

Gîte-gisement

Quelques définitions essentielles



Minerai

C'est une substance utile, minérale naturelle solide renfermant une teneur suffisante en métal ou matière première dont l'extraction génère des profits. Cette substance peut être exploitée et vendue après un traitement industriel physico-chimique. Ce traitement s'appelle la minéralurgie.

Gîte minéral

Toute concentration anormale dans le sous-sol de minéraux utiles à l'Homme, quelle que soit sa taille, son volume et sa valeur. C'est une notion purement géologique.

Gisement minéral

Toute masse de substance minérale susceptible d'être exploitée dans les conditions techniques, économiques et sociales du moment. La notion de gisement minéral est directement dépendante de la satisfaction de besoins industriels et de profits. C'est une notion essentiellement économique qui varie selon le moment. On lui rattache la notion de *réserves*, de *ressources*, de *teneurs* et de *tonnages*.

Gîtologie

Etude descriptive des gisements (environnement géologique, minéralogie, géométrie de la minéralisation).

Métallogénie

Etude de la genèse des minéralisations d'un gîte (somme des processus à l'origine du gîte tel qu'il est observable aujourd'hui).

En anglais Remarque

Gîte métallifère & Gisement = Ore Deposit ;

L'encaissant = Surrounding rocks : désigne les roches qui contiennent le gîte ;

Indice minéralisé / anomalie = Mineral occurrence / anomaly;

Corps minéralisé = Ore body ;

Minéralisation = Mineralization : désigne l'existence de minéraux *anormaux* par rapport aux roches banales encaissant

Minerai = Ore : au sens du mineur désigne tout minéral ou association minérale susceptible d'être exploité(e) pour l'obtention d'un ou plusieurs métaux.

On lui associe la notion de **teneur (=grade)** et de seuil limite d'exploitabilité ;

Gangue = Gangue : minéraux sans utilité associés au minerai.

Formation d'un gisement

Afin de définir une [anomalie](#) il faut en comparer la teneur moyenne à la composition chimique moyenne de la croûte terrestre (Clarke et Washington, 1924) : le [Clarke](#)

[anomalie](#): Concentration anormale d'un minéral par rapport à sa teneur moyenne dans la croûte terrestre.

[Clarke](#): Défini par Clarke et Washington en 1924, il représente la concentration moyenne d'un élément dans la croûte terrestre (océanique et continental)

Nom	Symbole chimique	Numéro atomique	Clarke (%)
Aluminium	Al	13	8,00
Cuivre	Cu	29	0,0058
Fer	Fe	26	5,8
Manganèse	Mn	25	0,100
Nickel	Ni	28	0,0072
Or	Au	79	0,0000002
Uranium	U	92	0,00016
Zinc	Zn	30	0,0082

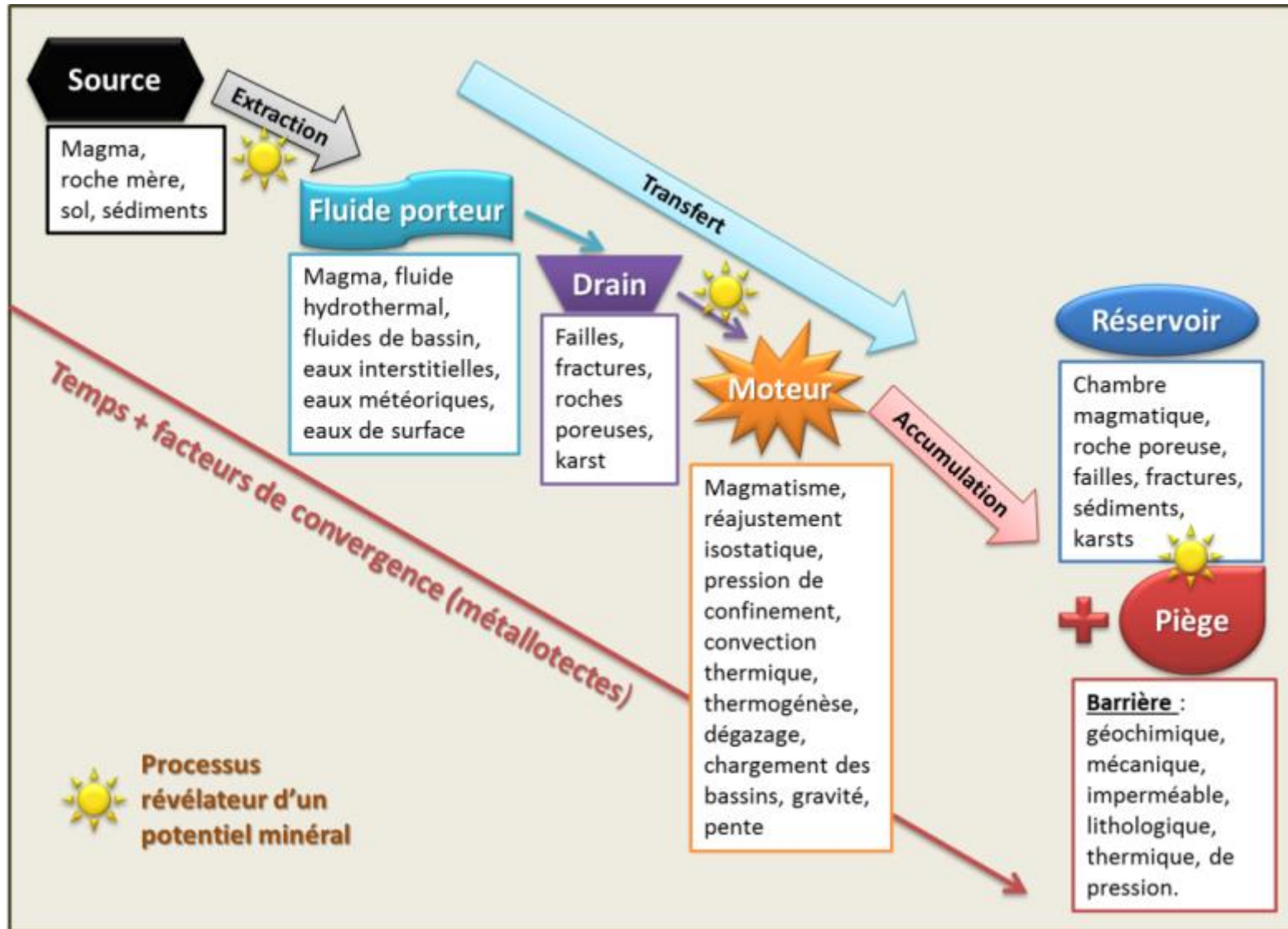
Clarke pour quelques éléments économiquement importants de la croûte terrestre

*Remarque : **les valeurs du clarke** de ces éléments peuvent légèrement varier selon les auteurs.*

Vient ensuite, **Le facteur d'enrichissement** (ou de concentration) qui est le coefficient multiplicateur qui permet d'atteindre la teneur limite d'exploitabilité pour un élément. Il est d'autant plus élevé que l'élément est rare dans la croûte.

Un gîte minéral représente un objet géologique exceptionnel dans lequel des processus naturels de concentration ont conduit à élever la teneur de certains éléments au-delà de la teneur limite d'exploitabilité.

Les processus de formation d'un gîte ou d'un gisement prennent du temps et comprennent les grandes étapes suivantes : **mobilisation** → **extraction** → **transfert** → **accumulation**.



Rappel : processus de formation des gisements

La **notion de piège** est intimement **liée à la notion de déséquilibre** (si un fluide est en équilibre avec son environnement, il ne se passe rien), et donc à l'existence de gradients dans les paramètres intensifs régissant le comportement du fluide : pression (fluide), température, potentiels chimiques.

Les **gradients les plus forts** (les plus efficaces en termes de piège) sont, dans la croûte terrestre, ceux qui concernent les **potentiels chimiques**, en particulier lorsque un fluide percole des roches avec lesquelles il n'est pas en équilibre. Les réactions chimiques qui s'ensuivent (phénomènes métasomatiques) sont source de déstabilisation des complexes en solution et, par suite, de dépôt de minéralisation, souvent à forte teneur.

Les **gradients thermiques** peuvent être également efficaces, par exemple lors de l'émergence de sources thermales dans un fond marin, qui résulte en un choc thermique très brutal, et le dépôt immédiat de substances utiles, également souvent à forte teneur. Dans la croûte elle-même, les gradients thermiques sont nécessairement plus faibles, mais peuvent être efficaces si une source de chaleur importante (exemple : une roche d'origine magmatique en train de refroidir) est présente dans un environnement froid (la croûte supérieure).

Gradients chimiques et gradients thermiques se combinent de façon efficace lors de mélanges de fluides (à l'interface socle-bassin dans les gisements d'uranium de type discordance).

Les **gradients de pression** sont, par nature, beaucoup plus progressifs, mais peuvent parfois devenir très forts, par exemple lors de l'ouverture brutale de systèmes de fractures avec décompression concomittante, ébullition et dépôt, comme dans le cas de nombreux gisements d'or épithermaux.

A retenir : Notion de minéralisation Fondamental

Les types morphologiques de concentration minérale sont les suivants :

