SESSION 2010

2nd concours

GÉOSCIENCES

École normale supérieure de Lyon

Durée : 3 heures

Ce livret comprend 10 pages numérotées de 1 à 10

L'usage de calculatrices électroniques de poche à alimentation autonome, non imprimantes et sans document d'accompagnement, est autorisé. Cependant, une seule calculatrice à la fois est admise sur la table ou le poste de travail, et aucun échange n'est autorisé entre les candidats.

Caractéristiques et dynamiques de la subduction

1. Mise en évidence :

1.1. Quelles observations et méthodes permettent de mettre en évidence l'existence de la subduction (10 lignes maximum)?

2. Caractérisation du magmatisme des zones de subduction :

2.1. Décrivez la minéralogie et la texture de la lame mince de la figure 1. Quelle est l'origine de cette roche, son nom ? Que pouvez vous dire sur sa composition chimique ?

2.2. Les figures 2 et 3 donnent les principales caractéristiques géochimiques des roches de la figure 1. Qu'indiquent ces données sur la source de ces roches.

2.3. La photographie de la figure 4 illustre le dynamisme éruptif caractéristique des zones de subduction. Quels sont les phénomènes observables sur la photographie? De quel type d'éruption s'agit t'il ? Quelle(s) facteur(s) contrôle(nt) se type d'éruption.

3. Origine du magmatisme des zones de subduction :

3.1. A partir des figures 5 et 6, reportez sur la figure 7 (à rendre avec votre copie) (1) la zone de fusion des péridotites en présence d'eau libre dans la plaque supérieure, que vous préciserez à partir de la localisation de l'arc volcanique actif, (2) la principale réaction de déshydratation de la croûte océanique dans le cas de la structure thermique de la figure 7.

3.2. D'après la figure 5 et les résultats obtenus au 3.1 qu'entraîne la libération d'eau par la croûte océanique sur le manteau au dessus de la zone de subduction.

3.3 D'après la figure 5, quelle est la principale réaction de libération d'eau par le manteau ? Placez cette réaction sur la figure 7 dans le coin mantellique au dessus de la zone de subduction.

3.4. Proposez un modèle de fusion du manteau dans les zones de subduction que vous schématiserez sur la figure 7.

3.5 Quel est le lien entre les conditions de fusion et le dynamisme éruptif ?

4. Sismicité dans les zones de subduction, exemple du séisme de Concepcion (Chili) :

4.1. D'après la figure 8, quelles sont les caractéristiques de ce séisme (type et direction).

4.2. Analyser le graphique de la figure 9. Quel est le lien avec le séisme du 27 Février 2010 du Chili ?

4.3. D'après la figure 10, quelles est la récurrence des séismes dans la région affectée en 2010 ? Comment expliquer l'existence de longues périodes asismiques ? Où devraient avoir lieu les prochains grands séismes dans la région ? Justifiez votre réponse.

5. Nature d'une marge active :

5.1. Interprétez le profil sismique de la figure 11 (à rendre avec la copie).

5.2. Qu'elle est l'origine de la structure observée ?

6. Moteurs de la subduction

6.1. La figure 12 propose une synthèse des principales forces favorisant la subduction. Expliquer rapidement l'origine de ces forces. En vous basant sur la figure 13 précisez quel est la force ou le groupe de forces dominantes. Justifiez votre réponse.

6.2. La figure 14 donne les transitions de phase à haute pression dans le manteau ainsi que les changements de densité associés. A partir de ce diagramme discuter des effets de ces transitions de phase sur la traction de la plaque plongeante.

7. Paléosubductions alpine

7.1. L'échantillon photographié sur la figure 15 provient des Alpes Franco-Italienne. Décrivez cet échantillon. Qu'indique t'il sur l'histoire de la chaîne Alpine ?

7.2. Dans les Alpes Franco-Italienne les Massifs Cristallins Internes sont des reliques de croûte continentale métamorphisées à haute pression (20 kbar = 75 km) et basse température (500°C). Quelle est la signification géodynamique de ces roches ? La figure 16 donne l'évolution de la densité de la croûte continentale granitique en fonction des conditions PT. D'après ce diagramme les granites peuvent-ils subducter ? Justifier votre réponse. Comment expliquer alors la formation des Massifs Cristallins Internes ? En vous basant sur la figure 16 proposer un mécanisme pour leur exhumation.

7.3. Le début de la subduction des Massifs Cristallins Internes est estimé à environs 45 Ma et ils atteignent leur profondeur maximale vers 35 Ma. Sachant que la convergence entre Alpes et Apulie se fait à 2 cm/an entre 50 et 35 Ma, calculez la vitesse de subduction et son angle.

