

Le sujet est un exercice de synthèse. Il vous est demandé une introduction et une conclusion. Votre plan structuré doit apparaître de manière visible. Une attention particulière sera apportée à l'illustration et à l'argumentation.

Votre exposé s'appuiera notamment sur l'exploitation des cinq documents joints qui ne couvrent pas l'ensemble du sujet. Ils doivent vous permettre de dégager des éléments scientifiques intéressants pour construire et argumenter certains aspects de votre exposé.

Vous devez systématiquement mentionner le numéro du document correspondant.

Les fluides aqueux et les roches

Le candidat abordera d'une part les effets des fluides aqueux dans la genèse, l'altération et l'érosion des roches et d'autre part la libération de fluides aqueux lors des transformations des roches.

On mettra en relation les processus abordés avec la formation de ressources minérales.

Les phénomènes hydrologiques et le rôle d'aquifère de certaines roches ne sont pas attendus.

LISTE DES DOCUMENTS

Document 1 : du continent vers l'océan – exemple du granite

Document 2 : du sédiment à la roche en milieu marin

Document 3 : de la péridotite aux basaltes

Document 4 : déformation et processus associés dans la lithosphère océanique

Document 5 : ressources minérales – exemple pris dans le désert de l'Atacama (cordillère des Andes)

Document 1 : du continent vers l'océan – exemple du granite

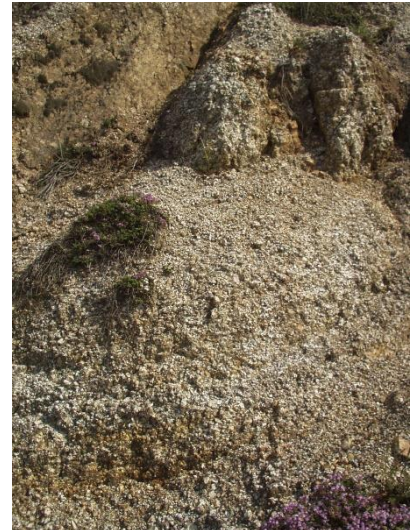


a) Réseau hydrographique de la Loire et localisation des sites étudiés

b) Photographies d'affleurement du granite de Ceyrat



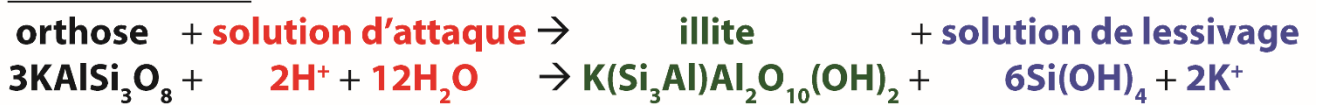
Vue d'ensemble



Détail de la partie supérieure du profil

c) Exemples de réactions d'altération à partir de l'orthose

Bisiallitisation :



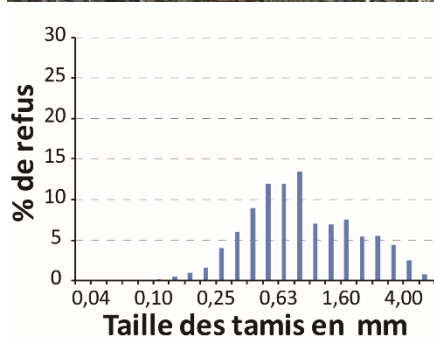
Monosiallitisation :



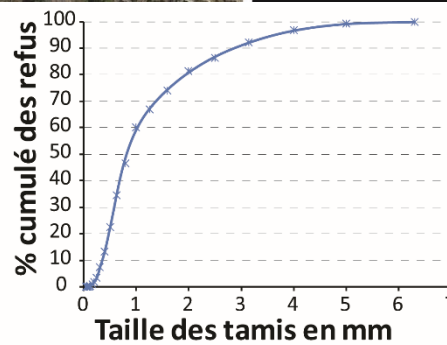
Allitisation :



d) Loire et sédiments associés à Orléans (Image Google Earth)



