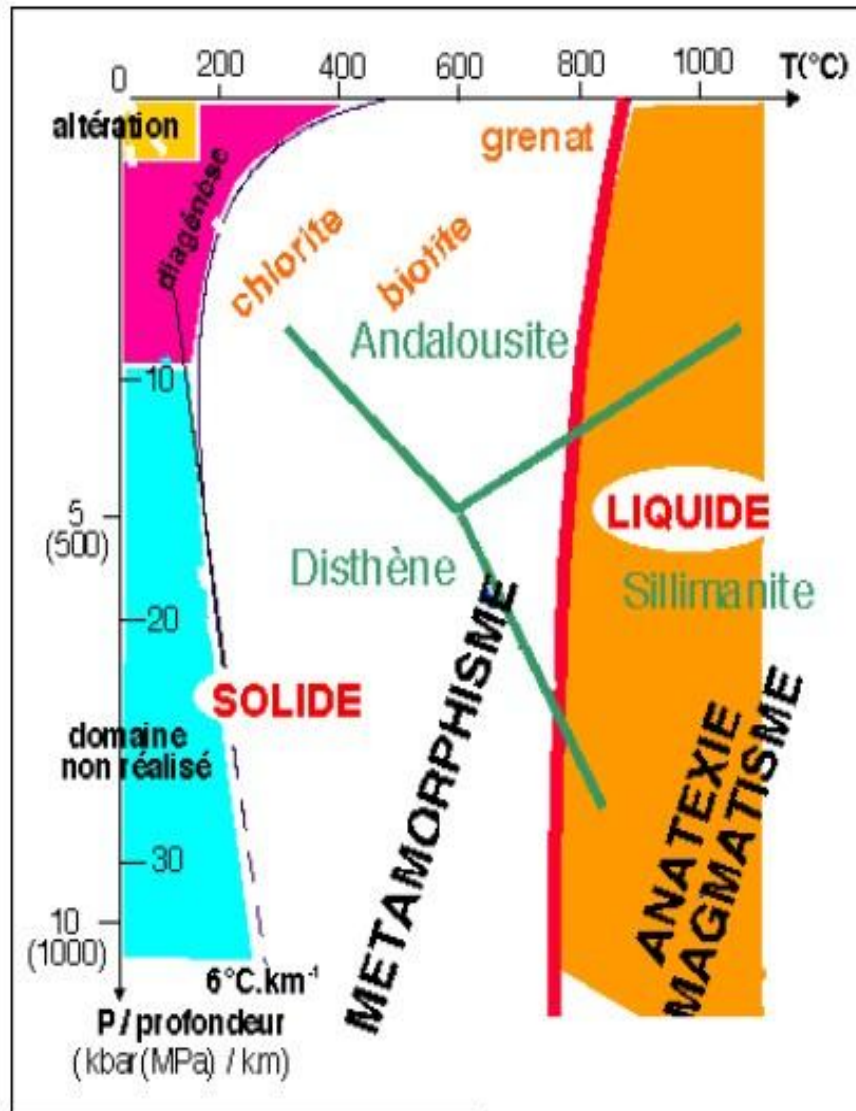
		A	B	C
La composition minéralogique des roches argileuses	- Quartz	15	20	24
	- Illite	35	70	60
	- Kaolinite	50	10	10
	- Autres	0	0	6
Température anatectique		695 °C	725 °C	715 °C
Composition minéralogique de la roche d'anatexie		42 % de quartz 50 % d'orthose (Feldspath potassique) 8 % Plagioclases (Feldspath calcosodique)		

* On constate que le liquide issu de la fusion de roche sédimentaire est caractérisé par une composition chimique stable, quelle que soit la roche mère d'origine. On parle de **liquide anatectique**.

* Les roches qui atteignent le maximum du métamorphisme (700 °C) Seront fusionné partiellement sous l'effet de la pression et de la température c'est **l'anatexie** entraînant la formation d'un liquide magmatique lié au gneiss à l'état solide ce qui donne, après cristallisation, **la migmatite** .

* L'accumulation du liquide magmatique aboutit à la formation d'un magma granitique qui se cristallise sur place pour donner **le granite d'anatexie**.

Les domaines de transformation des roches sous pression et température



Les domaines de transformation des roches sous pression et température:

Altération (très basse pression (~surface)- très basse température);

Miagenèse (basse pression - basse température);

métamorphisme (transformations à l'état SOLIDE : sans formation de magma, mais pouvant se faire à plus ou moins grande pression et profondeur);

Remarque: pour le métamorphisme on représente aussi plus ou moins approximativement les domaines de stabilité de certains minéraux marqueurs: chlorite, biotite, grenat et silicates d'alumine (de formule Al_2SiO_5 et comportant 3 minéraux marqueurs: andalousite, sillimanite et disthène).

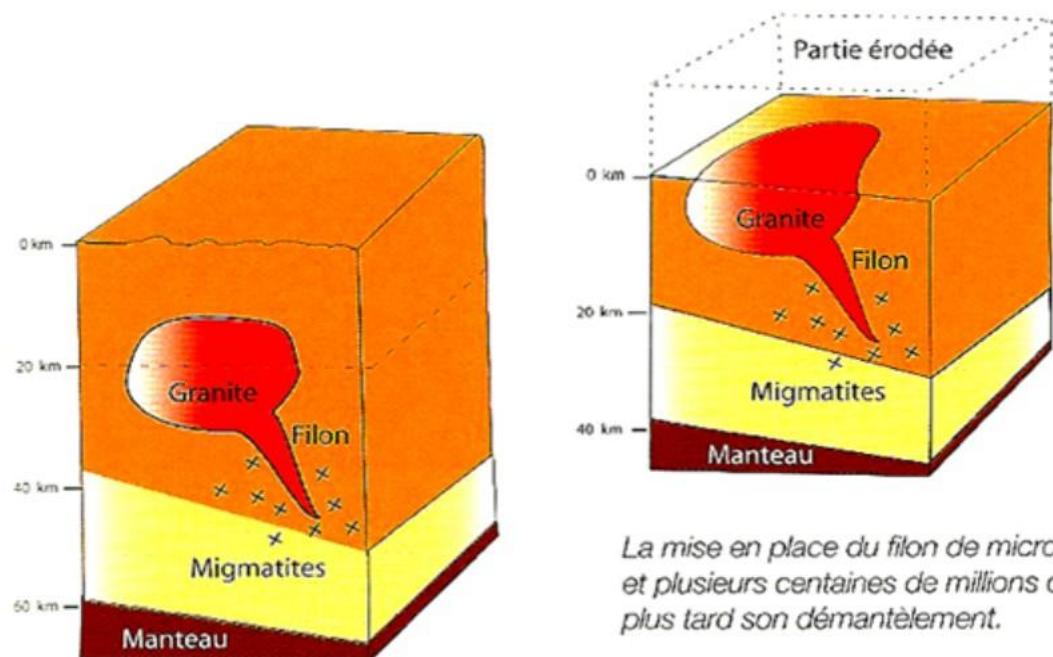
Domaine non réalisé: domaine encadré par les trop basse températures

la diagenèse: les sédiments se transforment en roche sous l'action de la pression, de la température, avec départ d'eau et disparition de la vie);

Anatexie : lorsqu'il s'agit de la fusion de roches préexistantes). Le domaine du magmatisme d'anatexie est le domaine où un magma (liquide) existe.