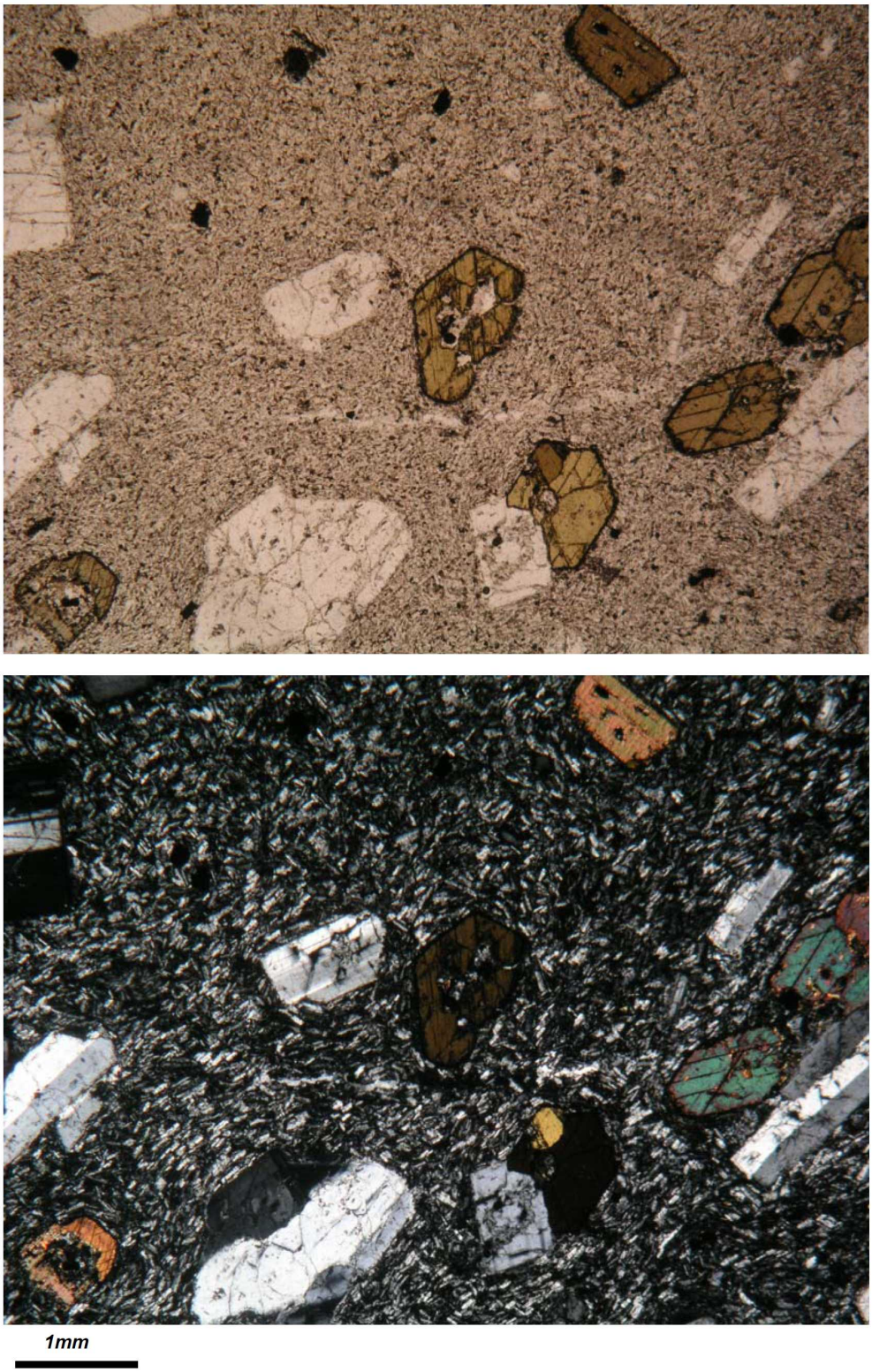

Figure 1: Photographie d'une lame mince en lumière polarisée non analysée (haut) et analysée (bas)

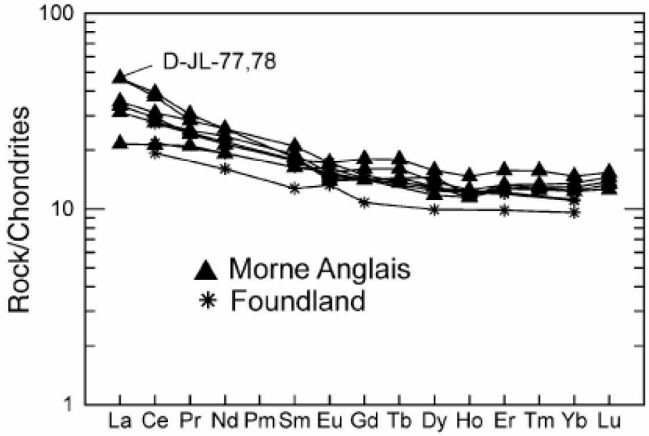

Figure 2: Composition chimique en éléments traces et terre rares d'échantillons des Antilles normalisé à la chondrite (source: Lindsay et al., J. Volc. Geothern. Res., 2005, 148, 253-294)