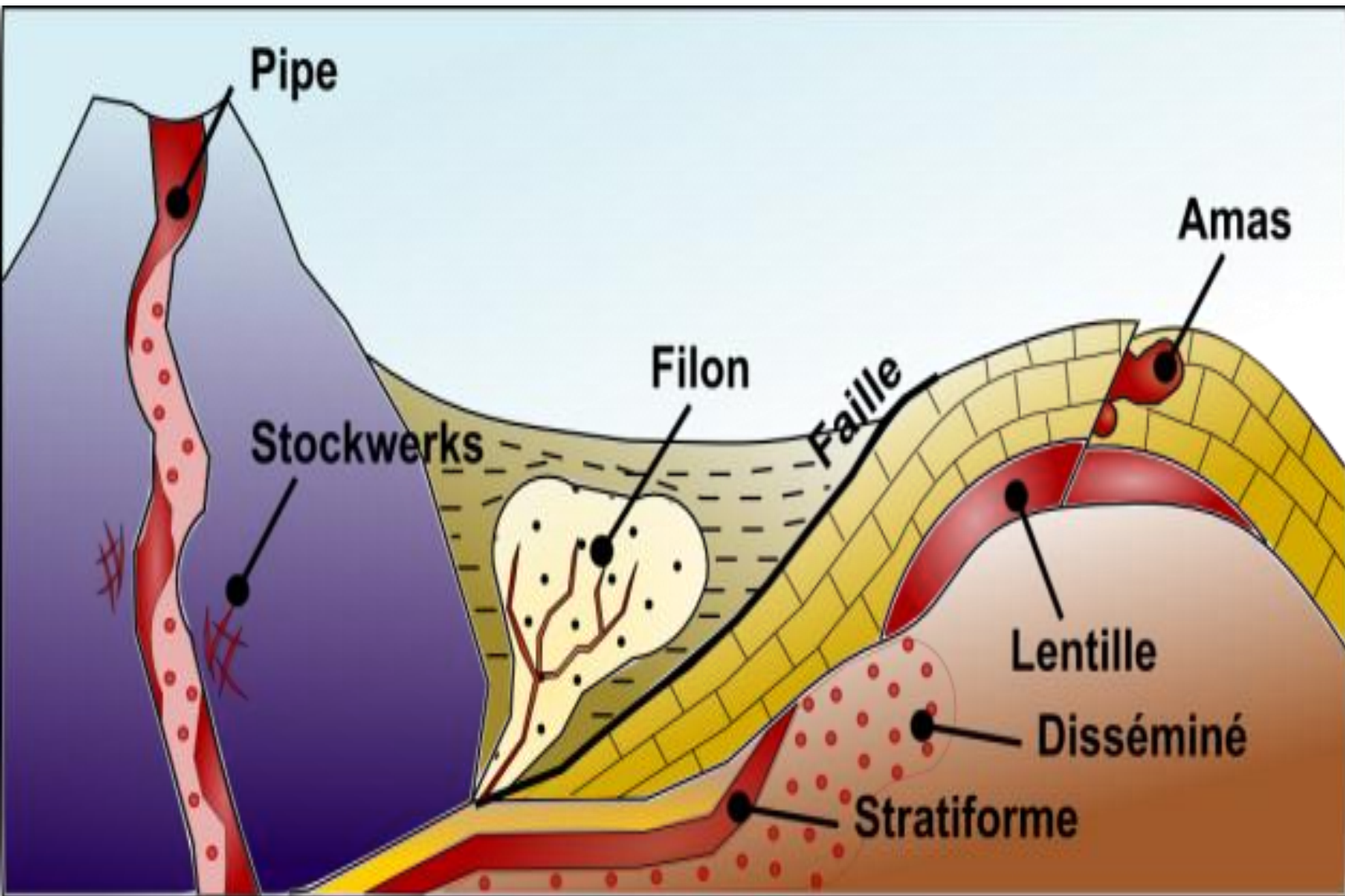
- minéralisation **massive**, ou **disséminée** dans la roche support,
- minéralisation **concordante** avec son enveloppe (gisement stratiforme par exemple),
- minéralisation **discordante** :
 - lentilles, amas (*Masse minérale, de forme irrégulière, enveloppée de roches (roches encaissantes) dont la nature est différente*)
 - Filons (*Remplissage d'une fracture (faille, diaclase) dans une roche (dite roche encaissante) par un matériau différent de la roche).*, stockwerks (Mot allemand, en anglais stockwork. Minéralisation sous forme de réseau très densifié de petits filons. **(éponges, toit, mur)**)
 - Pipes (*Sorte de cheminée d'explosion volcanique*) et **cheminées**.

Les notions suivantes, fondamentales, seront évoquées par la suite :
Notion de **gangue**.

Minéralisation **syngénétique**, **épigénétique**.

syngénétique Minéralisation qui s'est formée **en même temps** que la roche encaissante.

épigénétique Minéralisation qui s'est formée **après** la roche encaissante.



Types de gisements

CLASSIFICATION DES GISEMENTS

1. Les différentes classifications

2. Une classification génétique

2.1. Les gîtes liés au magmatisme

2.2. Les gîtes liés à l'hydrothermalisme

2.3. Les gîtes liés à la sédimentation

2.4. Les gîtes d'enrichissement supergène

3. Cas particulier des gisements d'or orogéniques

LES DIFFÉRENTES CLASSIFICATIONS

- En s'appuyant sur les analogies entre les gîtes métallifères, des classifications peuvent être constituées.
- Une classification aura pour but de faciliter la découverte de nouveaux gîtes minéraux en se basant sur des similitudes avec des gîtes connus actuellement.
- La création de telles classifications nécessite en premier lieu, l'inventaire des gîtes minéraux.

- Il existe différents systèmes de classification concernant les gisements.
- Une classification pourra être **descriptive** ou **interprétative** à **caractère génétique**, suivant les critères choisis : les classifications **descriptives** se rapportent à des **observations** contrairement aux classifications **génétiques** qui se basent sur l'**interprétation du mode de formation des différents gîtes**.
- La substance, la morphologie, la température et la profondeur de formation (Lindgren, 1933) ou la nature des roches associées au gisement (Jèbrak, 2004) ont ainsi été utilisées pour classer les gîtes minéraux.

- La relation gîte métallifère et contexte géodynamique et géologique a été soulignée par Mitchell & Garson (1981) ; Sillitoe (1972). Ce type de classification est notamment utile pour comprendre la distribution spatiale des gisements.
- Les classifications peuvent aussi se baser sur le lien génétique du gisement avec des processus magmatiques, hydrothermaux ou sédimentaires (Beaudoin, 2002).
- Cette approche a été privilégiée ci-dessous pour classer les gisements d'un point de vue général.

ENVIRONNEMENT GEOLOGIQUE			EXEMPLES	
Ignées	Intrusives	Roches Mafiques et Ultramafiques	Régions stables Régions instables Croûte océanique	Stillwater Ni-Cu, Cr, PGE & Fe-Ti-V Cu-Ni-PGE dans les Rifts Ni-sulfuré dans les Komatites Ti dans les Anorthosites Cr dans les Ophiolites
		Roches Alcalines		P-Fe et PGE dans les Carbonatites Diamant dans les Pipes de kimberlites
		Intrusions intermédiaires à Felsiques		Fe magmatique, Porphyres à Cu, Porphyres à Mo, Skarns, Pégmatites
	Extrusives	Volcanisme sub-aérien Volcanisme sub-marin		Au-Ag épithermal, Au type Carlin Basaltes – Andésite à Cu Amas sulfurés volcanogéniques (VHMS), Fe, Hg.

<p>Roches Sédimentaires</p>	<p>Chimiques Clastiques</p> <p>Carbonates</p>	<p>Epigénétiques</p>	<p>Banded Iron Formation (BIF) et Ironstone Mn d'affiliation sédimentaire Phosphates, Evaporites</p> <p>Zn-Pb type SEDEX, Cuivre type lits rouges, U, Cu-U-Au, Cuivre-Or-Oxydes de Fer (IOCG), Placers et Paléoplacers (Gold Deposits)</p> <p>Pb-Zn (Ba-F) MVT Amas de sidérite</p>
<p>Métamorphisme Régional et tectonique cassantes</p> <p>Gisements filoniens</p>			<p>Au dans zones de cisaillements Filons de Quartz aurifères (Low sulfidation)</p> <p>Filons à Ag-Pb-Zn Filons à Pb-Zn-Ba-F Filon type Cobalt</p>
<p>Gisements d'Altérations Météoriques</p>			<p>Ni Latéritique Bauxites Placer</p>

**Classification des gisements de Lindgren
(modifiée d'après Lindgren, 1933 et Evans, 1993)**

	Profondeur	Température (°C)	Occurrence	Métaux
Gisements téléthermaux	En surface	± 100	Dans les roches sédimentaires ou les coulées de lave ; gisements dans des fractures ouvertes et des cavités. Pas de processus de remplacement.	Pb, Zn, Cd, Ge
Gisements épithermaux	Depuis la surface jusqu'à 1,5 km	50 à 200	Dans les roches sédimentaires ou ignées ; Gisements souvent localisés dans des systèmes de failles ; sous forme de simples veines ou sous forme cylindrique ou de stockwork. Processus de remplacement limités.	Pb, Zn, Au, Ag, Hg, Sb, Cu, Se, Bi, U
Gisements mésothermaux	1,2 à 4,5 km	200 à 300	Généralement à proximité ou au sein même de roches ignées ; associés à des failles régionales ; gisements de remplacement en extension ou remplissage de fractures ; corps tabulaires, stockworks, corps cylindriques.	Au, Ag, Cu, As, Pb, Zn, Ni, Co, W, Mo, U, etc
Gisements hypothermaux	3 à 15 km	300 à 600	A proximité ou au sein même de roches plutoniques mises en place à des profondeurs importantes. Affleurent là où l'exhumation a été importante. Remplissage de fractures ou zones de remplacement de forme tabulaire, ou irrégulière.	Au, Sn, Mo, W, Cu, Pb, Zn, As

Classification des ressources minérales en fonction de l'utilisation du produit

Minerais métalliques	Minerais ferreux (utilisés dans la fabrication de l'acier)	Fer
		Chrome
		Manganèse
		Nickel
		Molybdène
	Métaux de base (métaux communs utilisés dans l'industrie)	Cuivre
		Zinc
		Plomb
		Étain
		Antimoine
	Métaux de haute technologie	Cobalt
		Gallium
		Lithium
		Niobium
		Platine (et autres métaux de ce groupe)
		Tantale
Métaux précieux	Terres rares	
	Titane	
	Or	
	Platine	
	Argent	
	Aluminium	
Sources d'énergie	Uranium, pétrole, gaz, charbon	
Matériaux de construction	Sables, graviers, argiles	
Minéraux industriels	Silice, kaolin, gypse, talc, potasse, phosphate, silimanite	
Pierres précieuses	Diamant, émeraude, opale, rubis, saphir	
Pierres fines	Agate, améthyste, béryl, grenat, jade, lapis-lazuli, malachite, topaze, tourmaline, turquoise, zircon	

Classification du géologue (processus minéralisateur)

Méthode

Pour les géologues, les principales classifications reposent sur **les processus responsables de la minéralisation**.

Cette classification présente cependant quelques inconvénients, comme le fait qu'il est parfois difficile de rattacher certains gisements à une catégorie unique. Cependant elle a l'avantage de s'appuyer sur les processus géologiques classiques et **permet d'être prédictif** sur les **potentialités de l'existence d'un gisement** en fonction de l'histoire géologique de la zone explorée.

Par exemple certains gisements sont formés par des **processus magmatiques**, d'autres par **des processus sédimentaires** et d'autres encore sont liés à **l'altération des roches en surface**. Une catégorie importante de gisements est associée à la **circulation des fluides hydrothermaux**.

Classification des gisements en fonction des processus minéralisateurs

Tableau 2.6 issu du livre « Ressources minérales - Nature, origine et exploitation - Dunod - N. Arndt et C. Ganino ».