L'épaisseur de la croûte continentale

Remarque : les migmatites qui affleurent aujourd'hui dans le MCF permettent d'évaluer l'épaisseur de la croûte continentale lors de leur formation : elles se situaient donc à au moins 38 km de profondeur et aujourd'hui la croûte continentale dans le MCF a une épaisseur d'environ 30 km. L'épaisseur de la croûte était d'au moins 68km.

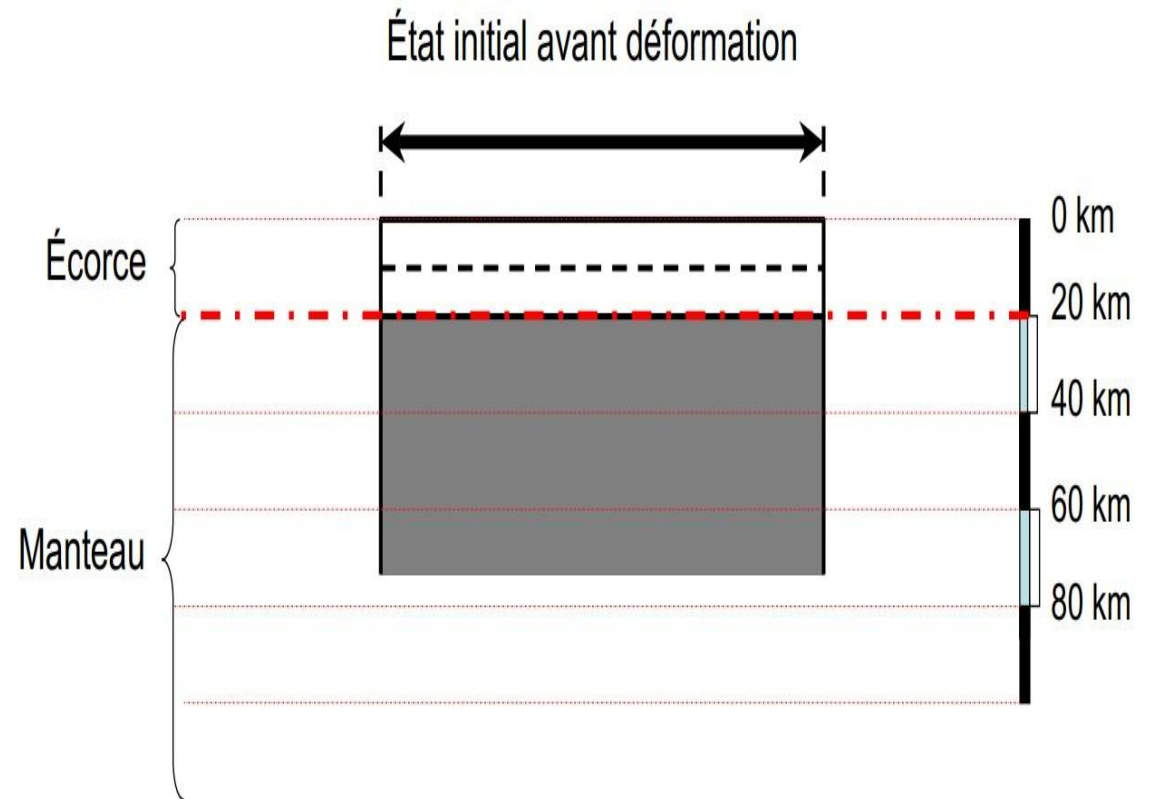


Source : Guide géologique du Mercantour par Corsini, Lardeaux et Tordjman, BRGM éditions (2013)

Différents stades de l'évolution d'une chaîne type géosynclinal

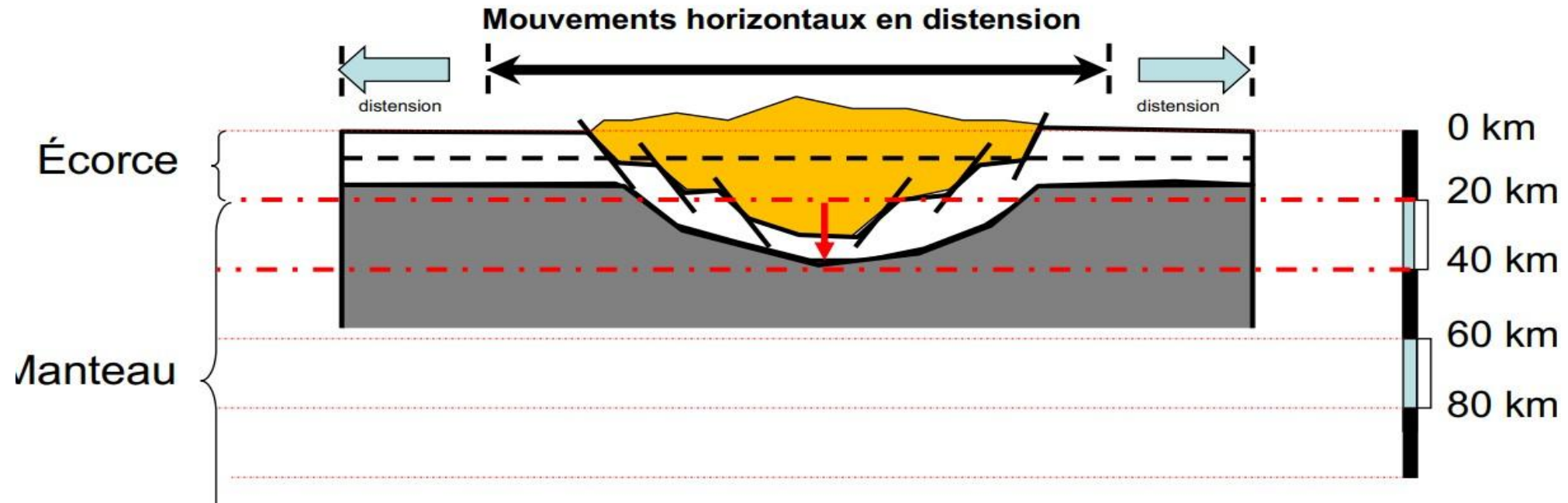
L'évolution d'une chaîne de montagne type géosynclinal passe par trois stades successifs:

- stade de distension et de sédimentation ou stade géosynclinal
- stade de plissement ou stade de tectogenèse
- stade de post-plissement ou de réajustement isostatique.



