

SESSION 2010

---

**CAPES  
CONCOURS EXTERNE  
ET CAFEP**

**Section : SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE**

**COMPOSITION SUR UN SUJET DE GÉOLOGIE**

Durée : 5 heures

---

*L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout matériel électronique est rigoureusement interdit.*

*Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.*

*De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.*

**NB : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.**

**Tournez la page S.V.P.**

### **Remarques importantes**

- 1 – Le sujet s’articule autour de trois thèmes et comprend **treize** documents.
- 2 – Seront prises en compte dans la notation : la clarté de la présentation, la précision et la rigueur de l’analyse des documents, les illustrations personnelles et la rigueur des raisonnements.
- 3 – Certaines figures sont à rendre avec la copie. D’autres pourront être jointes à la copie si le candidat considère que des annotations en surcharge constituent des éléments appréciables de réponse aux questions. Il devra alors les coller sur la copie.

## Les déformations de la lithosphère

Les lithosphères océanique et continentale enregistrent les événements successifs qui jalonnent leur histoire ; en particulier la lithosphère continentale constitue une excellente mémoire géologique.

À partir de l'exploitation des documents, vous rédigerez un exposé dégageant les caractéristiques rhéologiques des roches lithosphériques, la diversité des déformations lithosphériques et leur rôle dans l'évolution spatiale et temporelle d'une chaîne de montagnes.

L'exposé comportera 3 parties reprenant les 3 thèmes abordés.

Le choix du plan, des illustrations complémentaires et de l'ordre dans lequel les documents sont présentés pour chacun des thèmes revient au candidat. Les titres des documents sont rassemblés en page 5.

L'exploitation de chaque document devra cependant répondre aux attendus précisés.

### Introduction

Il est demandé une introduction qui définit la lithosphère et qui pose la (les) problématique(s) du sujet.

### Thème 1 : Quelques témoins de la déformation lithosphérique

#### Document 1 : La déformation de la lithosphère continentale

Votre exploitation comprendra :

- un schéma interprétatif simple du paysage observé ; le schéma indiquera en légendes les noms et la nomenclature descriptive des différentes déformations observées ;
- une analyse quant au sens de déversement des structures dans l'édifice alpin ;
- une conclusion qui définira quelques objets de la déformation : faille normale, faille inverse, décrochement, pli isopaque, pli anisopaque, schistosité, foliation, linéation (2 pages maximum comprenant quelques schémas explicatifs).

#### Document 2A et 2B : La déformation de la lithosphère océanique

Votre exploitation comprendra :

- le principe de la méthode satellitaire permettant d'obtenir la topographie sous-marine présentée sur le document 2A.
- la définition d'une anomalie gravimétrique à l'air libre ;
- l'interprétation, à l'aide d'un schéma, des variations observées sur les documents 2A et 2B.

## **Thème 2 : Rhéologie des roches lithosphériques**

**Document 3 : Relation entre le déviateur de contrainte  $\sigma_1 - \sigma_3$  et la déformation  $\varepsilon$  d'un cylindre de roche en compression, à une température de 25°C et à une pression lithostatique de 100 MPa**

Votre exploitation comprendra :

- une définition de la contrainte  $\sigma$  et de la déformation  $\varepsilon$  ;
- une identification des principaux domaines de la courbe en indiquant l'apparition d'une déformation résiduelle, ainsi qu'une discussion sur l'apparition d'une éventuelle rupture en fonction de la compétence des roches (la figure du document 3 sera reproduite et complétée sur la copie).

**Documents 4 et 5 : Diversité des paramètres qui influencent la déformation des roches**

Votre exploitation comprendra :

- une analyse des documents 4 et 5 ;
- un bilan de l'influence de la profondeur sur le comportement mécanique des roches ;
- une conclusion envisageant tous les paramètres susceptibles d'influencer la déformation des roches d'une lithosphère ; on discutera en particulier la notion de comportement cassant et de comportement ductile.

**Documents 6 et 7 : Détermination du profil rhéologique de la lithosphère continentale**

Votre exploitation comprendra :

- une analyse détaillée du document 6 concernant la loi de Byerlee et les lois de fluages du quartz ; on n'omettra pas d'évoquer les situations représentées à droite et à gauche de l'axe vertical ;
- l'établissement d'un profil rhéologique de la lithosphère continentale à l'aide du document 7 ; une courte justification (1/2 page maximum) précédera le schéma du profil rhéologique ;
- l'évolution de ce profil rhéologique dans le cas d'une lithosphère continentale en extension depuis 5 à 10 millions d'années.

**Document 8 : De l'analyse structurale à la contrainte**

Votre exploitation comprendra :

- un schéma interprétatif du document 8 indiquant les structures identifiées et l'analyse effectuée en termes de relation déformation – contrainte ;
- une brève analyse des situations permettant le passage de l'ellipsoïde des déformations finies à l'ellipsoïde des contraintes (1/2 page maximum).

### **Thème 3 : Diversité des déformations et structuration spatio-temporelle de la chaîne alpine**

#### **Document 9 et 10 : Les déformations dans le massif des Bornes**

Votre exploitation comprendra :

- la réalisation d'un schéma structural de la région encadrée (grand cadre de la partie ouest de la carte) ;
- l'interprétation de la structure observée sur la photographie du document 10 (rochers de Leschaux) et visible sur la partie nord-est de la carte ;
- un schéma explicatif de la genèse de la structure observée aux rochers de Leschaux ;
- un bilan sur le style structural du massif des Bornes.