Les gisements magmatiques

Les gisements de chromites des complexes basiques-ultrabasiques, formés par une modification de la séquence de cristallisation d'un magma

Les gisements de magnétite et de platinoïdes des complexes basiques-ultrabasiques, formés par des processus magmatiques et/ou hydrothermaux

Les gisements de sulfures formés par immiscibilité magmatique

Les autres gisements magmatiques

Les gisements hydrothermaux et associés aux fluides de bassins

Les gisements de sulfures massifs volcanogènes ou VMS (Volcanogenic Massive Sulfide)

Les gisements associés aux porphyres

Les gisements sédimentaires exhalatifs (SEDEX)

Les gisements de type Vallée du Mississippi ou « Mississippi Valley Type » (MVT)

Les autres types de gisements hydrothermaux

Les gisements formés par des processus sédimentaires et de surface

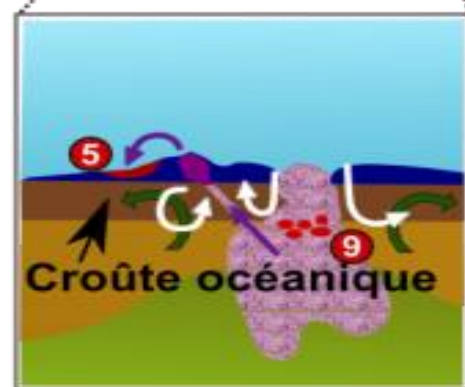
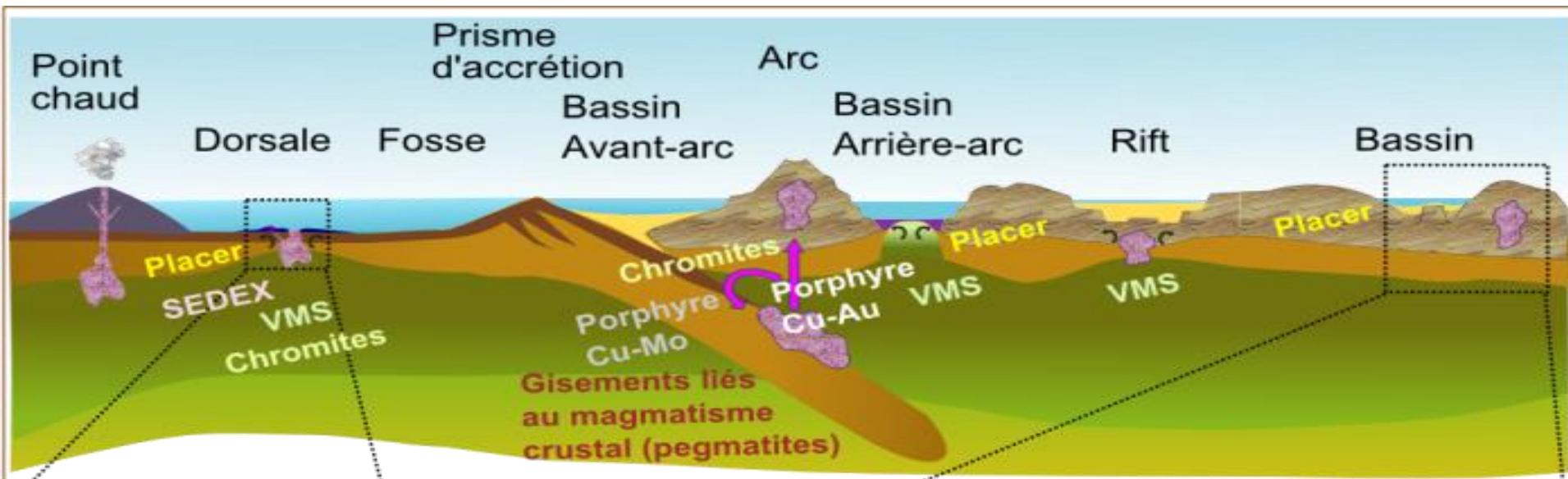
Les placers

Les gisements de fer sédimentaires

Les autres gisements sédimentaires : Sulfures Cu-Pb-Zn-Ag, sulfates (Barytine, évaporites, Mn, phosphates, nitrates, sels, soufre

Les gisements associés aux latérites

Les gisements associés à l'altération supergène des protores



Processus externes :

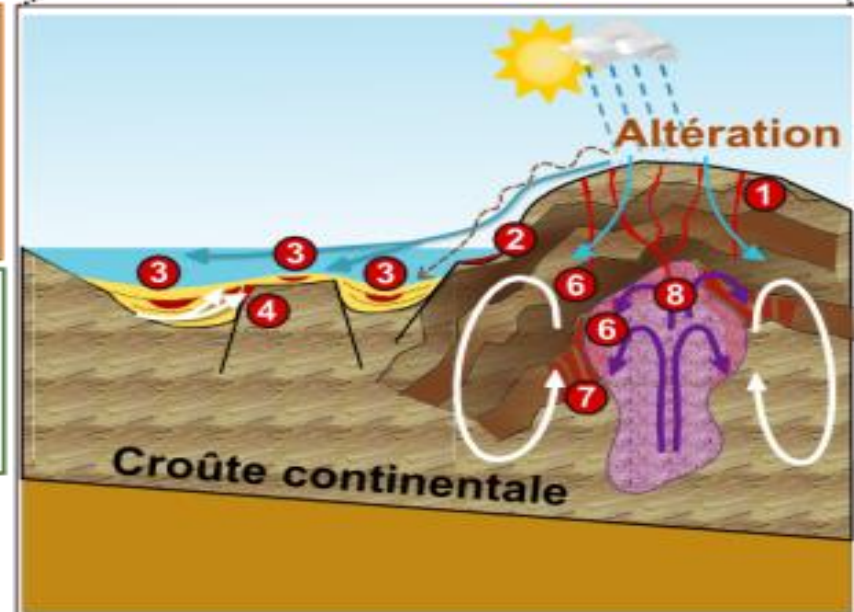
- ① gites liés à l'altération météorique
- ② gites détritiques
- ③ gites chimiques et biochimiques

Processus mixtes :

- ④ gites liés aux fluides de bassin
- ⑤ gites volcano-sédimentaires

Processus internes :

- ⑥ gites hydrothermaux
- ⑦ gites pyrométasomatiques
- ⑧ gites pegmatitiques
- ⑨ gites magmatiques



Types de gisement selon l'environnement géodynamique

Classification génétique

Elle se base sur le lien génétique du gisement avec des processus magmatiques, hydrothermaux ou sédimentaires.

LES GÎTES
ORTHOMAGMATIQUES

Les gîtes liés au magmatisme

- Deux processus magmatiques principaux sont à l'origine des minéralisations :
 - ❖ la cristallisation fractionnée,
 - ❖ la ségrégation du liquide immiscible.

I) Gisements orthomagmatiques

Les gîtes **orthomagmatiques** ou tout simplement **magmatiques** sont liés à la différenciation magmatique basique et ultrabasique, et rarement à la différenciation acide. Ils s'associent à des roches comme péridotites, pyroxénolites, norites, gabbros, anorthosites ... Ces roches sont d'origine profonde (magma du manteau supérieur).

La différenciation magmatique contrôle en grande partie l'évolution de ces magmas et conduit à des concentrations primaires d'éléments métalliques.

Les métaux concernés dans ce groupe de gisements sont des éléments de transition: principalement le Ti, V, Cr, Ni (70% de la production mondiale), **Cu** (2% de la production mondial) et les **platinoïdes** (99% de la production mondial). **Fe, Mg, Sn, S** et **Co** constituent parfois des sous-produits.

Ces métaux présentent des propriétés **sidérophiles** (Fe, Cr, Ti, Pt...) et/ou **chalcophiles** (Ni, Cu, Pt, Pd...).

Deux phénomènes magmatiques sont responsables de la formation des gisements orthomagmatiques:

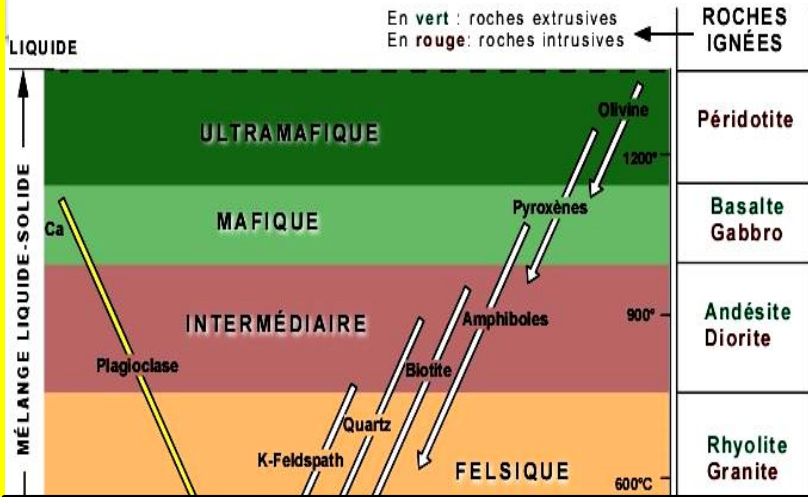
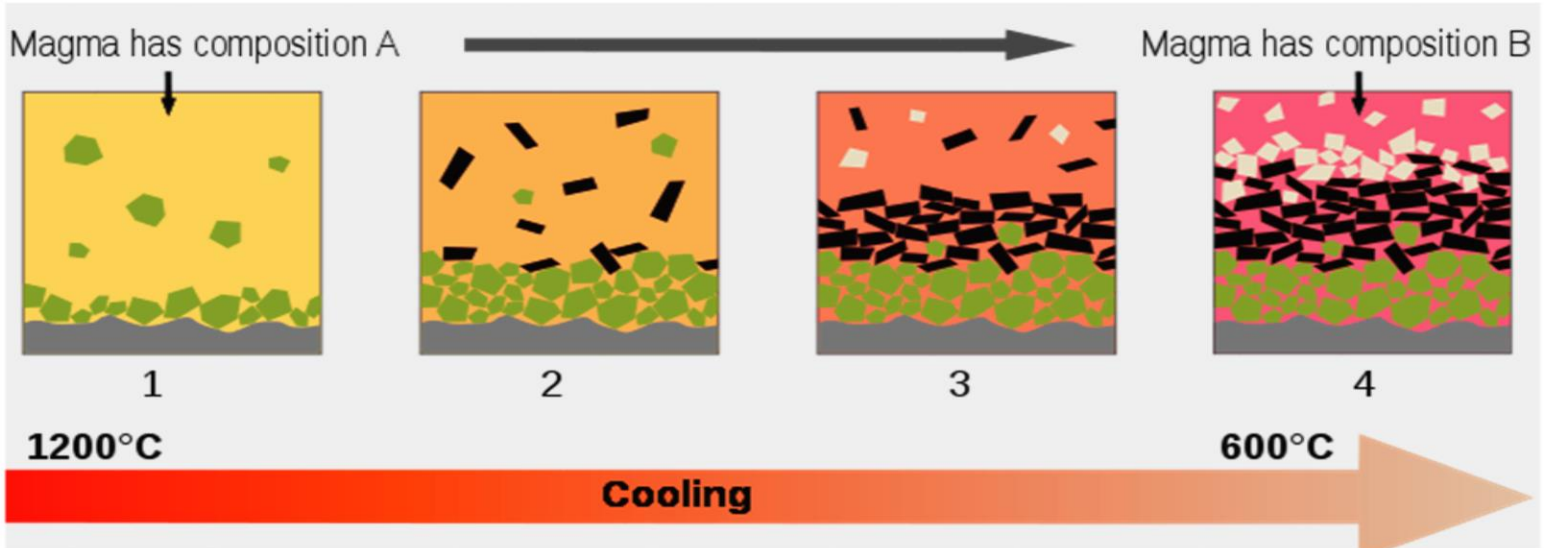
a) Cristallisation fractionnée: accumulation de cristaux par différence de densité (sédimente ou flotte dans le magma) ce qui produit un changement de composition du magma résiduel. Peut former des niveaux riches en un seul minéral (**chromite, magnétite, vanadifère**).