→ stade géosynclinal

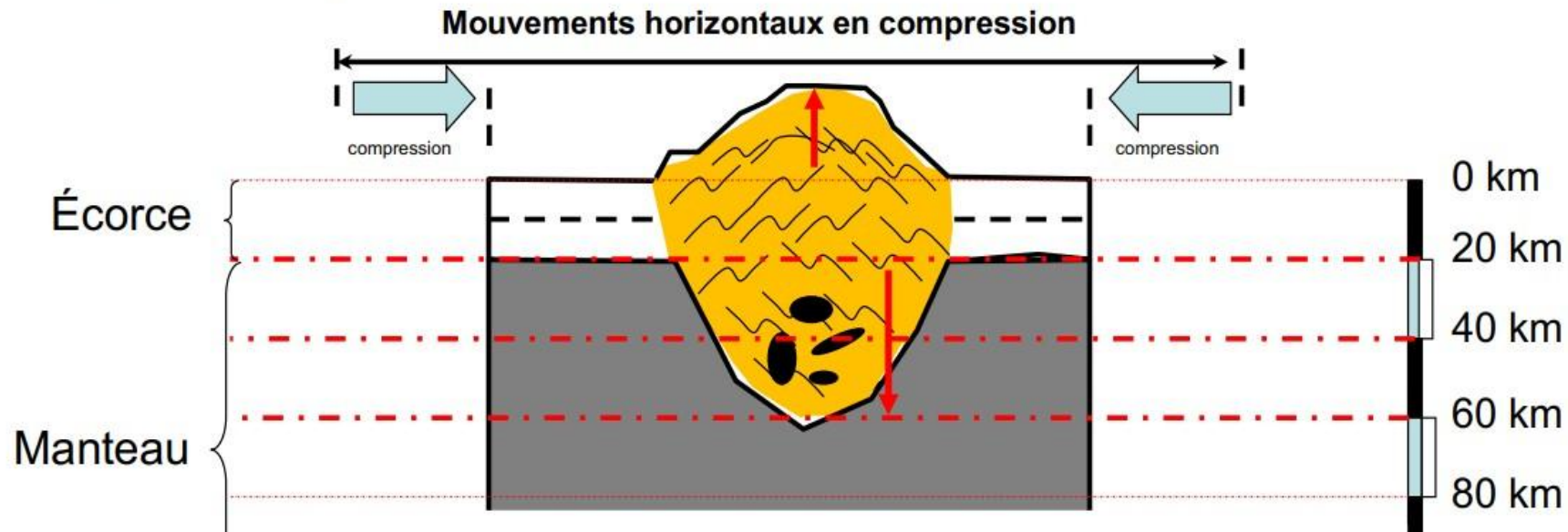
C'est le stade de sédimentation et de remplissage d'un bassin formée par distension. Cette période de sédimentation est généralement longue (100 Ma). La phase de distension (ou Rifting) qui favorise l'ouverture et le remplissage du bassin est souvent suivie d'une phase compressive.



→ stade de tectogenèse

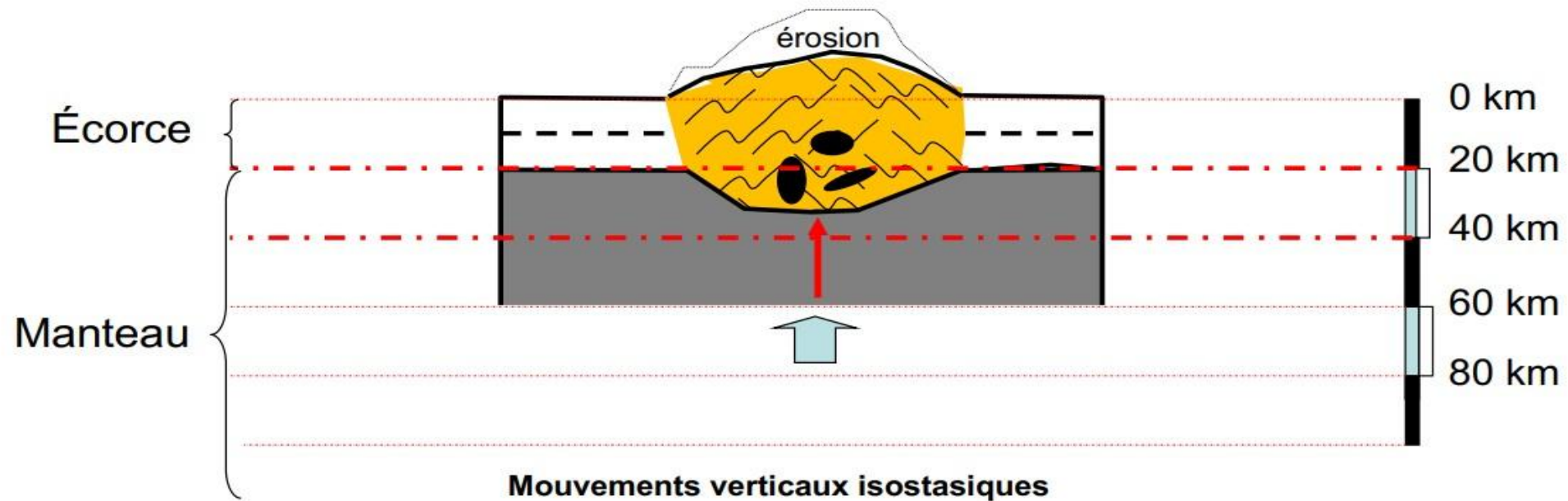
Il correspond à la phase de compression. Ce raccourcissement provoque la déformation de l'écorce terrestre en créant une montagne (relief compensé par une racine). La racine de 30 à 40 km d'épaisseur place la croûte continentale dans des profondeurs favorable au métamorphisme et/ou fusion partielle.