#### **Document 11 : Principaux réflecteurs visibles sur le profil ECORS–CROP (transect Belledonne - Grand Paradis - Ivree - Plaine du Pô)**

Votre exploitation comprendra :

- un schéma d'interprétation du profil (le document 11 sera rendu avec la copie) ;
- un bilan indiquant l'apport de cette étude à la compréhension de la déformation lithosphérique lors de l'orogénèse alpine (1 page maximum).

#### **Document 12 : Evolution du style tectonique d'Ouest en Est et zonéographie métamorphique dans les Alpes occidentales**

Votre exploitation comprendra :

- une analyse des microstructures observées au document 12c et 12d (les légendes seront portées sur le document 12 qui sera rendu avec la copie) ;
- une analyse de l'évolution du style tectonique d'Ouest en Est (1/2 page maximum) ;
- une conclusion indiquant la pertinence de l'échelle d'observation.

#### **Document 13 : Champ de déformation actuelle des Alpes occidentales**

Votre exploitation comprendra :

- une brève explication de deux méthodes permettant d'apprécier la déformation actuelle des Alpes (1/2 page maximum) ;
- une analyse du document 13.

## Conclusion

À l'aide des exemples étudiés dans l'exposé et de vos connaissances, vous résumerez la diversité des déformations observables dans la lithosphère et vous dégagerez l'intérêt de leur étude pour la compréhension de l'histoire d'une chaîne de montagnes.

## Source des documents

- Agard, Ph. et Lemoine, M. (2003). *Visage des Alpes : structure et évolution géodynamique*. Commission de la Carte Géologique du Monde, Paris, 49 p.
- Charollais, J. et collaborateurs (1986). Carte géologique de la France au 1/50 000, feuille Annecy – Bonneville. Bur. Rech. Géol. Min., Orléans.
- Delamette, M. (1993). *Le Pays du Mont-Blanc ; itinéraires à travers paysages et roches du Mont-Blanc et du Haut-Faucigny*. Gap 239 p.
- Le Pichon, X. et Chamot-Rooke, N. (1991). *Extension of continental crust*. In : *Controversies in Modern Geology*, Academic Press, Londres, 314-338.
- Mattauer, M. (1998). *Ce que disent les pierres*. Belin et Pour la Science, Paris, 144 p.
- Mercier, J. et Vergely, P. (1992). *Tectonique*. Géosciences. Dunod, Paris, 214 p.
- Paterson, M. S. (1978). *Experimental Rock Deformation – The Brittle Field*. Springer Verlag, Berlin, 254 p.
- Schwartz, S. (2000). *La zone piemontaise des Alpes occidentales : un paléo-complexe de subduction ; arguments métamorphiques, géochronologiques et structuraux*. Thèse Doctorat, Université Claude Bernard Lyon I, 288 p.

## Titres des documents

**Document 1 :** Vue de la face ouest du massif de Platé dominant la vallée de l'Arve entre Chamonix et Genève (la photographie est prise depuis la chaîne des Aravis dans les Bornes ; d'après Delamette, 1993).

**Document 2A et 2B :** Représentations 3D de la topographie (2A) et de l'anomalie gravimétrique à l'air libre (2B) au voisinage de l'archipel des îles Hawaii.

**Document 3 :** Relation entre le déviateur de contrainte  $\sigma_1-\sigma_3$  et la déformation  $\varepsilon$  pour un cylindre de roche déformé en compression à une température de 25°C et à une pression lithostatique de 100 MPa (d'après Paterson 1978)

**Document 4 :** Relation entre le déviateur de contrainte  $\sigma_1-\sigma_3$  et la déformation  $\varepsilon$  pour un cylindre de marbre déformé à la vitesse de 3 mm.mn<sup>-1</sup>, à 25°C et à des pressions lithostatiques variables (d'après Paterson, 1978).

**Document 5 :** Relation entre le déviateur de contrainte  $\sigma_1-\sigma_3$  et la déformation  $\varepsilon$  pour un calcaire déformé à une pression lithostatique  $\sigma_3$  égale à 40 MPa et à des températures variables (d'après Mercier et Vergely, 1991).

**Document 6 :** Lois de résistance du quartz à la déformation fragile (loi de Byerlee) et à la déformation plastique (lois de fluages).

**Document 7 :** Enveloppes rhéologiques de quelques minéraux et roches de la lithosphère (d'après Le Pichon et Chamot-Rooke, 1991).

**Document 8 :** Photographie d'affleurement d'une dalle calcaire horizontale dans la région de Montpellier (dalle des Matelles ; Mattauer, 1998).

**Document 9A et 9B :** Extrait de la carte d'Annecy-Bonneville à 1/50 000 (doc. 9A) et légendes (doc. 9B ; d'après Charollais *et al.*, 1986).