La cristallisation fractionnée forme ultimement des magmas très différenciés qui peuvent former des pegmatites riches en éléments incompatibles.

b) Ségrégation du liquide immiscible: un changement de composition par assimilation de l'encaissant, un mélange de magmas, un changement de température ou de pression peut provoquer l'immiscibilité d'un liquide (sulfuré ou oxydé) dans le magma silicaté. Ce liquide sulfuré ou oxydé est plus dense que le magma silicaté et il s'enfonce dans la chambre magmatique. Les métaux très chalcophiles (Ni-Cu-Fe -EGP-Au) ont un coefficient de partage élevé qui concentre les métaux dans le liquide sulfuré.

Les métaux lithophiles (Fe-Ti) sont attirés par le liquide oxydé.

Phénomène de cristallisation fractionnée.

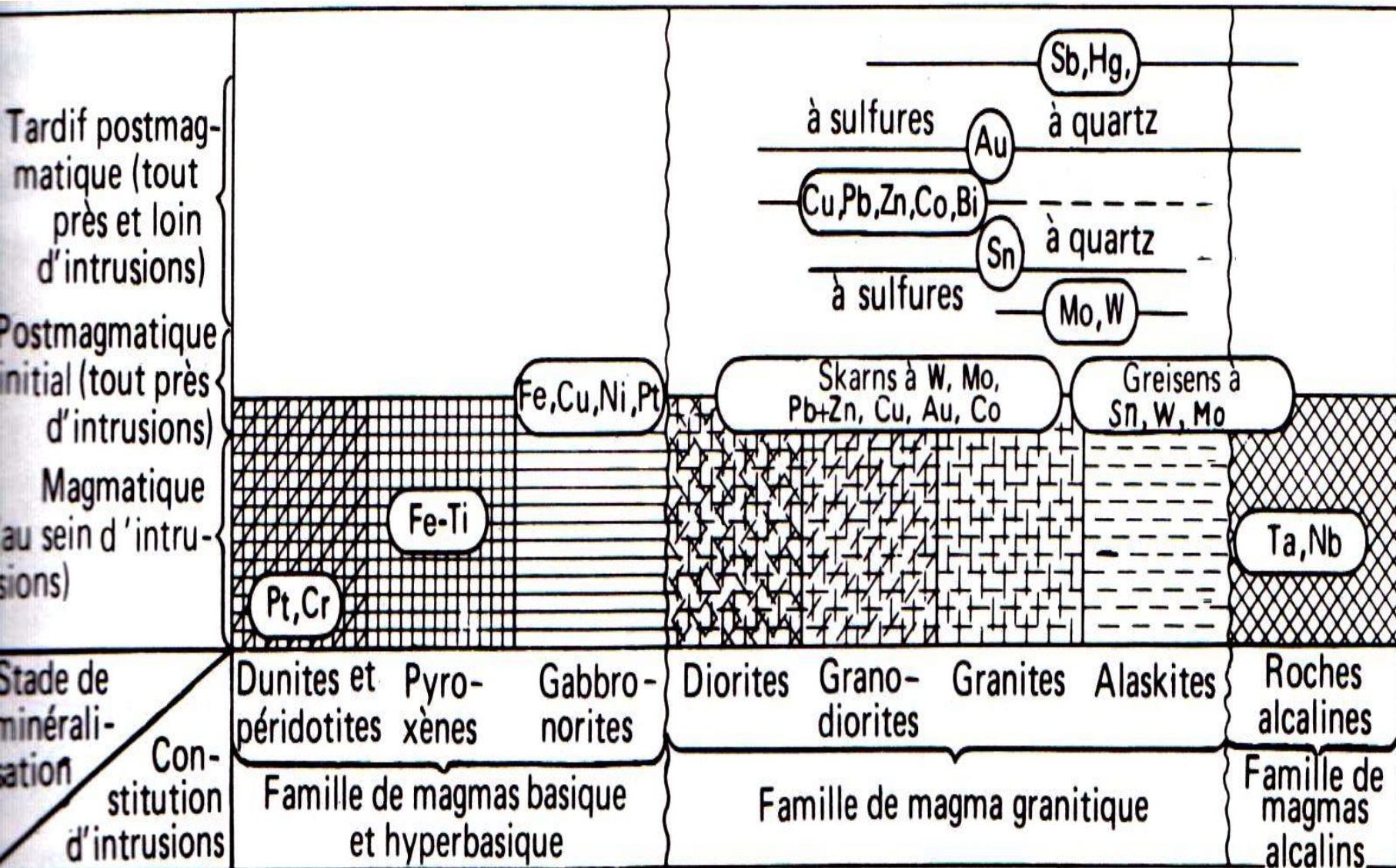


accumulation de cristaux par différence de densité, produit une modification de la composition du magma résiduel.

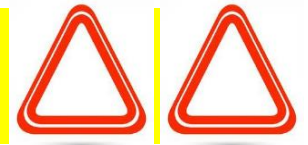
Ce processus entraîne la formation de magmas très différenciés, et conduit à des concentrations primaires d'éléments métalliques.

La cristallisation fractionnée

Schéma de relation des gisements métallifères avec des intrusions de composition diverse

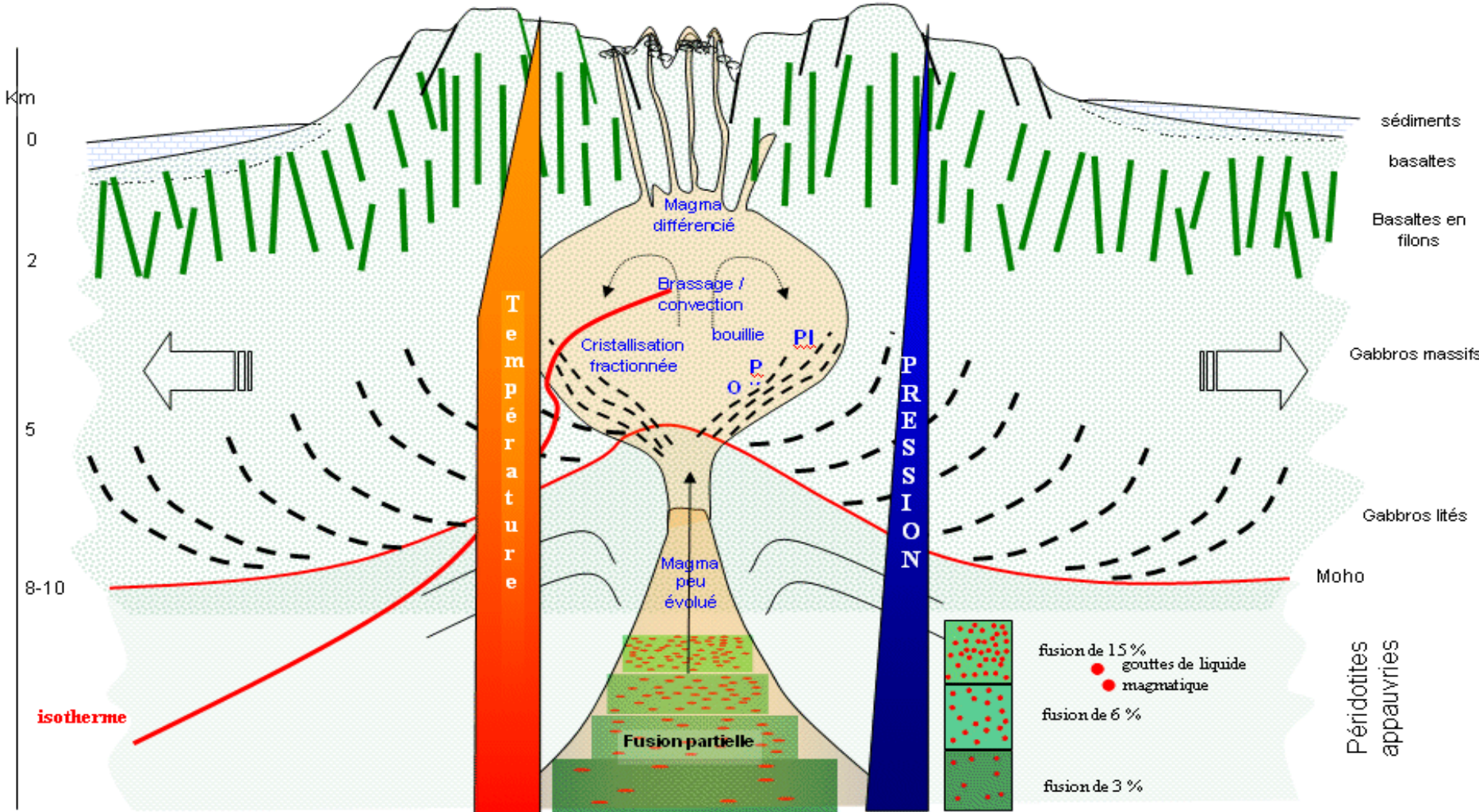


➤ Dans ce qui suit nous développons quels exemples de gisements orthomagmatiques



les minéralisations des roches magmatiques basiques à ultrabasiques

formée dans un magma fluide, la **chromite** pourra participer avec les péridots (olivines), à la sédimentation intramagmatique conduisant à la formation des cumulats déposés au fond de la "**chambre magmatique**".



Remontée du manteau

Les cumulats chromifères

La chromite constitue le principal minerai de Cr ; c'est un spinelle riche en Cr ($\text{Cr}_2\text{O}_3 > 48\%$) et au rapport Cr/Fe > 3 (la chromite = spinelle chromifère). Sa composition théorique est :

Cr_2O_3 Fe_2O_3 Al_2O_3 ou $[(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}) (\text{Cr}, \text{Al}, \text{Fe})_2 \text{O}_4]$ (spinelle chromifère ou chromospinelle).

La chromite est un minéral magmatique qui apparaît dans les premiers stades de la différenciation magmatique. Elle est associée à l'olivine, pyroxène, magnétite.

L'essentielle de la production mondiale en Cr vient de deux types de gisements :

➤ les **gisements chromifères lités associés aux grands intrusions stratifiés** « ou lités » basiques-ultabasiques.