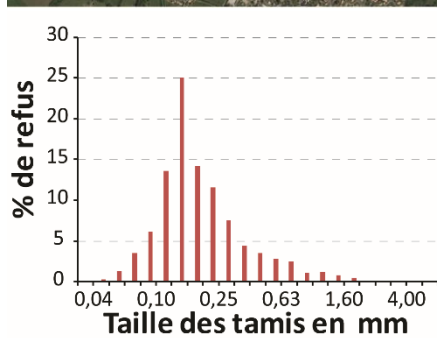
Histogramme du pourcentage de refus par tamis



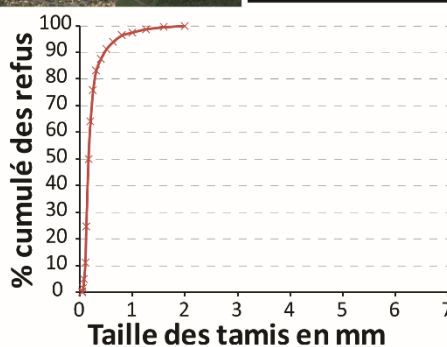
Courbe cumulative des tailles de particules

refus : ce qui reste dans chaque tamis

e) Loire et sédiments associés à Nantes (Image Google Earth)



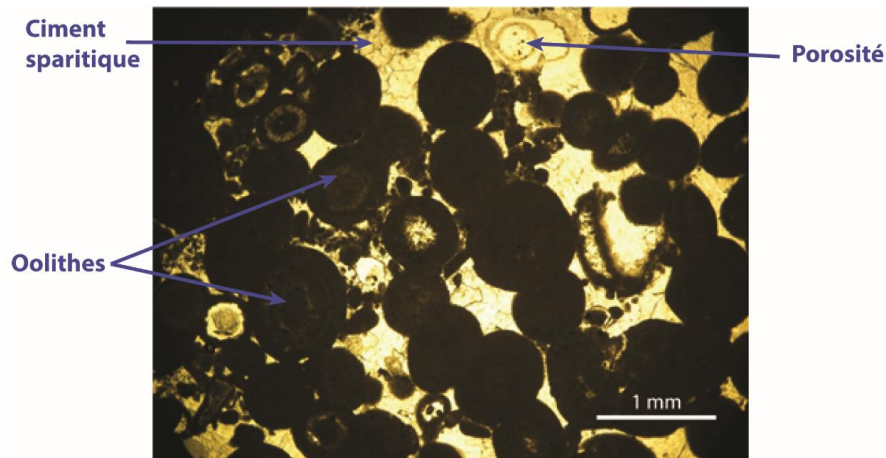
Histogramme du pourcentage de refus par tamis



Courbe cumulative des tailles de particules

Document 2 : du sédiment à la roche en milieu marin

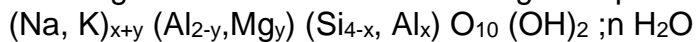
Document 2.A : Photographie prise au microscope optique d'un grainstone à oolithes



Document 2.B : Evolution de la composition de sédiments marins argileux, initialement riches en smectites lors de l'enfouissement