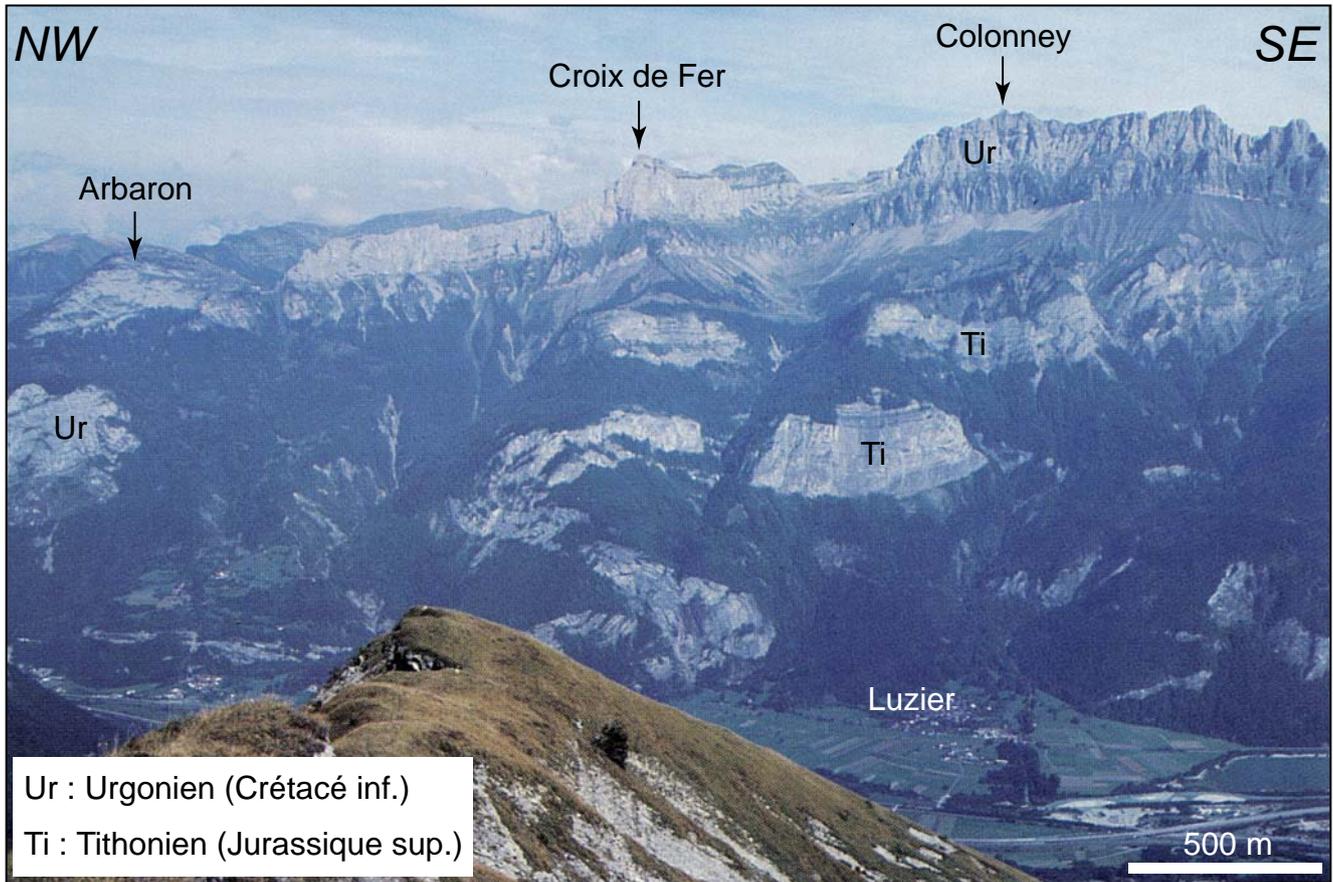
**Document 10 :** Panorama des rochers de Leschaux. La photographie est prise depuis la route D12 au niveau du Petit Bornand (site indiqué par une étoile sur le document 10) et l'objectif de l'appareil photographique est orienté vers le Nord-Est.

**Document 11 :** Principaux réflecteurs visibles sur le profil ECORS-CROP (transect Belledonne - Grand Paradis - Ivrée - Plaine du Pô ; d'après Agard et Lemoine, 2003).

**Document 12 :** Evolution du style tectonique et zonéographie métamorphique dans les Alpes occidentales (d'après Agard et Lemoine, 2003).