➤ les **gisements chromifères podiformes liés aux complexes ophiolitiques.**

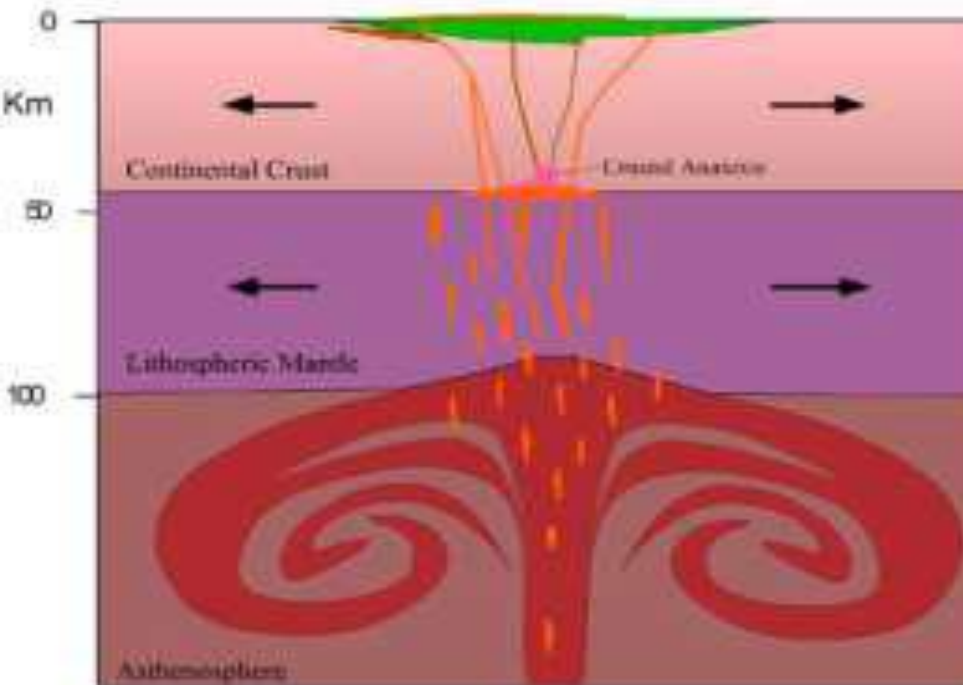
La chromite est un spinelle de composition théorique FeCr_2O_4 , soit 68% de Cr_2O_3 . Sa composition est variable à cause des possibles remplacements de Cr^{3+} par Fe^{3+} et de Fe^{3+} par Al^{3+} . De sa composition dépend son utilisation:

1- La chromite à forte teneur en chrome (>46% Cr_2O_3) avec un rapport Cr/Fe >2 est de qualité métallurgique et sert de minerai de chrome

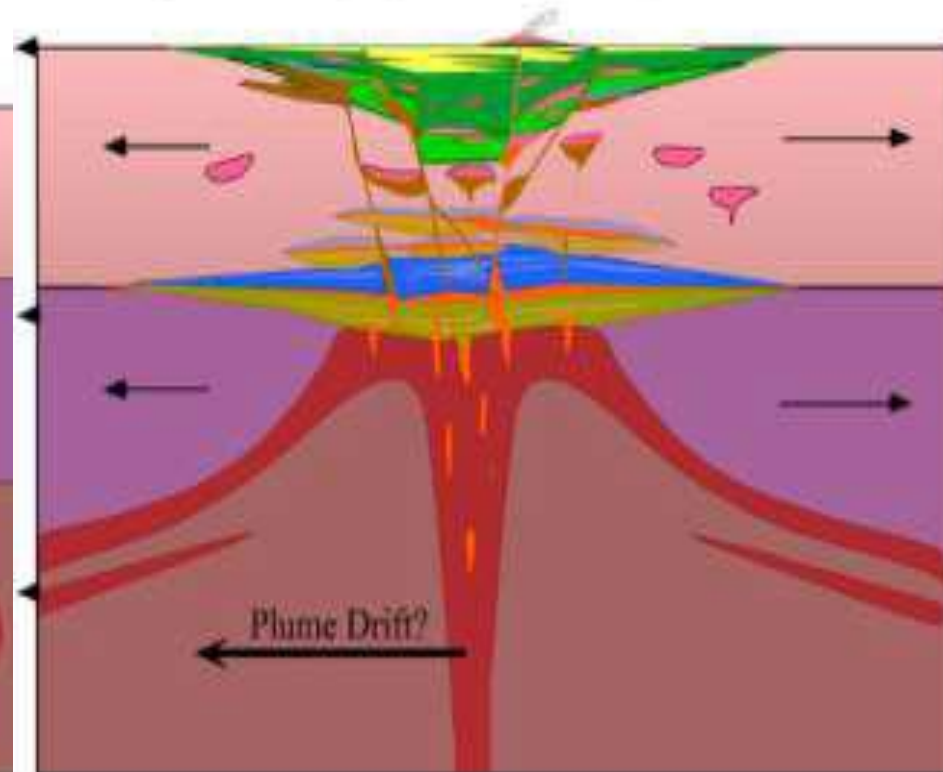
2- Une chromite qui contient de 40 à 45% de Cr_2O_3 avec un rapport Cr/Fe compris entre 1,5 et 2 est dite de qualité chimique et employée pour le traitement du cuir, de la laine, pour la fabrication des insecticides, et pour les pigments verts et jaunes dans les peintures, les encres et les plastiques.

3- La chromite de qualité réfractaire possède, au contraire, une forte teneur en Al_2O_3 (plus de 20%) et contient plus de 60% de Cr_2O_3 + Al_2O_3 . Elle sert à la fabrication de briques et autres matériaux réfractaires résistant au hautes températures, destinés à la sidérurgie.

Early Magmatic Stage (1109-1107 Ma)



Late Magmatic Stage (1094-1086 Ma)

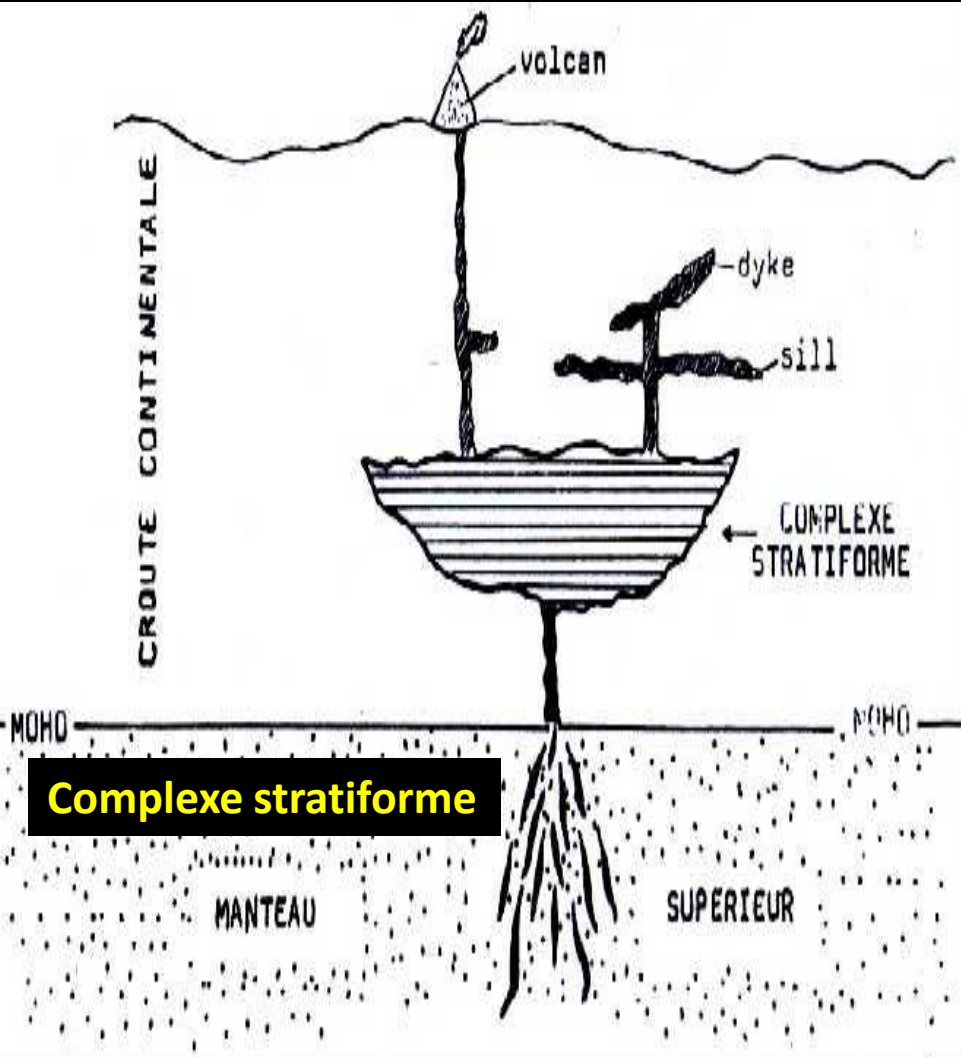


Les intrusions magmatiques stratifiées

- Les intrusions magmatiques stratifiées, elles surviennent lorsque le magma en provenance du manteau est riche en soufre (S).
- Certains éléments, comme le nickel, le cuivre, le platine et le palladium, se lient facilement au soufre.
- Cette liaison densifie les éléments et les fait redescendre, formant ainsi une intrusion stratifiée.

I-1-1) Gisements chromifères lités « associés aux complexes magmatiques stratiformes »

Un complexe stratiforme correspond à une grande intrusion **lopolitique** (entonnoir renversé) mis en place dans des zones non orogéniques (Fig.). Le magma est basaltique de nature **tholéitique** émanant de la fusion partielle du manteau supérieur et injecté dans la croûte continentale « dans une chambre magmatique ». **Les mécanismes de différenciation sont la cristallisation fractionnée et la sédimentation magmatique.**



Ces mécanismes de différenciation engendrent un rubanement compositionnel dans tout le complexe. Les séquences lithologiques courantes sont :

- partie sommitale : syénite, monzonite, diorite...
- partie moyenne : gabbro, norite...
- partie basale : dunite, chromitite, harzburgite...

La production des complexes stratifiés est de 75% pour Cr, Ni, V ; 99% pour les EGP (Pt, Pd, Rh, Ru) et 2% pour le Cu.

L'exemple type est **le complexe du Bushveld (République d'Afrique du Sud)**. (70% de la production mondiale du Cr).

LE COMPLEXE STRATIFORME DE BUSHWELD

Le complexe stratifié du Bushweld est le plus gros appareil ultramafique/mafique connu (lopolite de 375 km x 300 km pour une épaisseur atteignant 8km) (Fig.4). Il renferme les plus grandes réserves mondiales de chromite (18 x 10⁹t) et de platinoïdes (6000t).

De forme lopolitique, il s'est mis en place vers **1,9Ga** entre les sédiments du supergroupe du Transvaal et les formations acides de Rooiberg (Fig). L'origine intrusive du lopolite est prouvée par la présence de bordures figées au mur et au toit, et par l'existence d'un métamorphisme de contact dans les formations encaissantes.