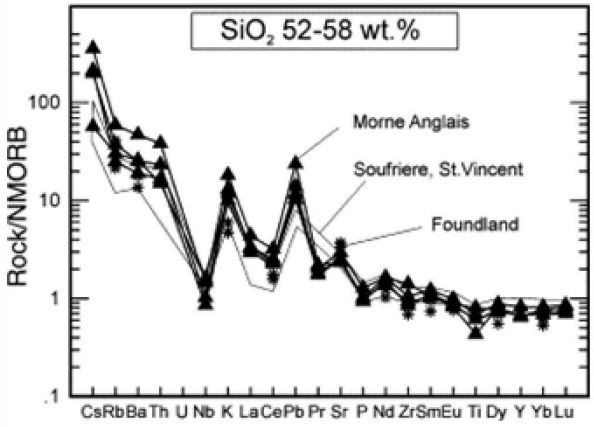

Figure 3: Composition chimique chimique en éléments traces et terre rares d'échantillons des Antilles normalisé au MORB (basalte de ride médio-océanique) (source: Lindsay et al., J. Volc. Geothern. Res., 2005, 148, 253-294)

Figure 4: Photographie de l'éruption du Lascar (Chili) en Avril 1993 (source planet-terre.ens-lyon.fr)

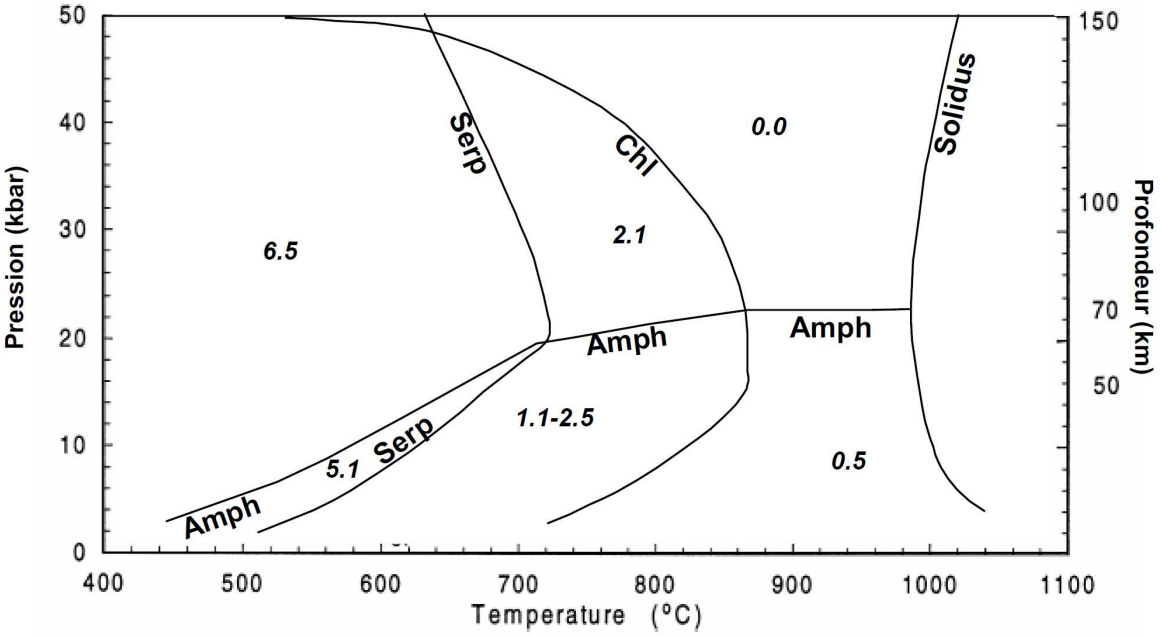

Figure 5: Grille pétrogénétique simplifiée des péridotites hydratées (d'après Schmidt & Poli, Earth Planet. Sci. Let., 1998, 163, 361-379). Les chiffres en italique dans chaque domaine correspondent au pourcentage en poids d'eau piégée dans la structure des phases minérales hydratées. Le solidus est celui des péridotites en présence d'eau libre. Les noms sur les droites indiquent que le minéral cité apparaît en passant la réaction vers ce coté de la droite (Amph: Amphibole, Chl: Chlorite, Serp: Serpentine).