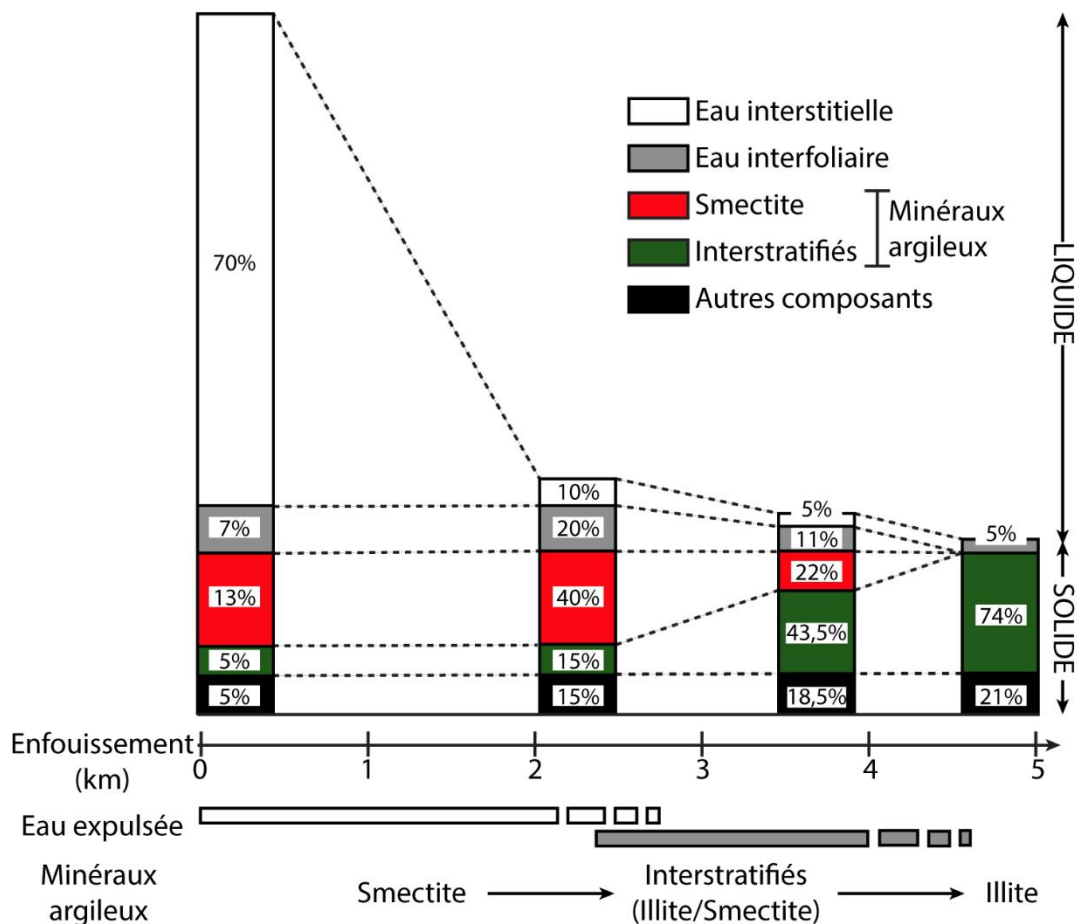
Modifié d'après *Sédimentologie*, Cojan et Renard, 2021.

Smectites : argiles 2/1 ou TOT de formule générique de type :



Illite : $\text{K}(\text{Si}_3\text{Al})\text{Al}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_2$

Les interstratifiés correspondent à des argiles présentant un ensemble de feuillets de type illite et de feuillets de type smectite en proportion variable



Document 3 : de la péridotite aux basaltes

Document 3.A : Relations de phases simplifiées au liquidus dans le système synthétique Forstérite, Diopside et Quartz à 2 GPa

Modifié d'après *Convergence lithosphérique*, Lallemand *et al.*, 2005.

L'étoile indique la position de la lherzolite.