Le complexe a été divisé en plusieurs zones (Fig) :

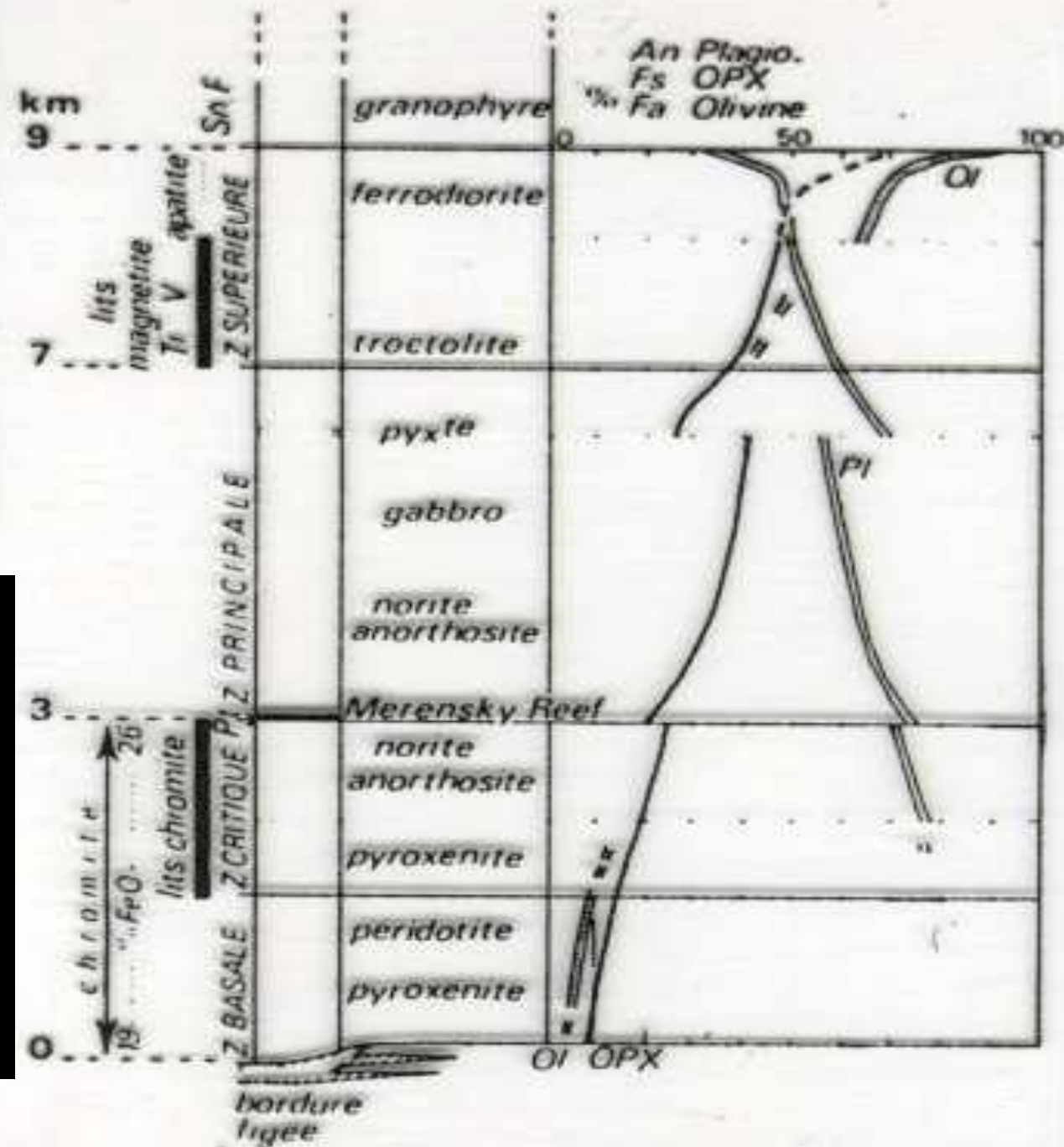
- **zone basale : constituée essentiellement de harzburgites et de pyroxénites ; les norites sont subordonnées.** Des lits de chromites de quelques centimètres à quelques décimètres de puissance, s'intercalent dans cette zone basale.

- **zone critique : constituée de pyroxénites et norites intercalées de lits (jusqu'à 1m) de chromite dont l'extension horizontale atteint plusieurs kilomètres, voire plusieurs dizaines de kilomètres.**

- **zone principale : formée de gabbros, norites, anorthosites. A la base de cette zone, se situe le Merensky Reef (Horizon Merensky) qui contient des minéralisations en EGP « éléments du groupe du platine » (cf. gisements. EGP).**

- **zone supérieure : constituée de gabbros, de ferrodiorites et d'anorthosites. Les faciès anorthositiques contiennent des niveaux de magnétite titanifère (cf. gisements de titanomagnétite).**

L'évolution de la composition chimique des principales phases minérales (olivines, pyroxènes, plagioclases) au cours de la différenciation est donnée en figures uivante.



Coupe schématique du complexe stratifié du Bushveld montrant la localisation des principales minéralisations (Willemse, 1969). En encadré : schéma de localisation des complexes de Selukwe, de Great Dyke et du Bushveld.



Il est vrai que la chromite est un produit de la cristallisation fractionnée du magma, mais ce mécanisme n'est pas suffisant pour produire autant de chromite, d'autres processus doivent être actifs pour former une chromitite (Naslund & McBirney, 1996).

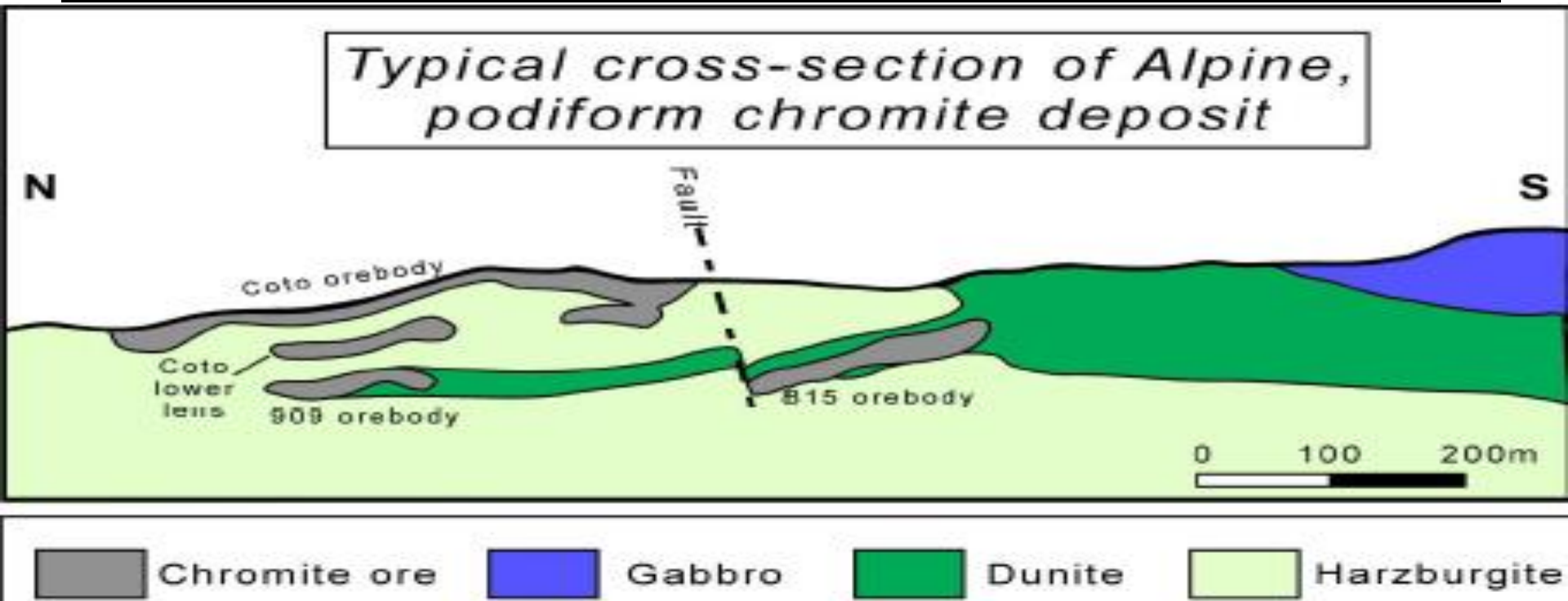
Si le magma a une composition située dans le champ de la chromite, seule la chromite va précipiter avant d'atteindre la courbe olivine-chromite. Deux mécanismes principaux peuvent stimuler cette précipitation:

- assimilation de matériel riche en silice, à partir des roches encaissantes. Le problème est que l'assimilation doit se faire de manière uniforme pour produire des lits de chromite;
- injection de magma primitif dans une chambre magmatique où le magma est plus différencié suite à la cristallisation fractionnée.

Les Chromites podiformes

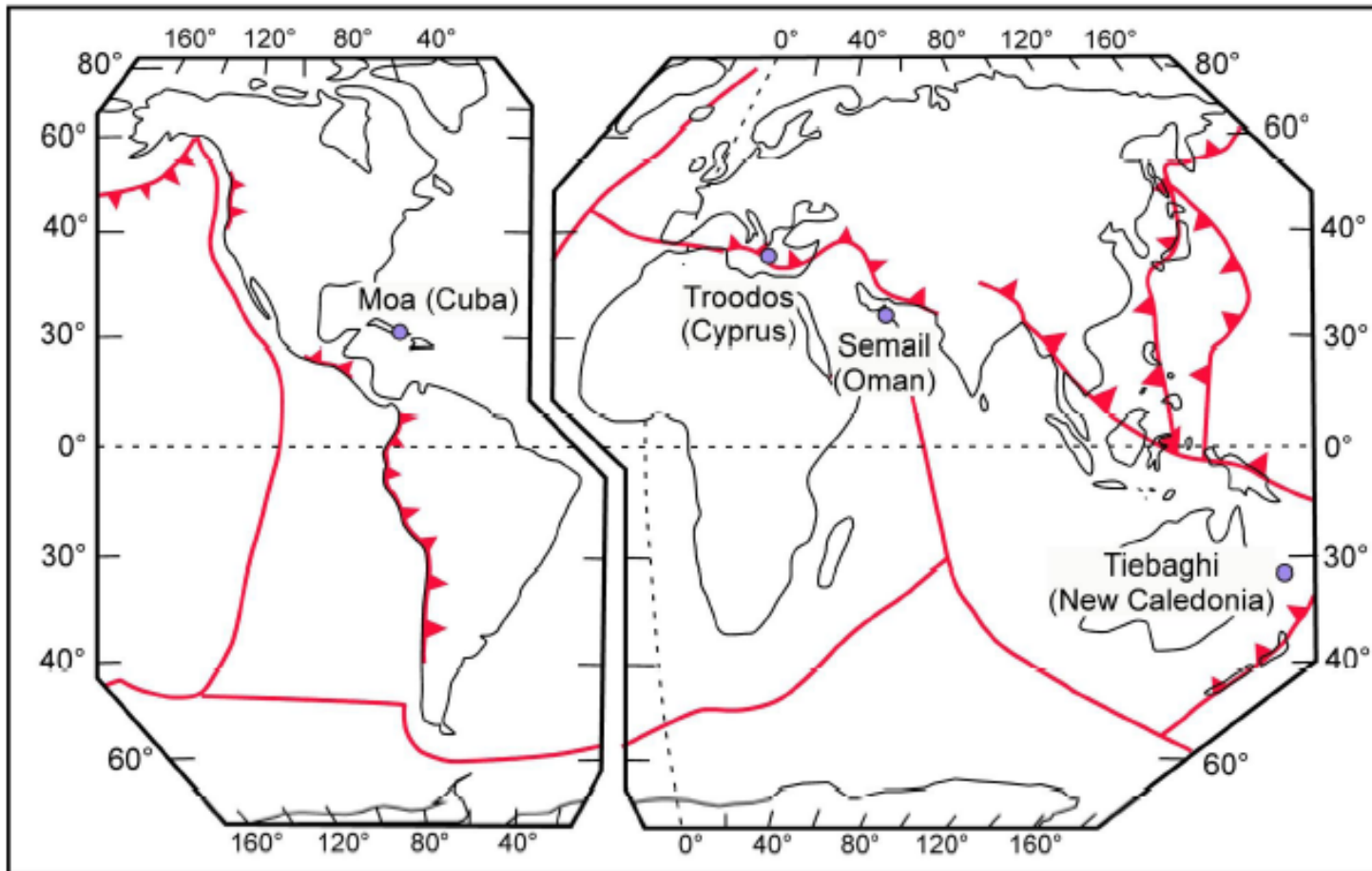
Les gisements podiformes de chromite ont été définis par Thayer (1964) comme étant des amas riches en chromites, de forme irrégulière mais essentiellement lenticulaires, souvent allongée à forme de crayon.