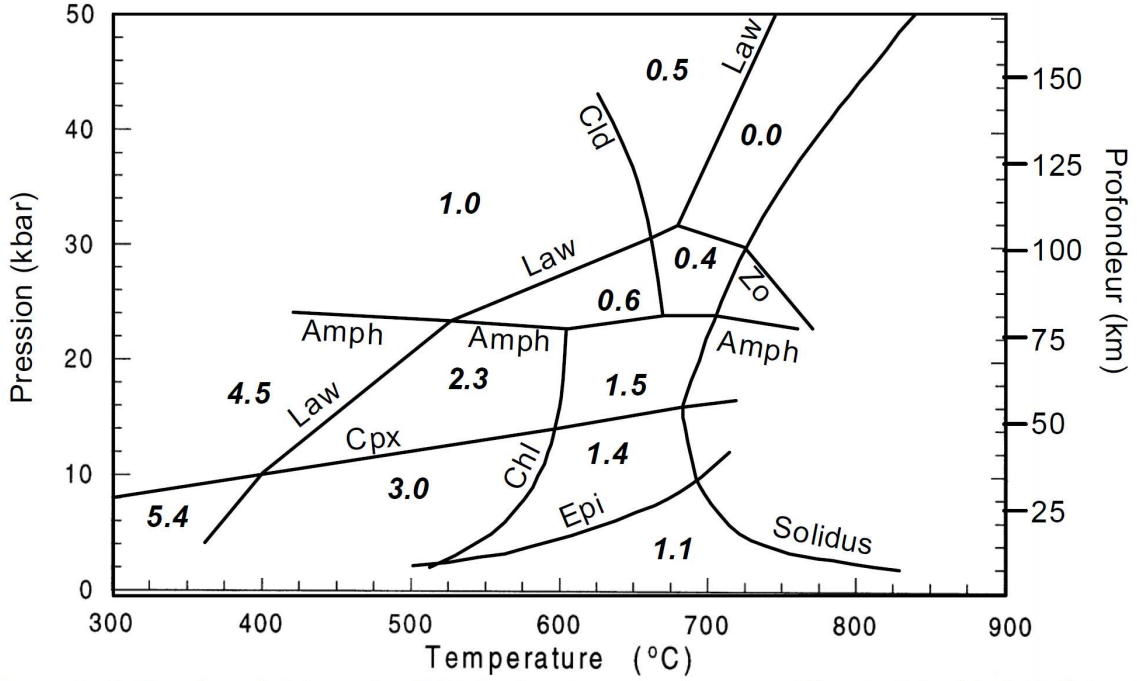

Figure 6: Grille pétrogénétique simplifié des basaltes saturés en eau (d'après Schmidt & Poli, Earth Planet. Sci. Let., 1998, 163, 361-379). Les chiffres en italique dans chaque domaine correspondent au pourcentage en poids d'eau piégée dans la structure des phases minérale hydratées. Le solidus est celui des basaltes en présence d'eau libre. Les noms sur les droites indiquent que le minéral cité apparaît en passant la réaction vers ce coté de la droite (Amph: Amphibole, Chl: Chlorite, Cpx: Clinopyroxène, Cld: Chloritoïde, Epi: Epidote, Law: Lawsonite, Zo: Zoésite).

N° d'anonymat:

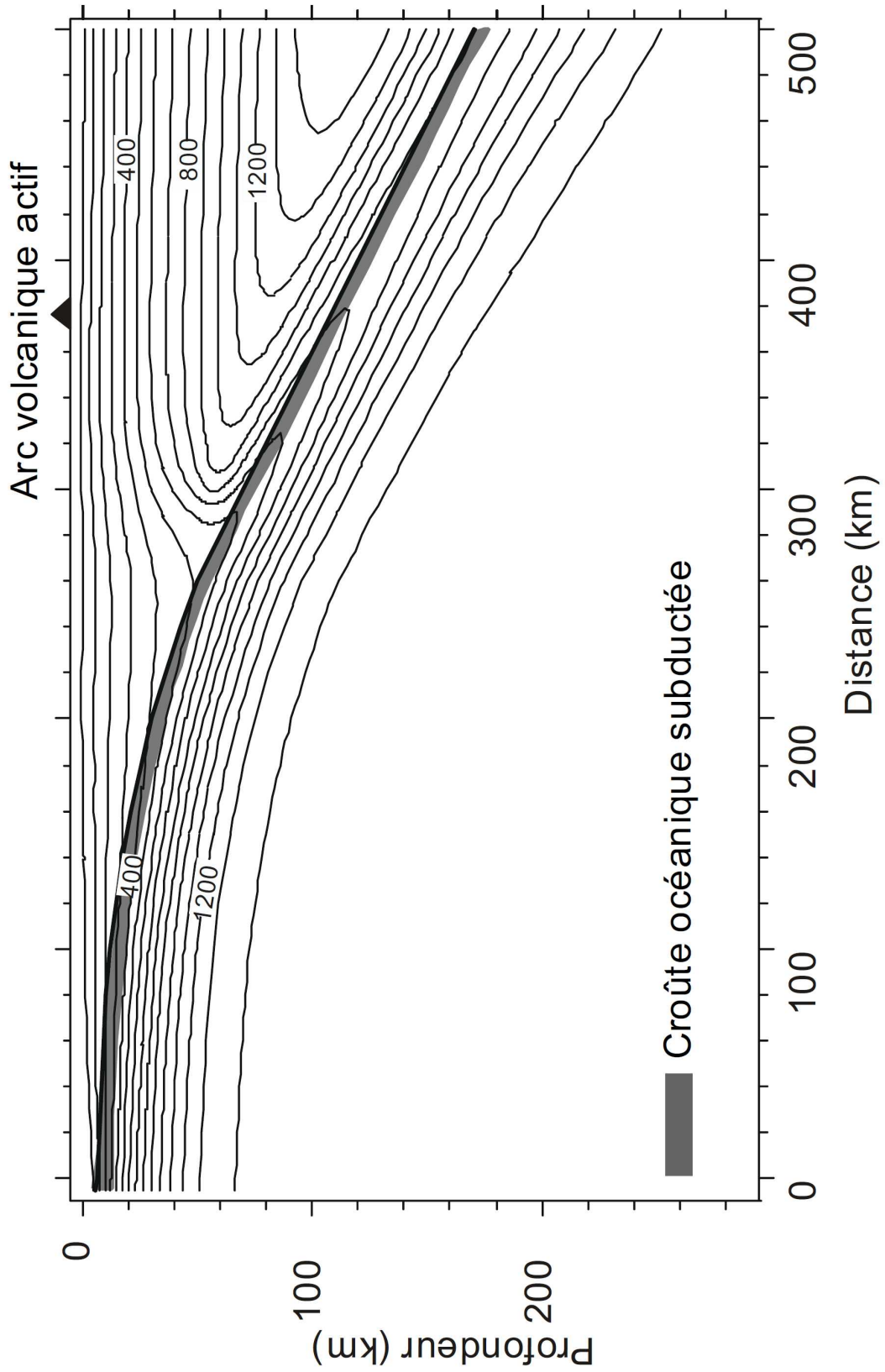

Figure 7: Structure thermique sous la zone de subduction du SW Japan (d'après Peacock & Wang, Science, 1999, 186). L'intervalle entre les isothermes est de 100°C.

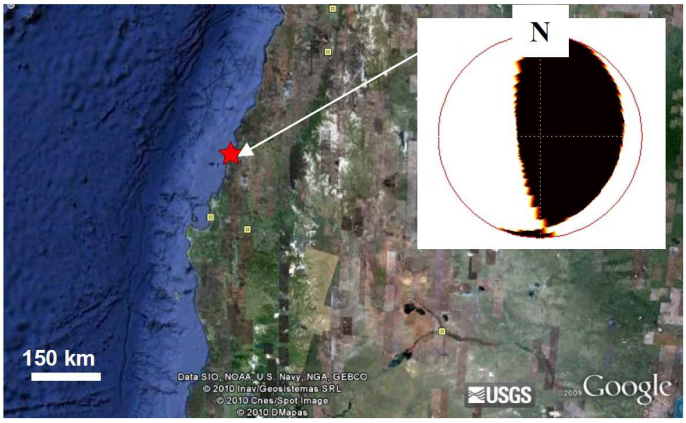

Figure 8: Localisation et mécanisme au foyer du séisme de Concepcion (source mécanisme au foyer Géoazur, carte et localisation USGS/Google Earth). Projection de wulf, hémisphère inférieure.

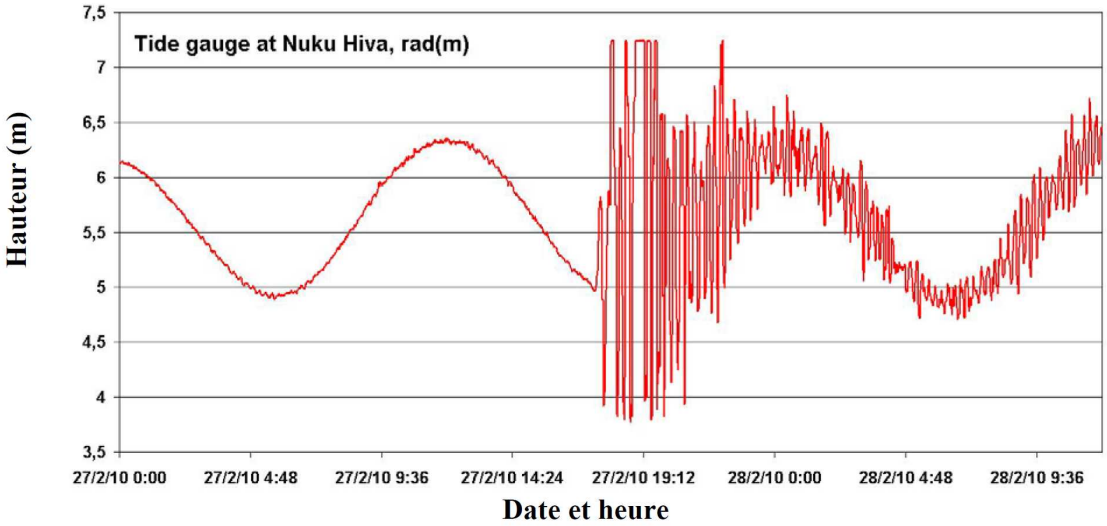

Figure 9 : Enregistrements marégraphiques à Nuku Hiva (Polynésie Française) (source CEA-DAM).