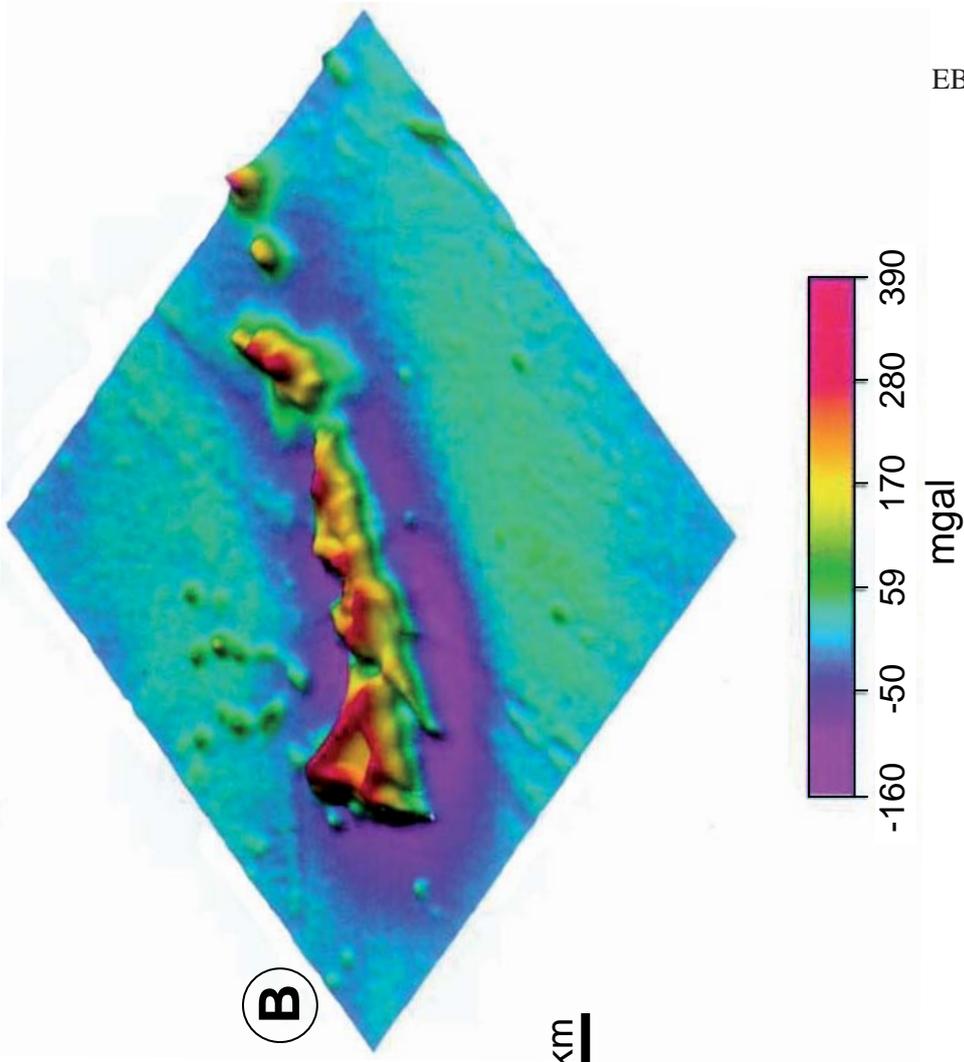
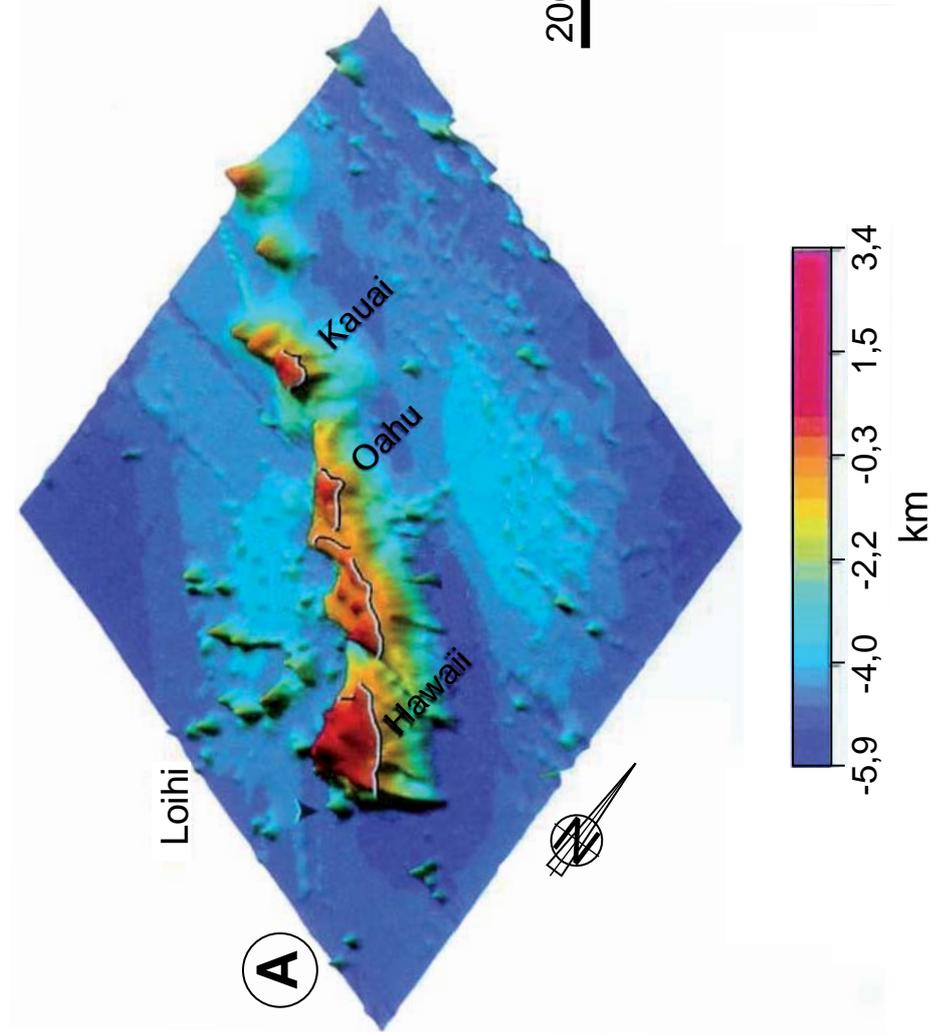
**Document 13 :** Champ de déformation actuelle des Alpes occidentales obtenu par compilation des données géologiques, géodésiques et géophysiques issues du programme GéoFrance 3D Alpes (*in* Schwartz, 2000 ; d'après GéoFrance 3D).