Les gisements de **CHROMITE** liés aux **OPHIOLITES** sont connus sous l'appellation de gisements **PODIFORMES**. Cette dénomination vient du fait que les corps chromifères ont la forme d'une gousse de fève « forme lenticulaire » (Bouladon, 1986). Cependant, ces corps présentent des formes géométriques très variables (lits interrompus, amas...). La taille de ces corps peut atteindre 1500 m de long pour 150 m de puissance, le tonnage varie de 10 t à 10 Mt.



Ils sont encaissés dans des **complexes ophiolitiques** ou des **péridotites de type alpin**. Les complexes ophiolitiques hôtes de ces minéralisations sont généralement d'âge phanérozoïque et ils sont étroitement liés à un **arc insulaire**

Alpine ophiolites and subduction zones



Exemples de corps podiformes
Ex : Moa (Cuba) : 500 000t à 35% Cr₂O₃ ;
Nouvelle Calédonie : 3.85 Mt à 53% Cr₂O₃ Cr/Fe = 3 ;
Albanie : 2,675 Mt ;
Coto (Philippines) : 14 Mt ;
Troodos (Chypre) ; Coleraine (Québec) ;
Andriamana (Madagascar).

Semail Oman

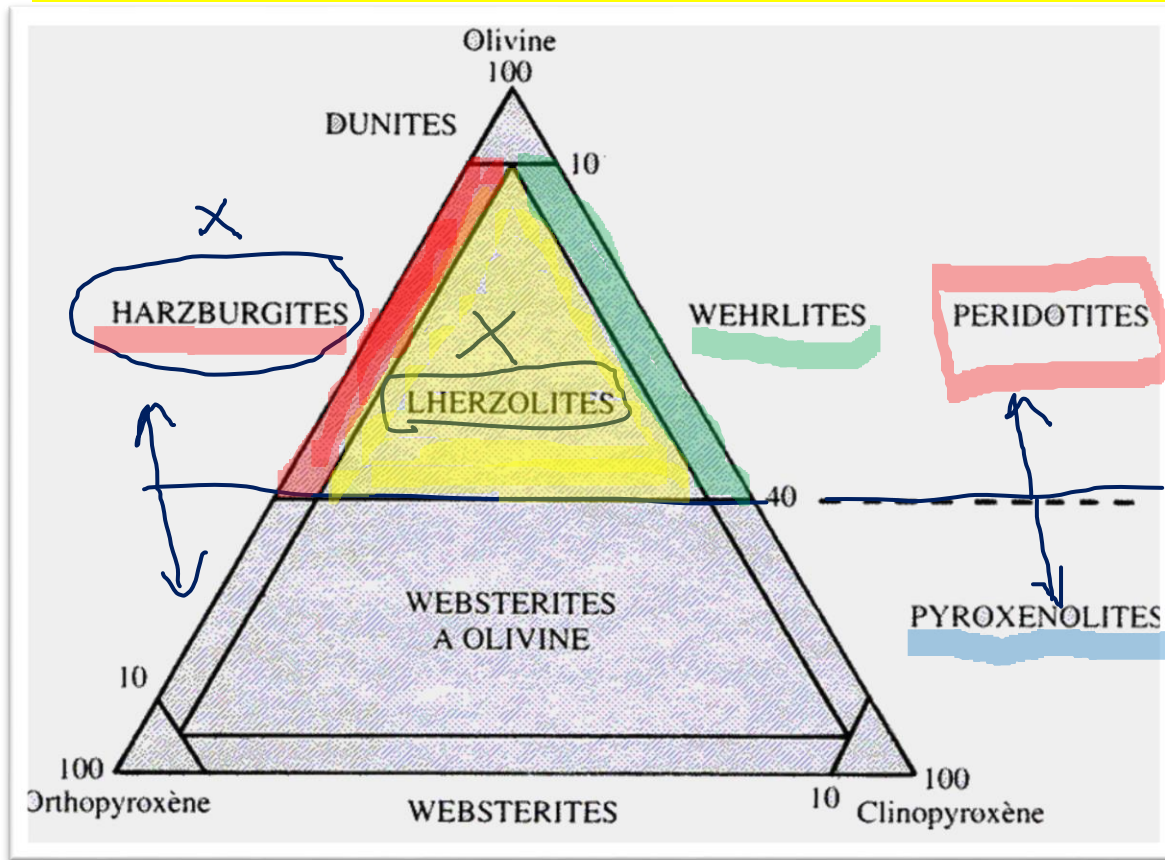
Ophiolites

- Il y a environ 150 ophiolites qui reposent sur la croûte continentale à travers le globe.
- Elles ont entre 2 milliards (au Québec) et 2 à 3 millions d'années (au Chili).
- On admet depuis les années 1960-70, à la suite de l'étude des ophiolites méditerranéennes (Troodos à Chypre) et de celle d'Oman, que ces ophiolites représentent des portions de lithosphère océanique mise en place tectoniquement sur la lithosphère continentale. Le charriage tectonique qui en est responsable est appelé obduction par Coleman (1971).

Log ophiolitique

- Le Log ophiolitique comprend, de haut en bas :
 - le complexe volcanique basique de laves en coussins (=pillows lavas)
 - le complexe filonien composé de filons verticaux collés les uns aux autres
 - le complexe gabbroïque, lité dans sa partie inférieure, isotrope au dessus
 - le complexe ultrabasique constitué de péridotites de type harzburgite, lherzolite, dunite en proportion variable.

Diagramme ternaire des péridotites : Olivine-Clinopyroxène-Orthopyroxène

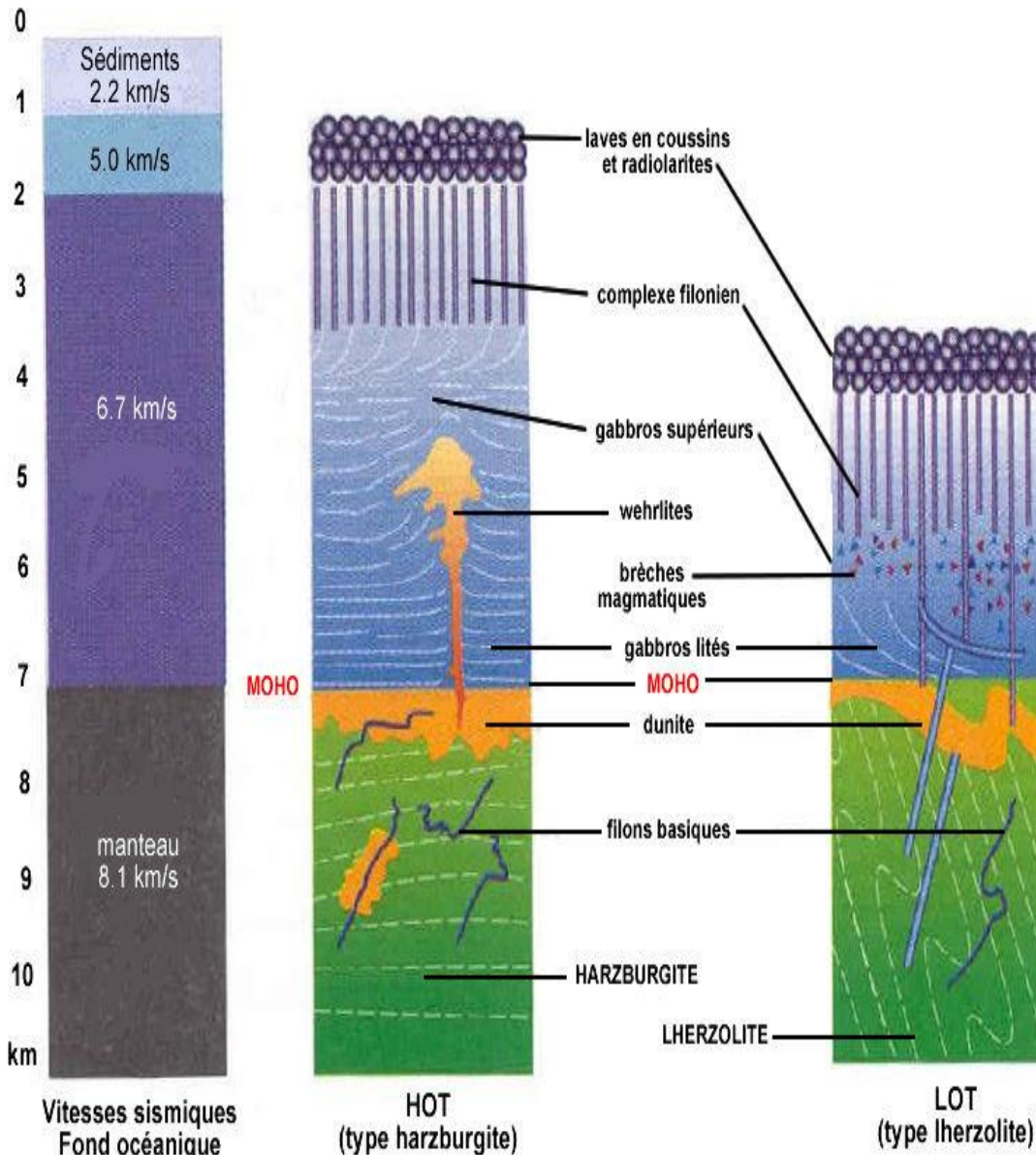


les ophiolites (lithosphère océanique) pouvaient se former dans des contextes géodynamiques variés :