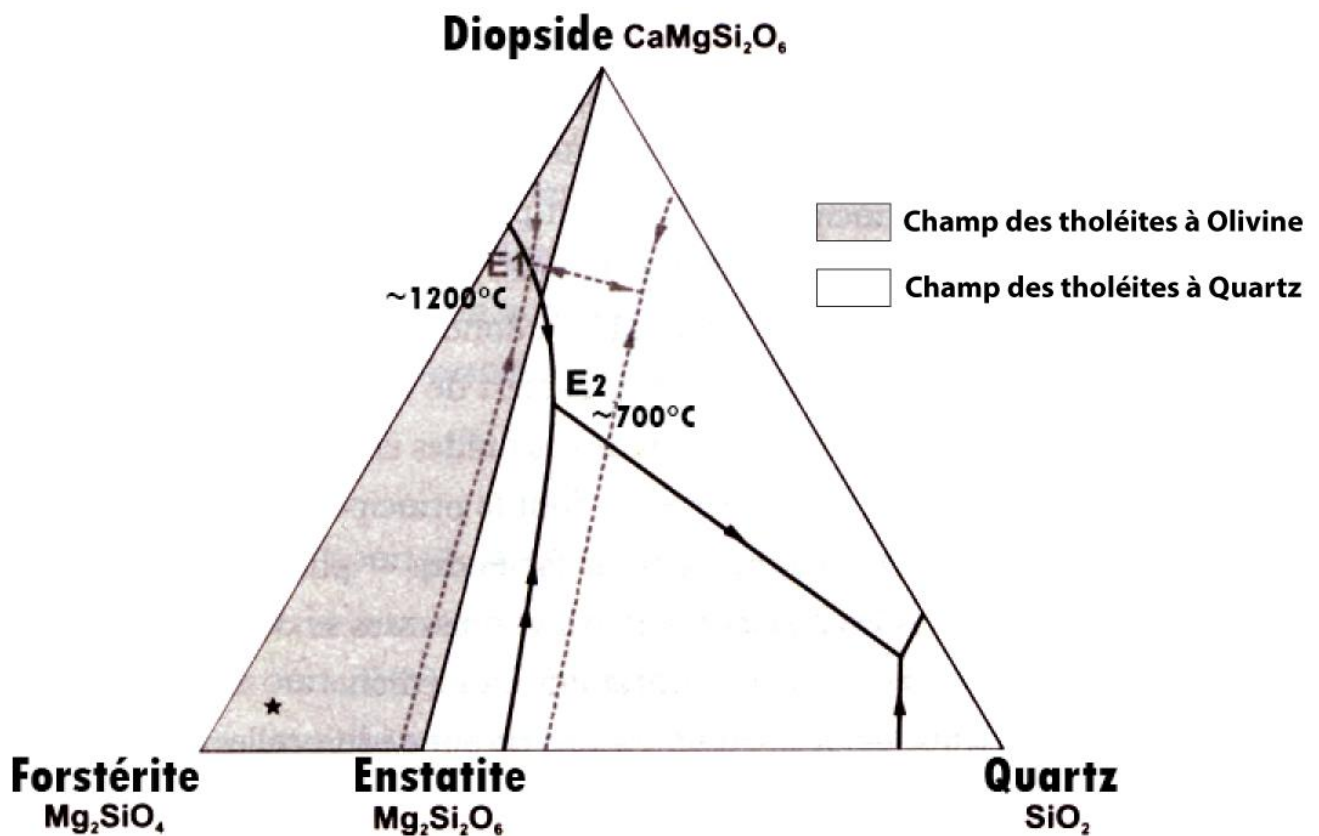
Les courbes en pointillés correspondent au liquidus anhydre de la lherzolite ; les courbes en traits pleins au liquidus de la lherzolite en condition de saturation en eau.

On considérera E1 et E2 comme des points eutectiques (température minimale à laquelle du liquide apparaît lors de la fusion).

La forstérite est le pôle magnésien de l'olivine.

L'enstatite est le pôle magnésien des orthopyroxènes.

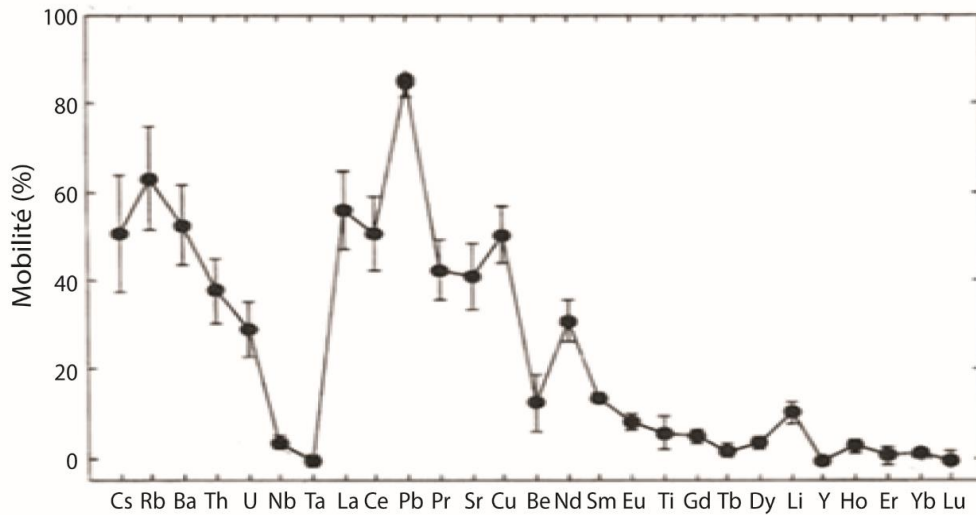
Le diopside est un clinopyroxène.