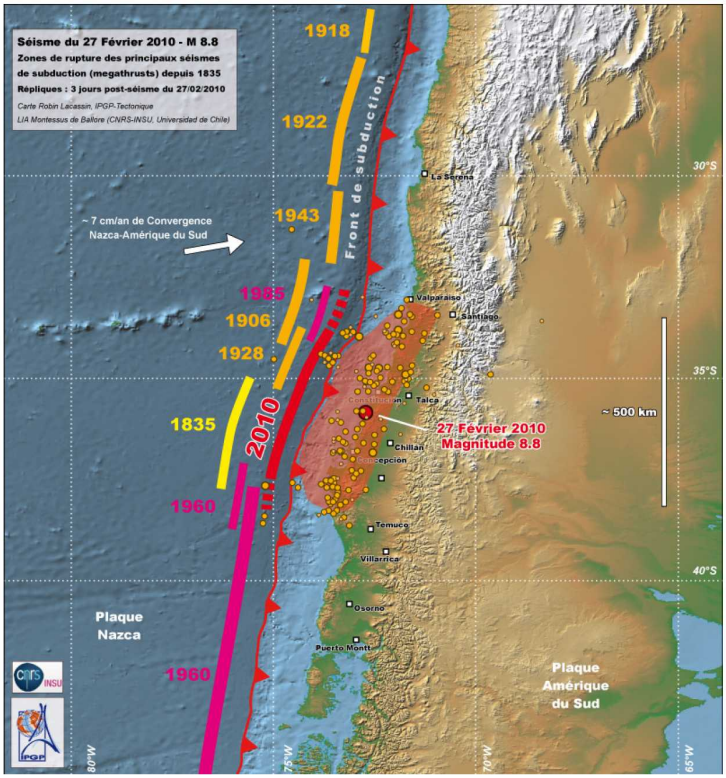

Figure 10: Zones de rupture des séismes principaux depuis 1835. L'étendue hypothétique maximum de la rupture du séisme de Concepcion est indiquée en rouge (Source IPG Paris)

N° d'anonymat:

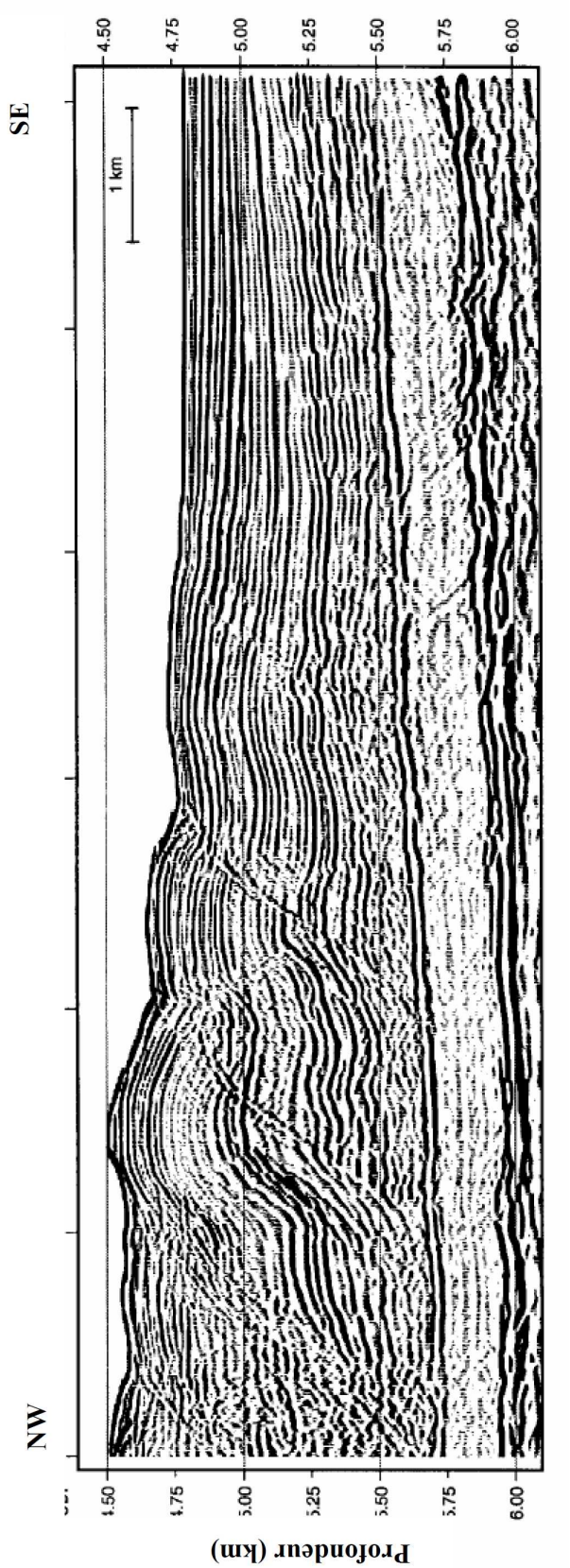

Figure 11: Profil de sismique réflexion au travers de la zone de subduction des Nankai (source Morgan & Karig, J. Struct. Geol., 1995, 17(1), 31-45).

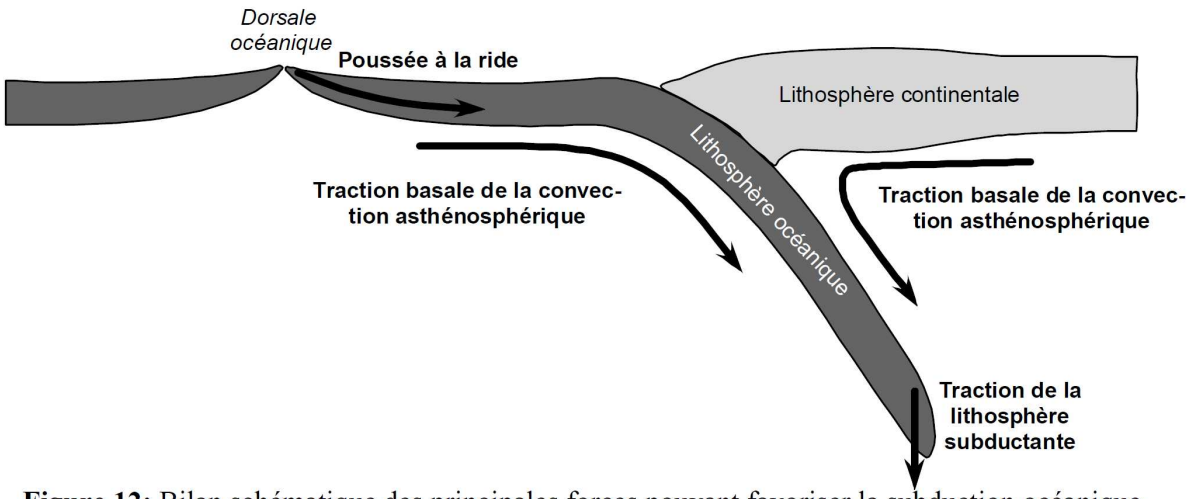

Figure 12: Bilan schématique des principales forces pouvant favoriser la subduction océanique.