Les phénomènes de compression ne sont pas continus, et se forment en plusieurs phases tectoniques séparées par des périodes de calme relatif. Le stade tectogenèse englobant ces phases et périodes atteint souvent une durée de 30 à 50 Ma.

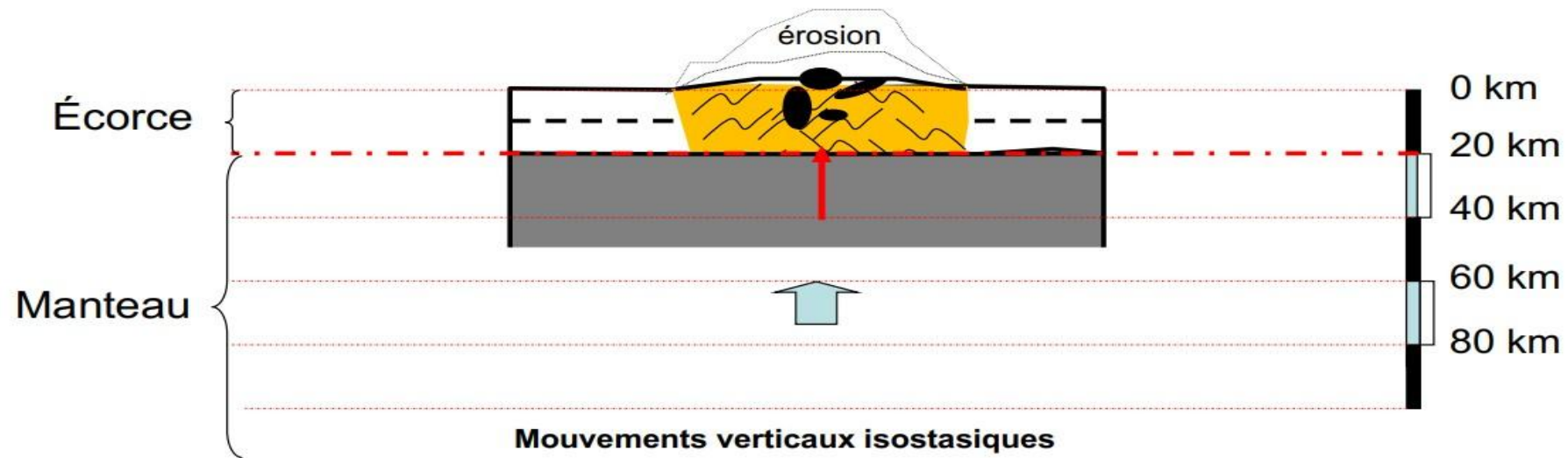


→ stade de réajustement isostasique

postérieurement à la tectogenèse la croûte tend vers un équilibre isostasique par des mouvements verticaux. Le phénomène d'érosion très actif va s'accompagner d'un soulèvement jusqu'à la disparition totale de la racine :



*la chaîne est alors stabilisée c'est la **pénéplanation**. Les roches métamorphiques et granitiques de profondeur se trouvent alors exhumées en surface c'est le cas des chaînes de montagnes très anciennes.*



Stade d'équilibre isostatique = pénéplanation

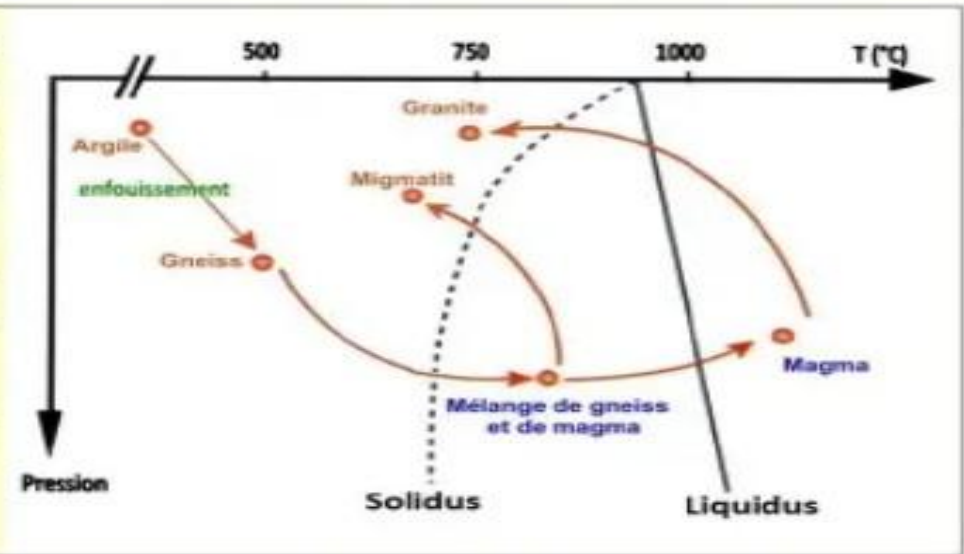
Origine et mise en place de granite d'Anatexie

a Conditions d'anatexie

À l'intérieur du globe, la température (T) augmente avec la profondeur. Dans la partie superficielle de la croûte continentale, la T augmente de 3°C tous les 100 m. C'est dans les conditions du géotherme de collision que la fusion partielle est plus aisément atteinte.

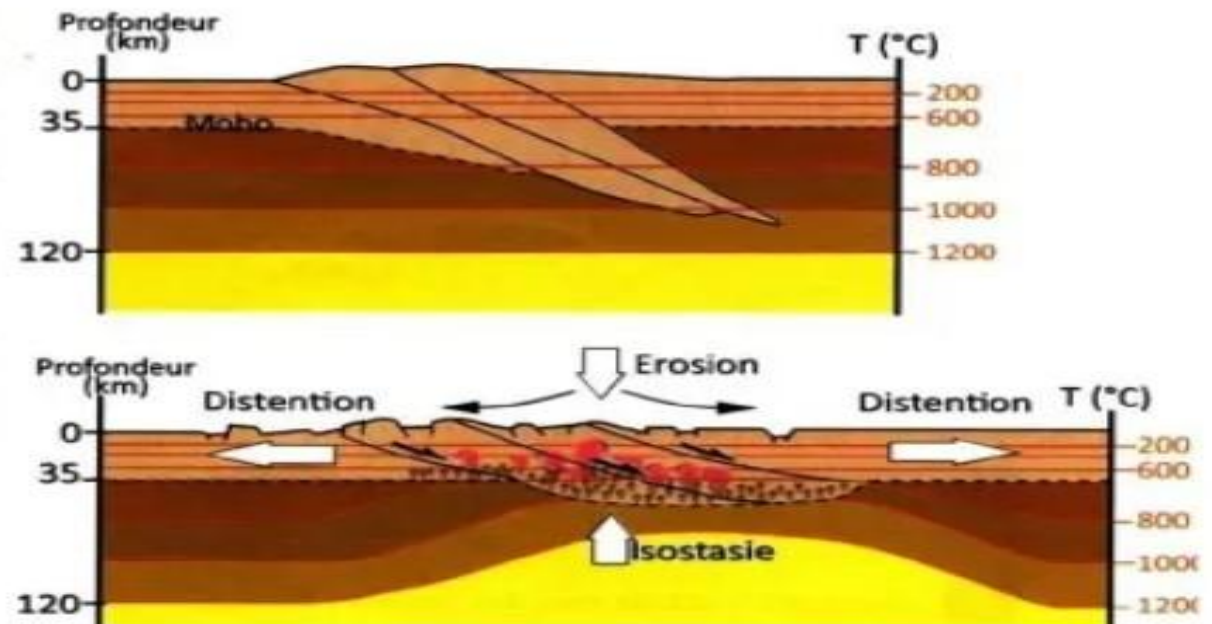
La courbe d'anatexie indique les conditions au-delà desquelles les roches commencent à fondre en produisant un magma de composition granitique.