Document 3.B : Pourcentage de mobilité d'éléments traces dans les fluides issus d'expériences de déshydratation d'une amphibolite (N-MORB hydrothermalisé en amphibolite) à 5,5 GPa et 900°C pendant 20 heures

D'après Kogiso *et al.*, 1997.

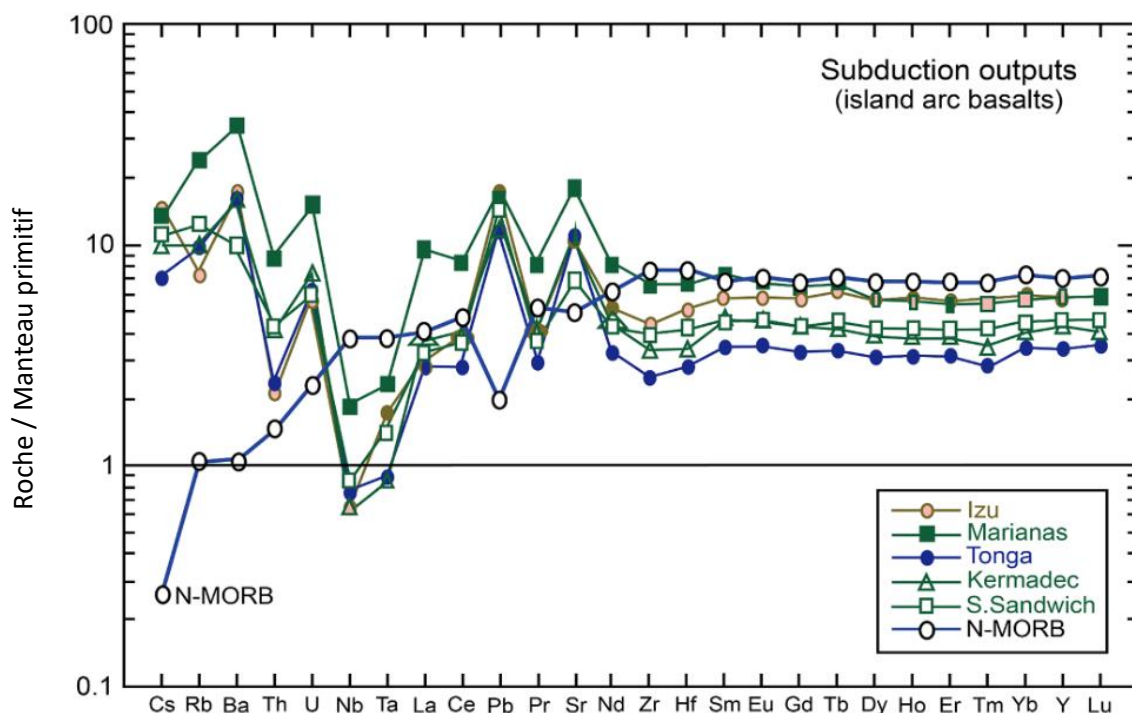
$$\text{mobilité (\%)} = \left(\frac{\text{quantité de l'élément mesurée dans le fluide libéré durant l'expérience}}{\text{quantité initiale de cet élément mesurée dans l'amphibolite}} \right) \times 100$$



Document 3.C : Concentrations normalisées au manteau primitif d'éléments traces pour deux familles de basaltes

D'après Zheng, 2020.