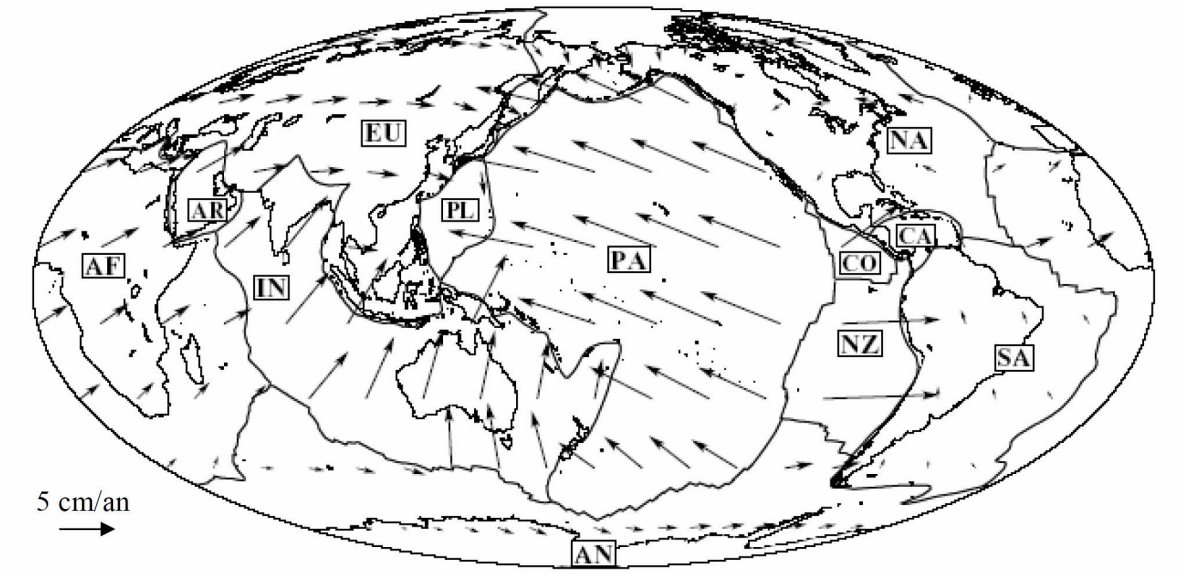

Figure 13: Mouvements absolus des plaques lithosphériques (GPS, référentiel point chauds, source Lithgow-Bertelloni & Richards, Geophys. Res. Let., 1995, 22, 1317-1320). Plates: AF=Afrique; AN=Antarctique AR=Arabique; CA=Caraïbe; CO=Cocos; EU=Eurasie; IN=Inde; NA=Amérique du Nord; NZ=Nazca; PA=Pacifique; PL=Philippine; SA=Amérique du sud.

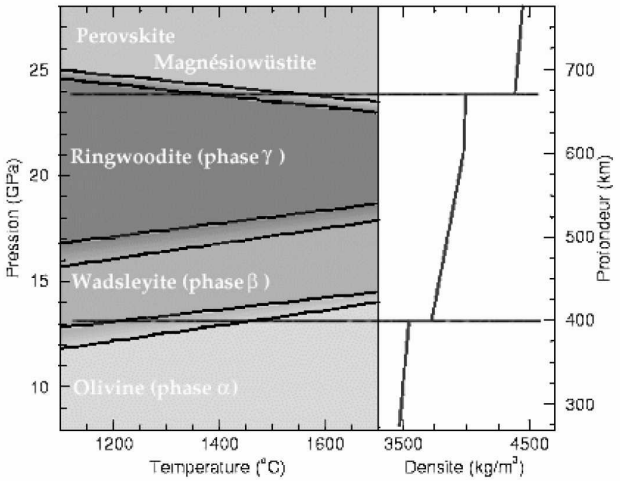

Figure 14: Diagramme de phase de l'olivine (source Sébastien Merkel, 2001)

Figure 15: Photographie d'un échantillon des Alpes Franco-Italiennes.

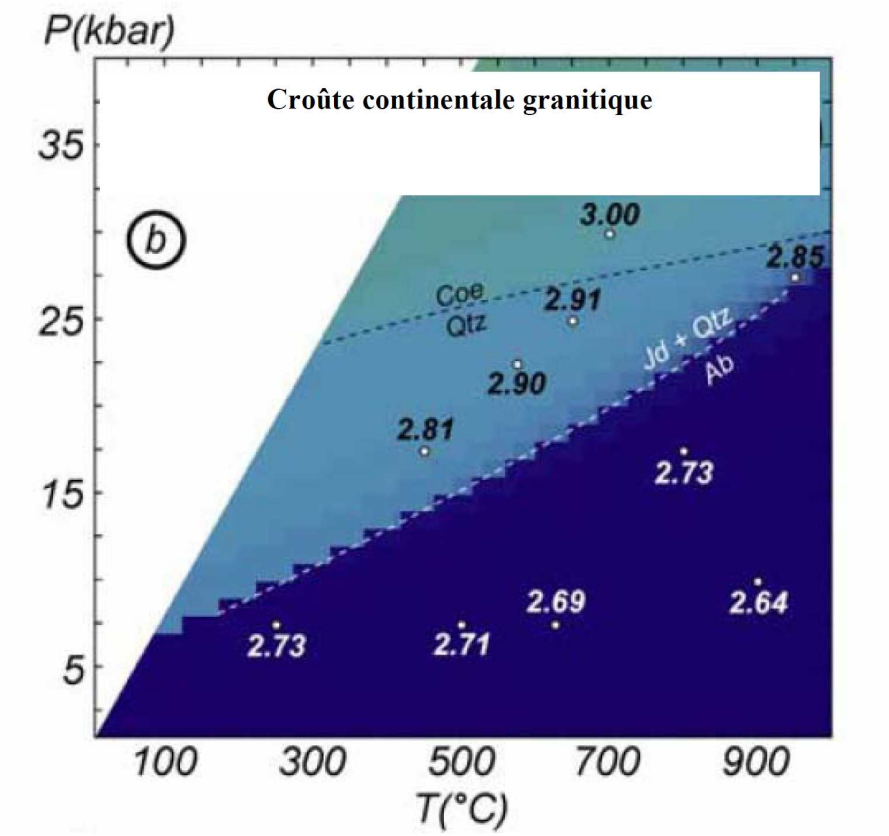

Figure 16: Valeurs de la densité de la croûte continentale granitique en fonction des conditions de pression et de température (source Yamato et al., J. Geophys. Res., 2007, 112, doi:10.1029/2006JB00444). Ab: Albite, Coe: Coésite, Jd: Jadéite, Qtz: Quartz.