# DOCUMENT 1

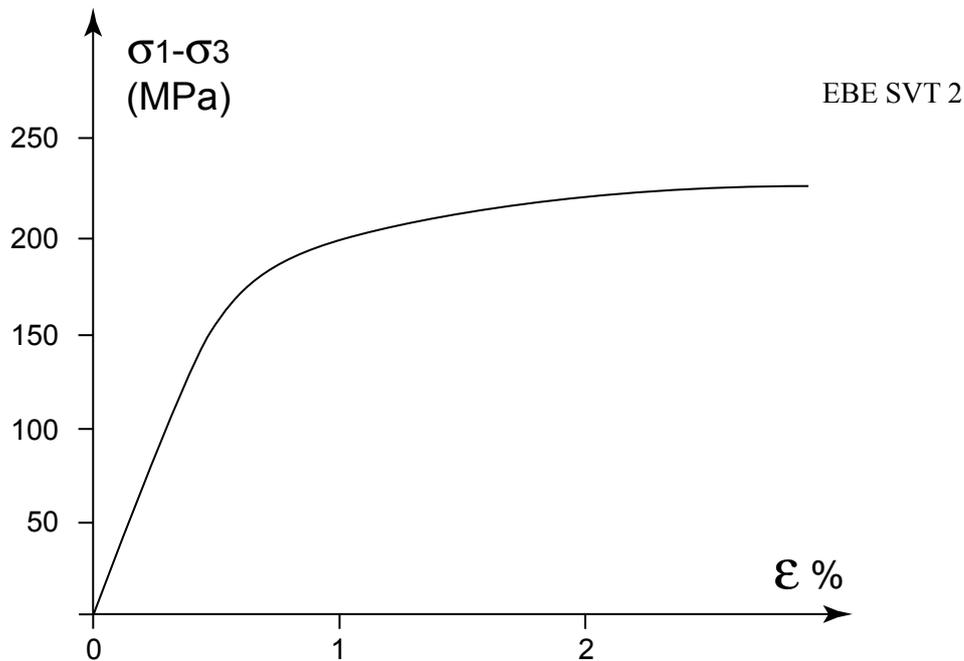


# DOCUMENT 2

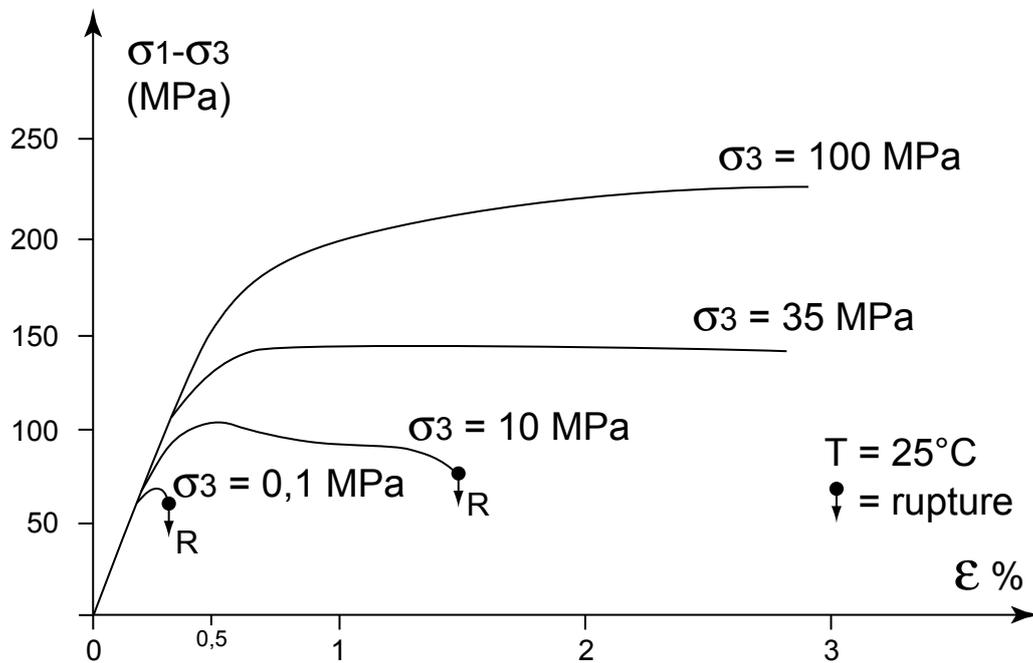
## Archipel des îles Hawaïi



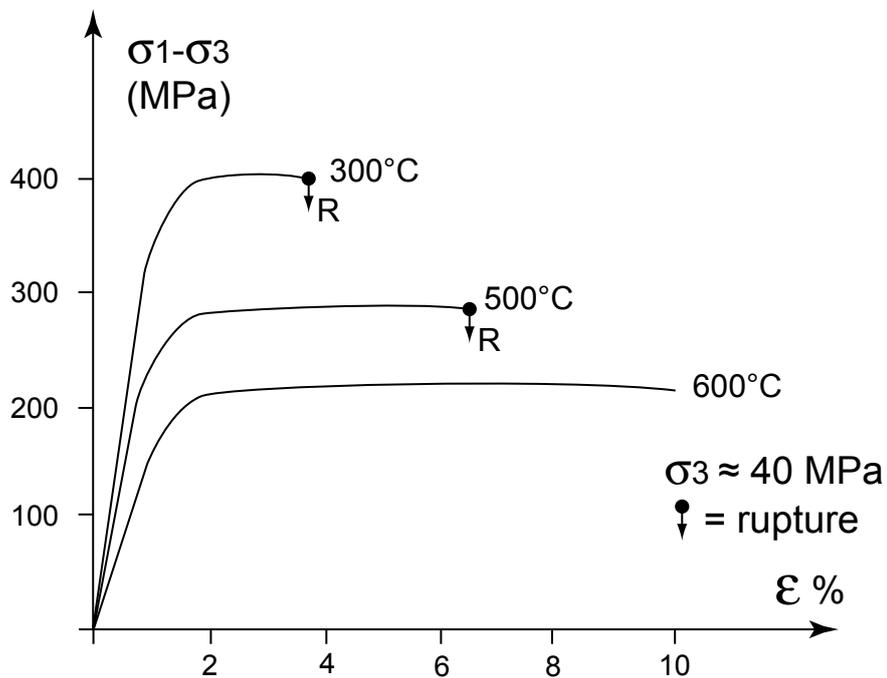
### DOCUMENT 3



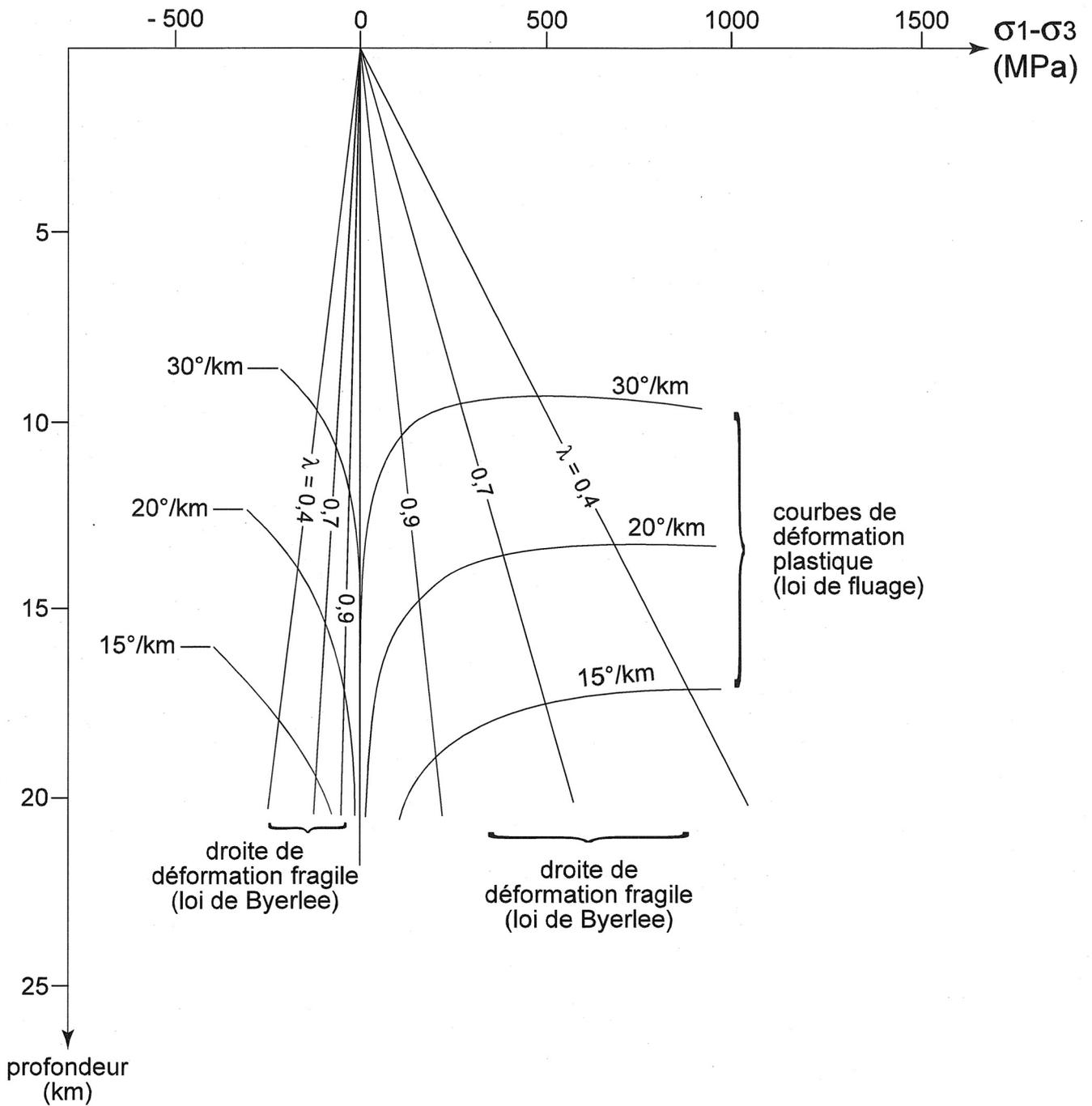
### DOCUMENT 4



### DOCUMENT 5

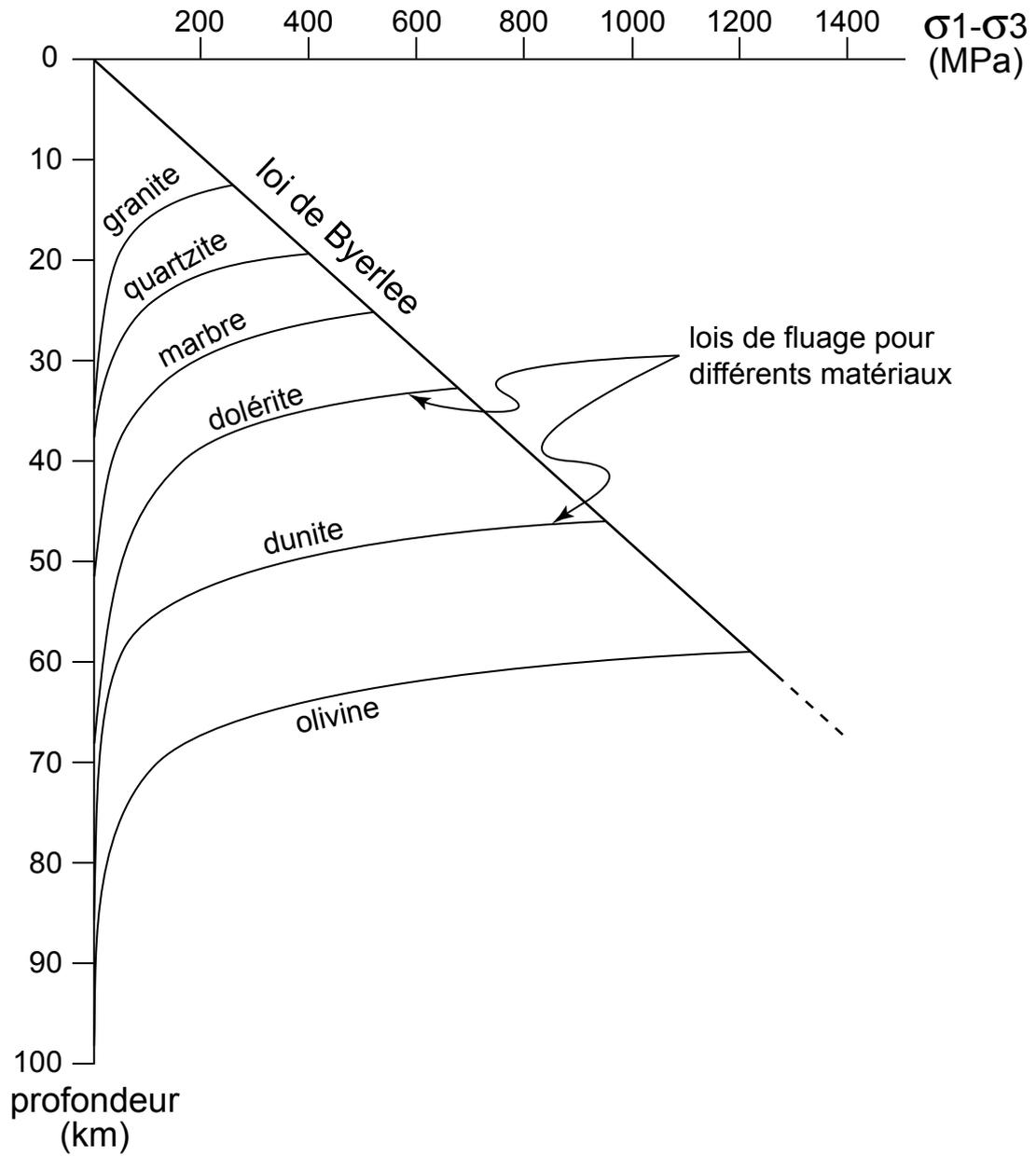


# DOCUMENT 6



$\lambda$  est un paramètre caractéristique de la pression de fluide

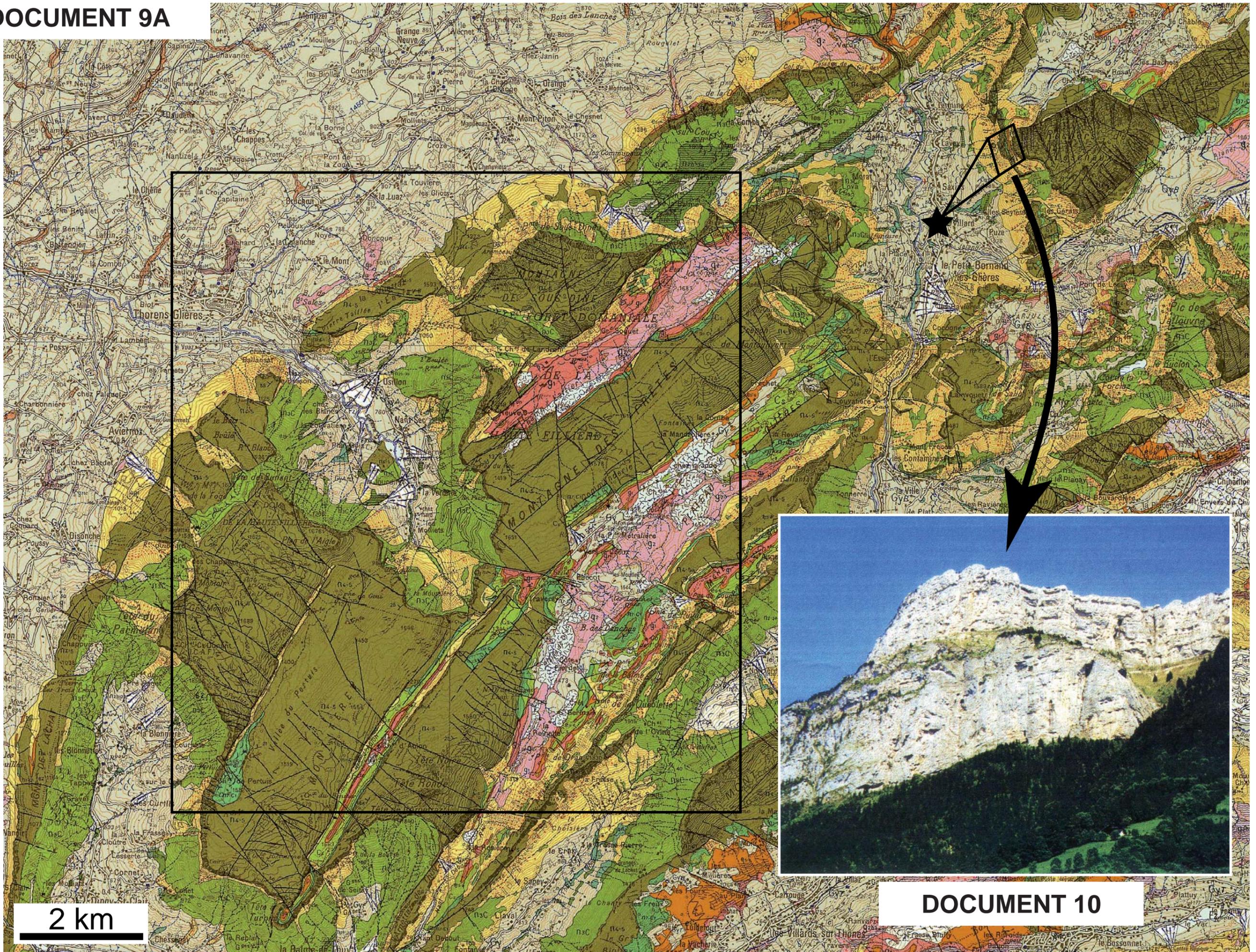
# DOCUMENT 7



# DOCUMENT 8



# DOCUMENT 9A



2 km

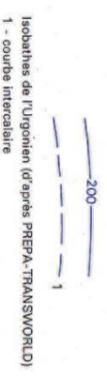
DOCUMENT 10

# Légende de la carte géologique d'Annecy - Bonneville à 1/50 000

## TERRAINS QUATERNAIRES

	Cône de déjection