Les migmatites sont des roches qui, dans un diagramme pression température, se situent entre le solidus et le liquidus (limite à partir de laquelle la roche est totalement fondue).



b Origine des granites dans les chaînes de collision

Dans les chaînes de collision, les unités rocheuses subsidantes sont soumises à une très forte pression et une température élevée. Sous l'effet de l'isostasie et l'érosion, ces unités remontent vers la surface ce qui fait diminuer la pression, mais la température reste élevée par une remontée de l'asthénosphère. Ces conditions vont conduire à la fusion partielle et la formation du magma anatectique. Ce magma va se refroidir sur place donnant un granite d'anatexie ou migrer près de la surface sous forme de granite intrusif.



1-Origine et mise en place du granite d'anatexie

La figure (1) représente les variations des conditions de pression et de température à l'origine de la fusion des roches préexistantes et production du magma de composition granitique.

La figure (2) représente un modèle expliquant la formation du magma granitique et la mise en place des migmatites et du granite d'anatexie dans les chaînes de collision.

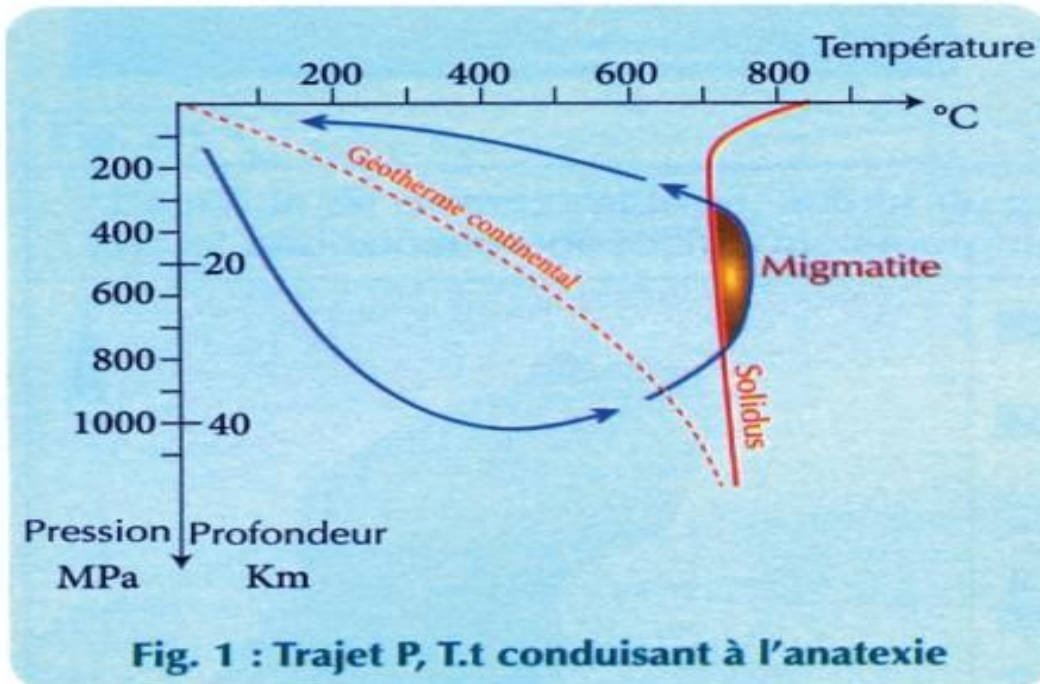
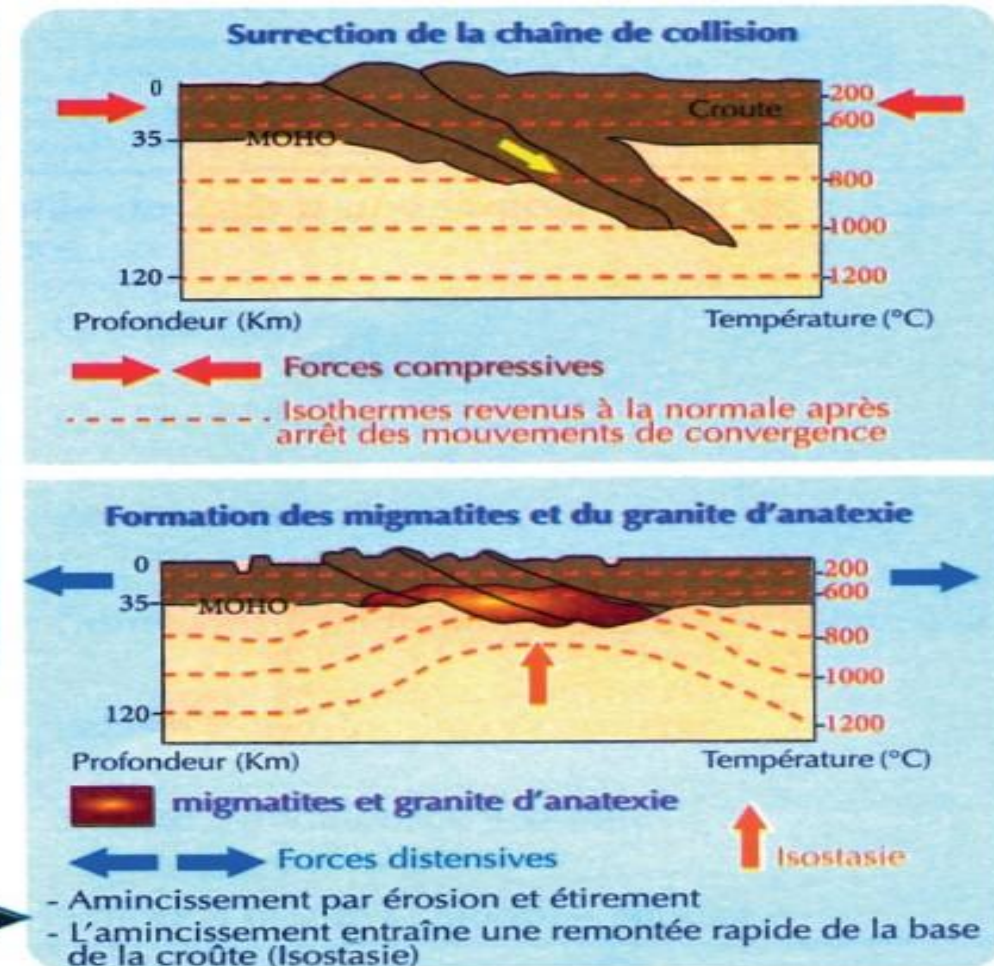