- cinq basaltes d'arcs insulaires (IAB : *island arc basalts*) formés au-dessus de zones de subduction
Izu, Mariannes (Marianas), Tonga, Kermadec et Sud Sandwich (S. Sandwich)
- la moyenne des basaltes de ride médio-océanique normal (N-MORB) formés au niveau des dorsales.



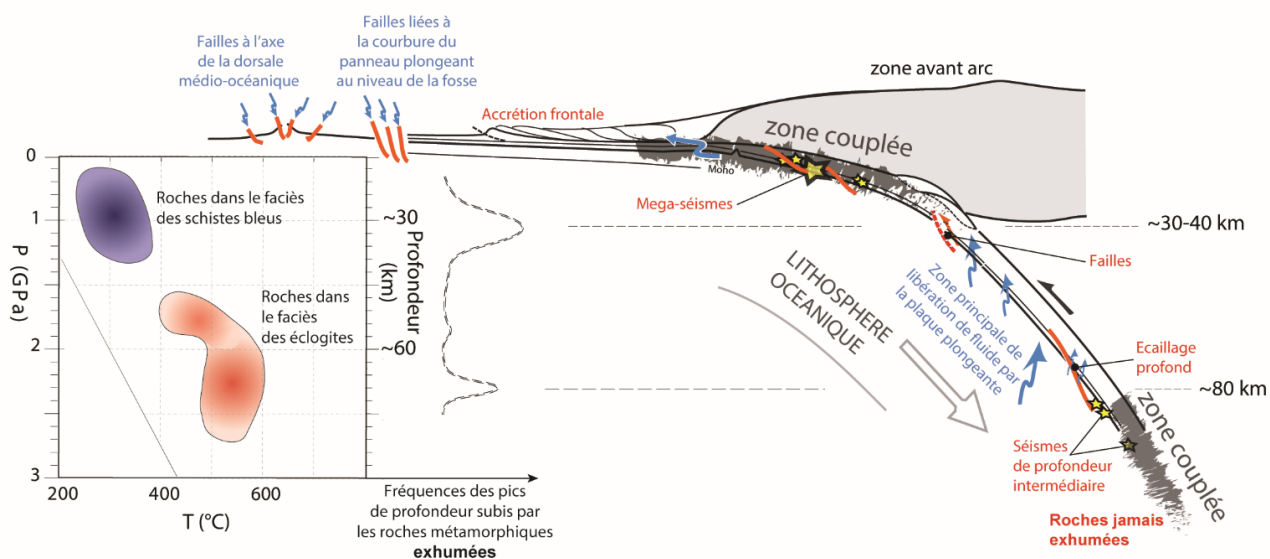
Document 4 : déformation et processus associés dans la lithosphère océanique

Document 4.A : Coupe synthétique (échelles verticale et horizontale non respectées) localisant les principaux processus géologiques affectant une zone de subduction jeune

Modifié d'après Agard *et al.*, 2018

En rouge les processus tectoniques ; en bleu les mouvements de fluides.

Les zones couplées correspondent aux zones sismogéniques. Sur la gauche, une grille pression température présente une compilation des pics d'enfouissement des roches océaniques passées en subduction.



Document 4.B : Tableau donnant les formules des minéraux principaux constitutifs de certaines roches métamorphiques et du protolithe des metabasites

Roches	Minéraux principaux	Formules minérales
Protolithe basique type gabbro	Plagioclases	solution solide entre : $\text{Na Al Si}_3 \text{O}_8$ et $\text{Ca Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8$
	Pyroxènes	$(\text{Ca, Mg, Fe})_2 \text{Si}_2 \text{O}_6$
Schiste Bleu	Glaucofane	$\text{Na}_2 (\text{Mg, Fe})_3 \text{Al}_2 \text{Si}_8 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$
	Epidote ou	exemple de la zoïsite : $\text{Ca}_2 \text{Al}_3 \text{Si}_3 \text{O}_{12} (\text{OH})$
	Lawsonite	$\text{Ca Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_7 (\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Eclogite	Grenat	$(\text{Ca, Fe, Mg, Mn})_3 \text{Al}_2 \text{Si}_3 \text{O}_{12}$
	Omphacite	solution solide entre : $\text{Ca Mg Si}_2 \text{O}_6$ et $\text{Na Al Si}_2 \text{O}_6$