1. RIDES OCÉANIQUES,
2. BASSINS MARGINAUX, D'ARRIÈRE ARCS.

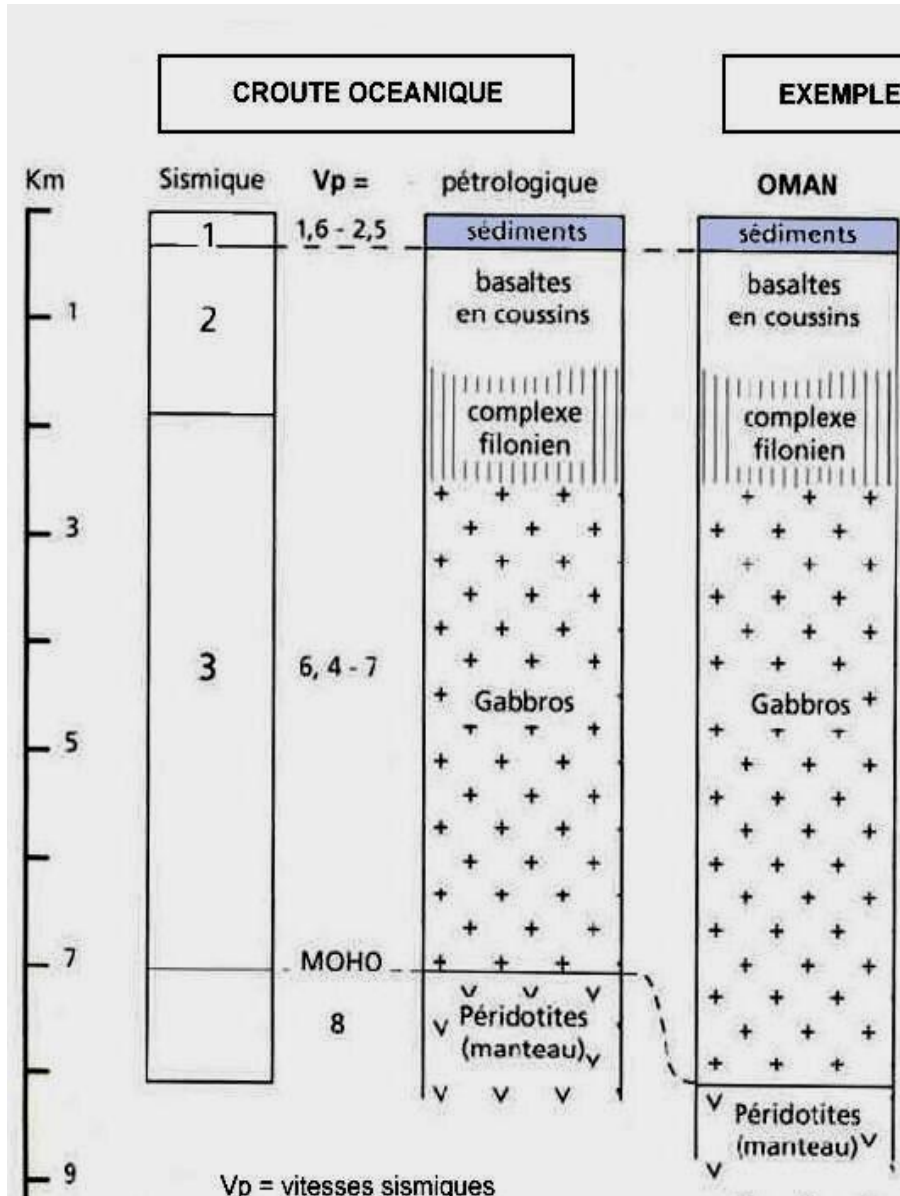
Les ophiolites sont variées, même lorsqu'elles sont formées dans un même contexte géodynamique, celui de la ride, par exemple.

LA DIVERSITÉ DES OPHIOLITES : LES LOT ET LES HOT



- La diversité des ophiolites se extrêmes :
- les situe entre deux pôles « Lherzolite Ophiolite Types » (LOT) ;
- les « Harzburgite Ophiolites Types » (HOT)

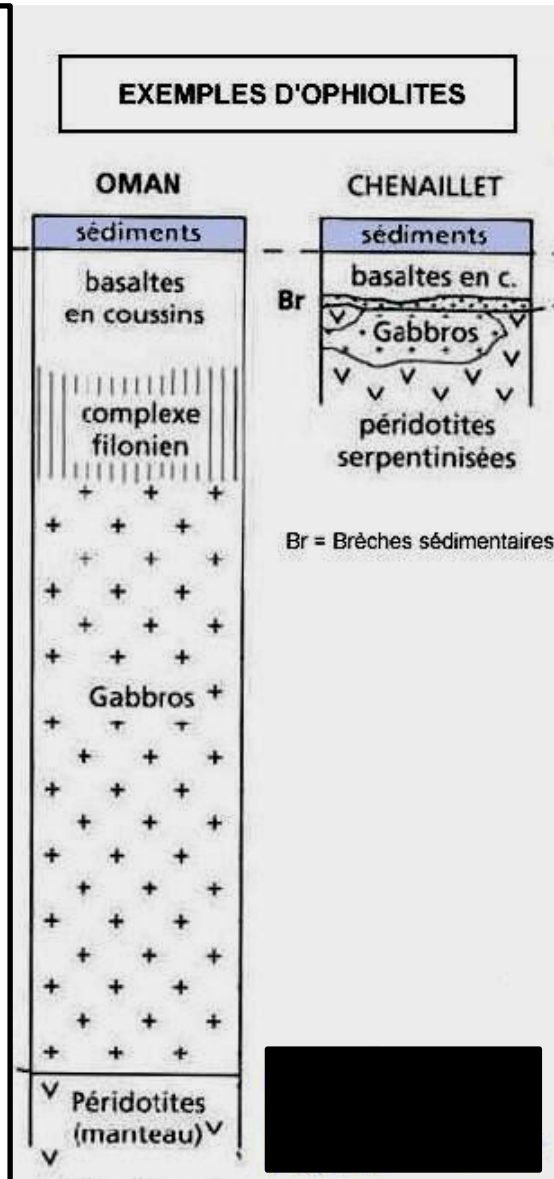
Les HOT



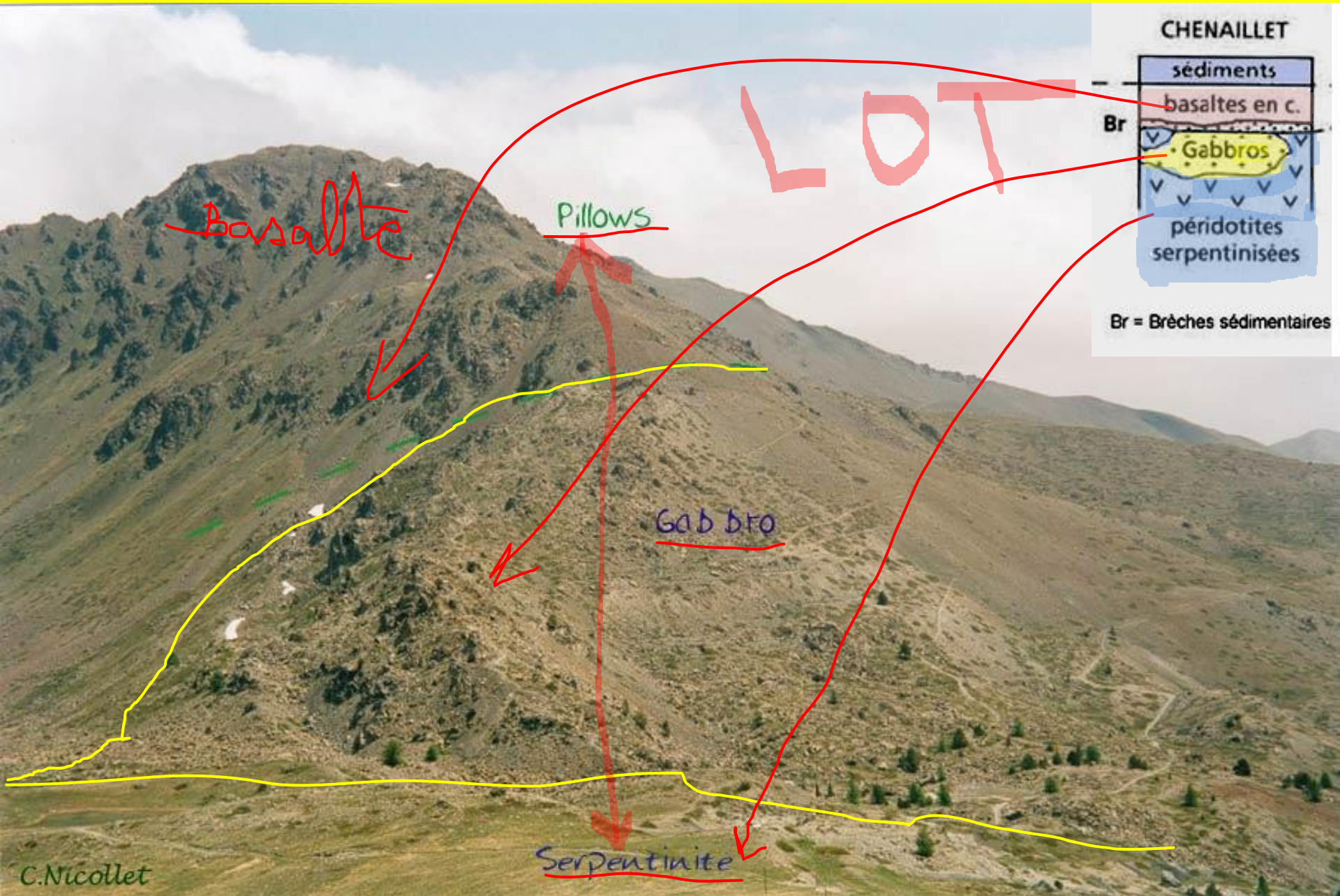
- Les **HOT** ont une croûte océanique épaisse et continue et un manteau (lithosphérique) harzburgitique (=péridotite à olivine et orhopyroxène dominants). C'est le cas de l'ophiolite de Troodos ou celle d'Oman.
- A l'heure actuelle **la lithosphère Pacifique**, formée au niveau d'une ride à croissance rapide (environ 10 cm/an), **est de ce type**.

Les LOT

- Les **LOT** ont une croûte océanique réduite, discontinue, voire absente et un manteau lherzolitique (=péridotite à olivine, orphopyroxène et clinopyroxène dominants).
- Ce manteau est souvent serpentinisé, car lorsque la croûte est absente, celui-ci est directement en contact avec l'eau de l'océan, car il est juste sous le plancher océanique. La serpentinitisation est une transformation de la péridotite par hydratation importante.
- Les ophiolites alpines de France (dont le Chenaillet) sont de ce type.
- **L'exemple actuel est la lithosphère Atlantique,** formée au niveau d'une ride à croissance lente (environ 1 cm/an).



L'Ophiolite du Chenaillet



Coupe synthétique passant par Turin et Genève, illustre la formation des Alpes mais peut illustrer aussi celle, par collision continentale, des montagnes en général