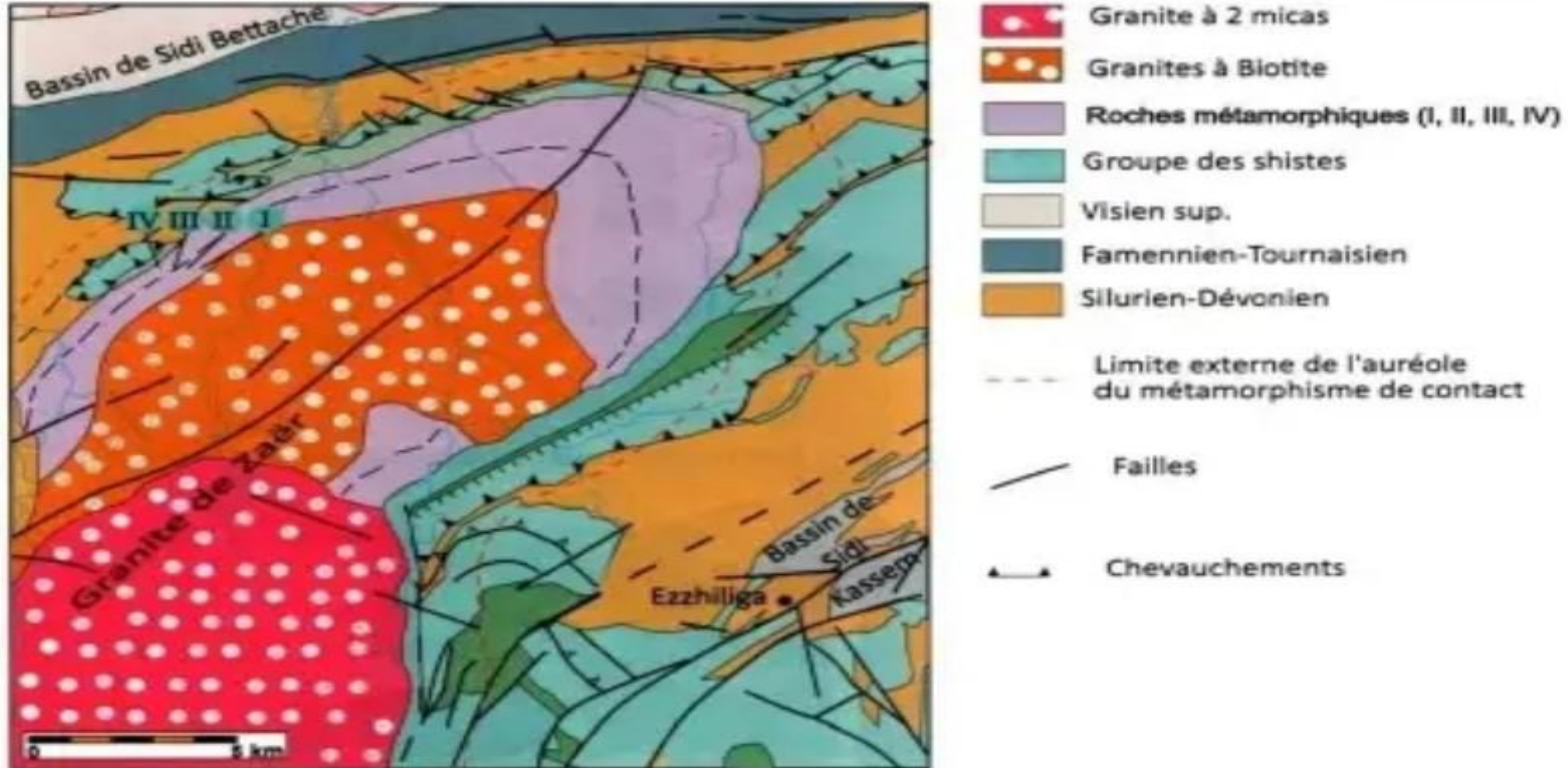
Fig. 2 : Effet de l'aplanissement sur la formation du granite d'anatexie dans les chaînes de collision.



Carte géologique de la fleurement du granite intrusif

a Aperçu géologique et structural de la région de Ezzhiliga-Rommani

Emplacement de la partie Nord du granite de Zaër et la limite de l'auréole du métamorphisme de contact.



- **Le granite intrusif : mise en place**

Le granite intrusif est caractérisé par :

- Son étendu géographique moins large que celui du granite d'anatexie.
- Présence d'une auréole de métamorphisme de contact formée par des roches métamorphiques privées de schistosité.
- Contact net avec les roches sédimentaires encaissantes