Document 5 : ressources minérales : exemple pris dans le désert de l'Atacama (cordillère des Andes)

Document 5.A : Coupe schématique d'un stratovolcan de zone de subduction et minéralisations associées

Extrait de *Géosciences*, Robert et Bousquet, 2013.

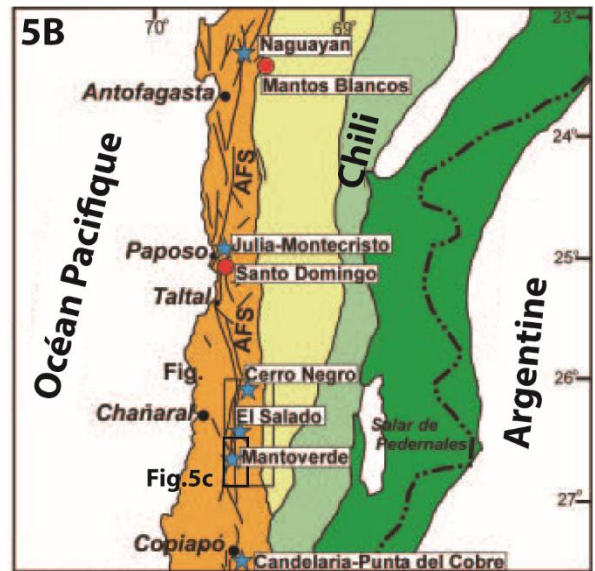
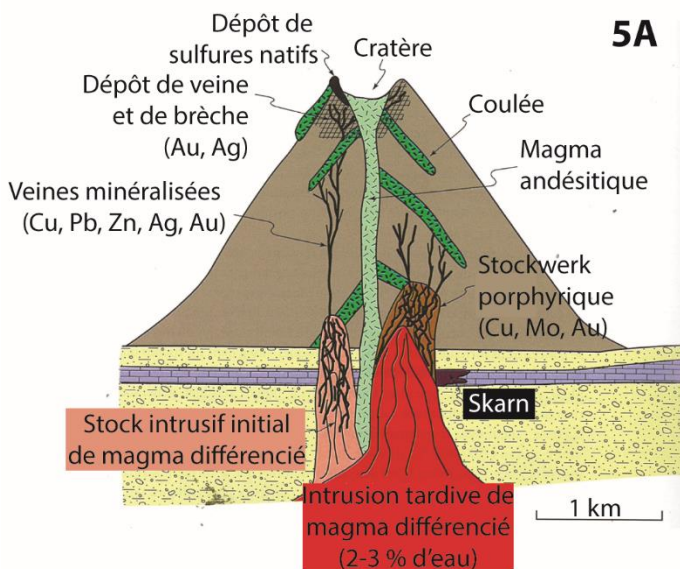
Document 5.B : Carte physiographique des grandes unités géologiques d'une zone de la cordillère des Andes

Extrait de Benavides *et al.*, 2008.