4-Relation entre le granite intrusif et les roches métamorphiques avoisinantes



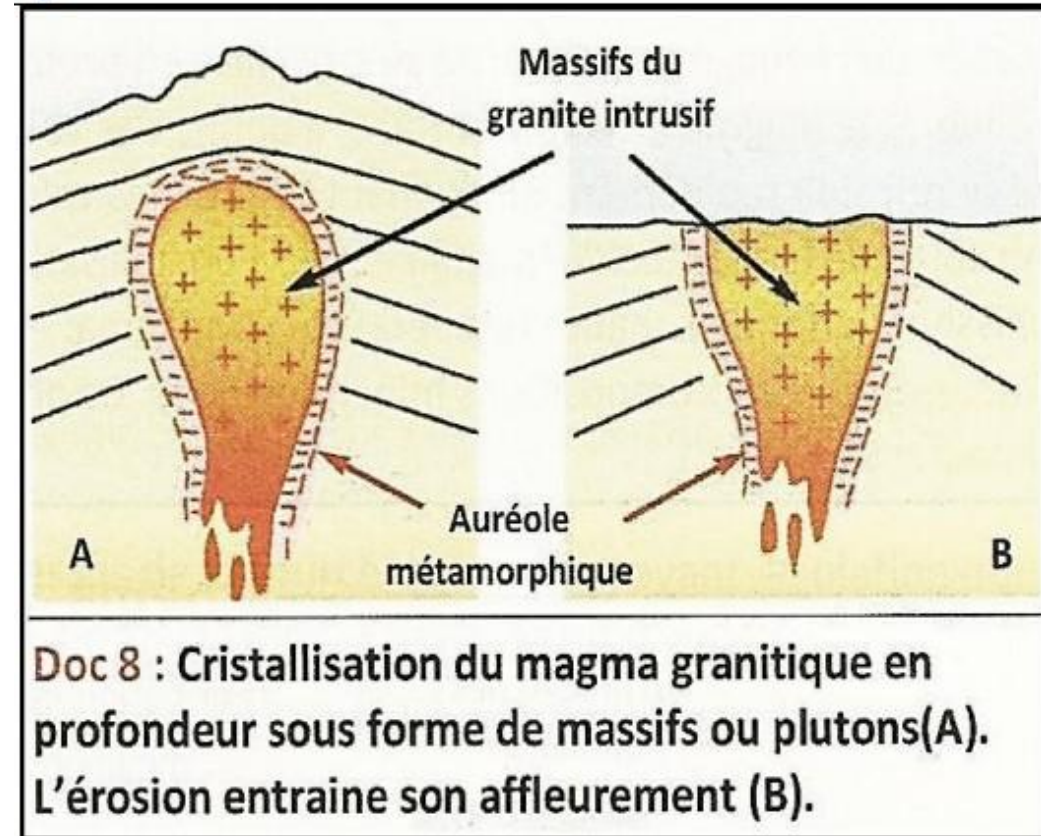
Le métamorphisme de contact

Lors de la mise en place des plutons granitiques, les roches encaissantes (sédimentaires) sont soumises à une élévation de température qui a affecté leur structure. Ce type de métamorphisme de basse pression et de haute température est appelé métamorphisme de contact.

la formation d'un massif granitique intrusif

Le massif granitique intrusif se forme dans les étapes suivantes

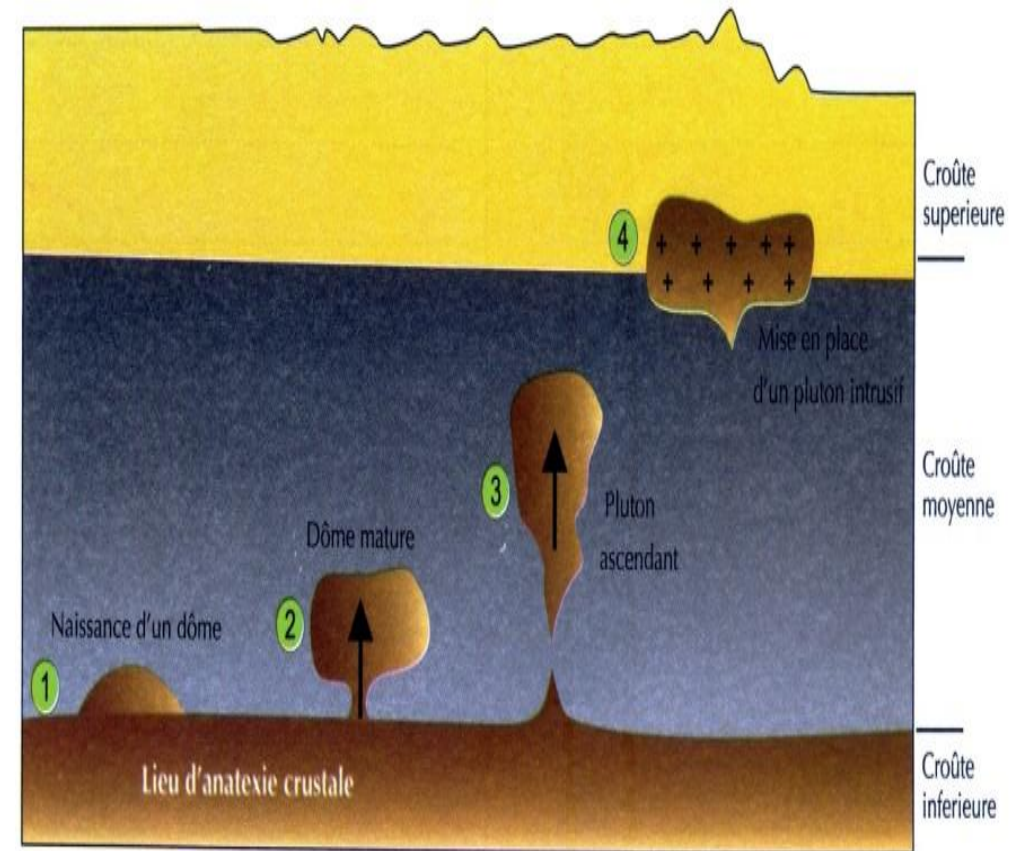
- Fusion des roches en profondeur de la terre. ☐ Montée du magma en traversant les roches encaissantes.
- Formation de l'auréole métamorphique. ☐ Solidification lente du magma et formation d'un pluton ou massif granitique intrusif.
- Erosion des roches encaissantes et Affleurement du pluton granitique.



Granite Intrusif

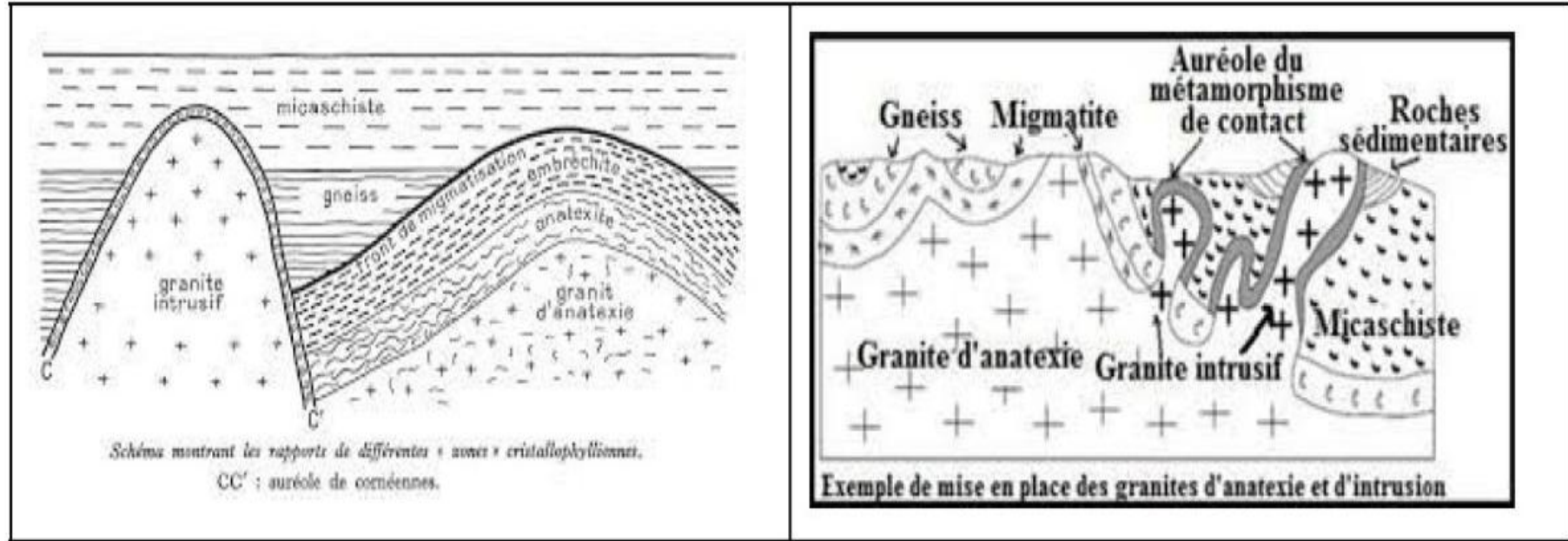
- Origine du granite intrusif :

Lors de l'anatexie, le magma peut se refroidir sur place en profondeur et donne le granite d'anatexie et par endroit, lorsque les conditions géologiques le permettent, le magma granitique remonte à travers les roches préexistantes qui sont soumises à une élévation de température entraînant leur métamorphisme des roches avoisinantes. La présence des roches métamorphiques aux alentours du granite intrusif, qui contiennent du sillimanite et de l'andalousite, est un indice du métamorphisme thermique de haute T et de basse P. En s'éloignant progressivement du massif granitique, on rencontre une succession de roches de moins en moins métamorphisées : Schiste à cordiérite – Schiste à andalousite- Schiste à chlorite du fait de la diminution de la température.



Modèle de mise en place des plutons de granite intrusif

Bilan



Bilan

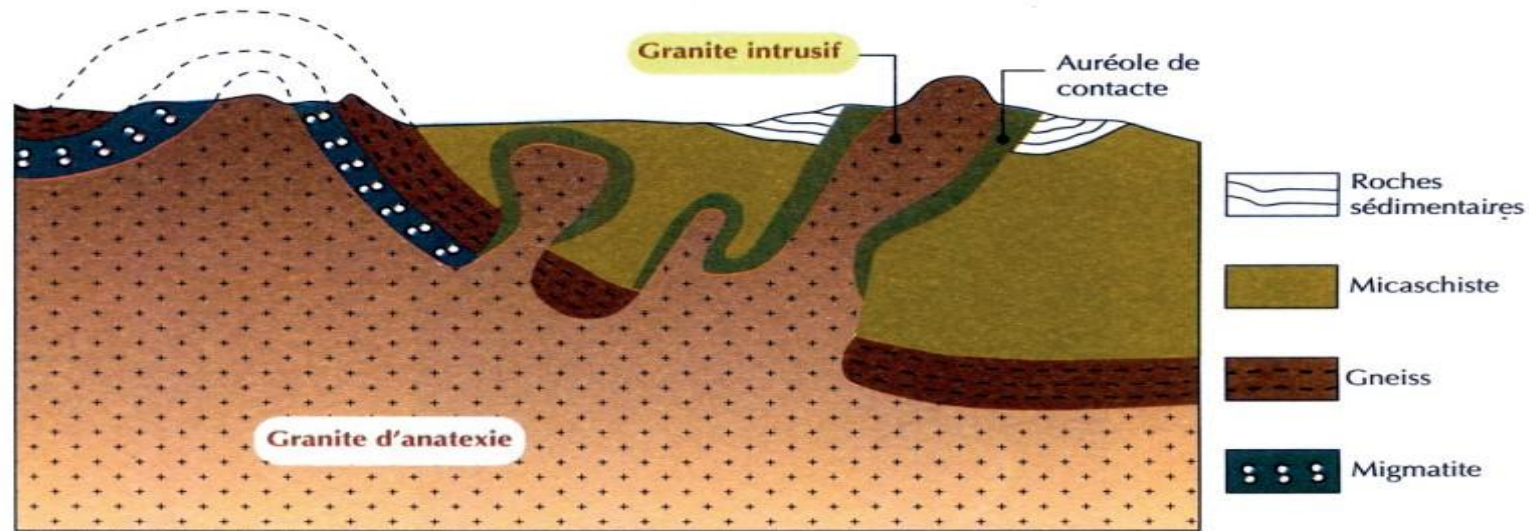


Schéma de synthèse montrant la relation magmatisme-métamorphisme

Granite d'anatexie	Granite intrusif
- Étendue géographique importante - Contact diffus et progressif avec les roches métamorphiques - Délimité par la migmatite (métamorphisme régional). - Cristallisation du magma sur place en profondeur - Structure grenue (cristaux de grandes tailles)	- Étendue géographique limitée - Contact net bien limité avec les roches avoisinantes - Entouré d'une auréole de contact (métamorphisme de contact). - Cristallisation du magma dans les fissures au cours de sa montée (faible profondeur) - Structure microgrenue (cristaux de petites tailles)

Conclusion: la relation entre le granite et le métamorphisme:

- **Le granite d'anatexie** est formé à partir de la solidification d'un magma granitique issu de la fusion partielle des roches qui atteignent un degré maximum du **métamorphisme régional**.
- **Le granit intrusif** est formé à partir de la solidification d'un magma intrusif qui influence, par sa température élevée, sur les roches avoisinantes et provoque un **métamorphisme de contact** ou **métamorphisme thermique** de ces roches au cours de sa remontée.

	Granite d'anatexie	Granite 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.