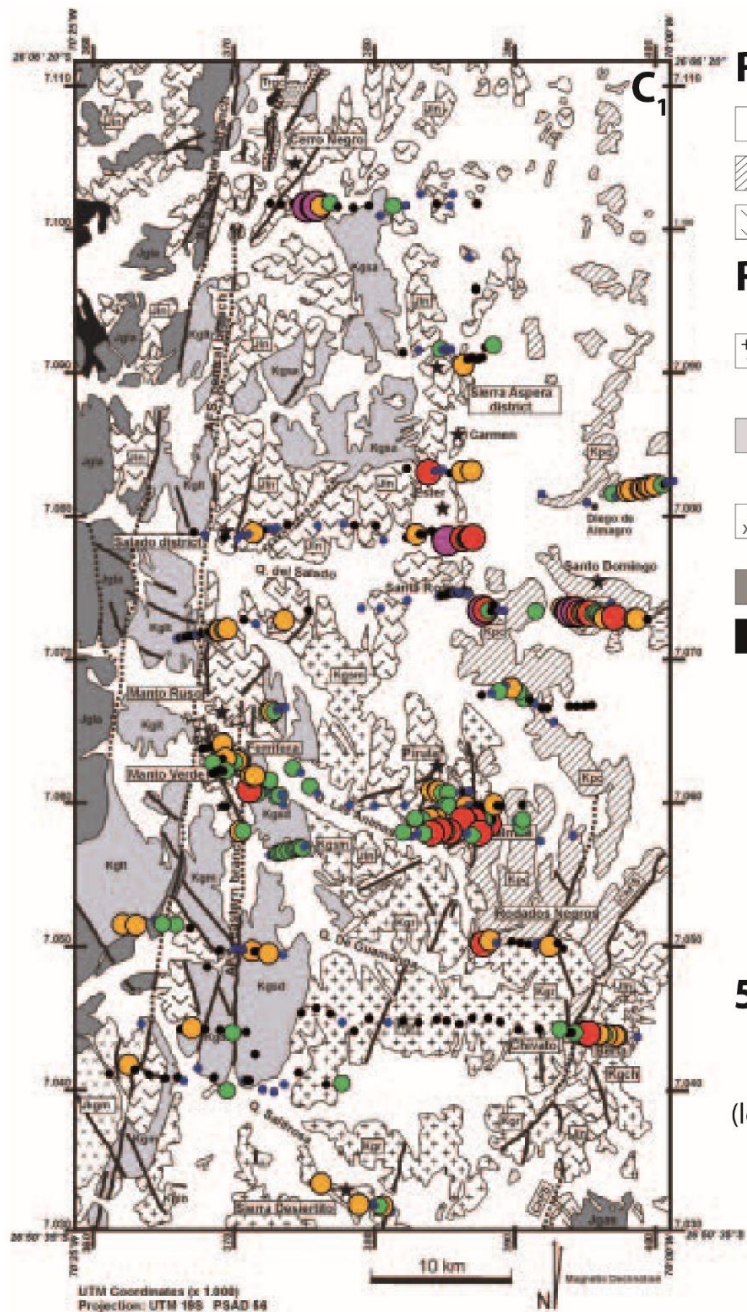
Document 5.C : Cartes de détail

Extrait de Benavides *et al.*, 2008.

- 1) de la teneur en cuivre en partie par million (ppm) des roches ;
- 2) de l'indice d'altération des mêmes roches (0% roche non altérée ; 100% roche présentant un lessivage complet des cations solubles)



- Cordillère côtière dont l'arc volcanique
- Dépression centrale
- Pré-cordillère andine
- Partie ouest de la cordillère andine
- ★ Dépôts de cuivre et d'or
- Volcanisme contenant des gisements de cuivre
- Villes principales
- AFS** : Système de failles de l'Atacama

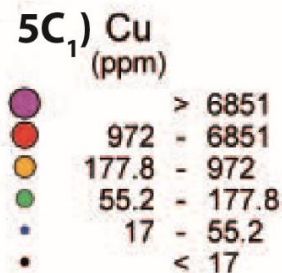


Roches sédimentaires

- Néogène et quaternaire
- ▨ Crétacé (Kpc)
- ▧ Jurassique (Jln)

Roches magmatiques

- +++ Crétacé moyen (Kgch, Kglb, Kgr, Kgsm)
- Crétacé inférieur (Kglt, Kgm, Kgsa, Kgsd)
- xxx Jurassique supérieur (Jkgm)
- Jurassique moyen (Jgla)
- Triasique (Trgc)



5C₂) Index d'altération :

0% roche non altérée
100% roche complètement altérée
(lessivage de tous les cations solubles)