	Cône d'éboulis
	Cône d'écroulement
	Niche d'arrachement
	Loupes de glissement
	Tourbières
	Alluvions modernes de vallée
	Dépôts lacustres

	Glacière de la vallée de Thonnes-la-Croisaz
	Glacière local
	Glacière de la vallée du Fier
	Glacière de la vallée moyenne du Borne
	Glacière de la vallée de l'Arve
	Cordons morainiques



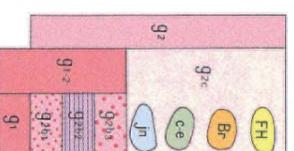
## TERRAINS SÉDIMENTAIRES AUTOCHTONES

### Formations du plateau molassique

	Molasse (Rupélien supérieur - Charten)
--	--

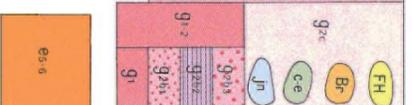
### Massif des Bornes et massif des Aravis

	Grès de Bonneville (Rupélien)
	Marnes à Oyrènes (Rupélien)
	Salève
	Poudingues de Morneix (Oligocène inférieur)



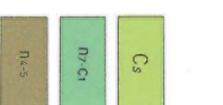
g1 - Flysch indifférencié (Oligocène inférieur à moyen)  
 g1c - Oligocène inférieur, flysch à lentilles de :  
 FH - flysch à Helminthoides  
 Br - brèche à Nummulites  
 ce - calcaires sublithographiques du Saronien et du Paléocène  
 jn - calcaires fins et calcariénites du Tithonien et du Néocomien  
 g1-2 - Marnes à Foraminifères et flysch indifférencié (Oligocène inférieur et moyen)  
 g1-3 - Flysch à prédominance de grès type du Val d'Illiez  
 g1-4 - Flysch à prédominance silteuse (schistes à *Melietia* et "marro-miacé")  
 g1-5 - Grès de Taveyanne  
 g1-6 - Marnes à Foraminifères (Oligocène inférieur)

Formations de l'Éocène moyen et supérieur :  
 - calcaires à petites Nummulites (Éocène supérieur)  
 - "couches des Diablières" (Éocène supérieur)  
 - calcaires à grandes Nummulites : couches lacustres et saumâtres (Éocène moyen)



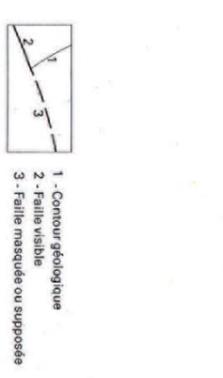
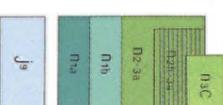
	Sidéroolithique (Paléocène - Éocène inférieur ?)
	Calcaires urgoniens (Barrémien - Bédoulien)
	Pierre jaune de Neuchâtel et Marnes d'Hauterive (Hauteriviens)
	Calcaire roux (Valanginien)

Calcaires sublithographiques (Turonien - Campanien)  
 Gault (Albien - Cénomannien)  
 Calcaires urgoniens (Barrémien - Bédoulien)



	Pierre jaune de Neuchâtel et Marnes d'Hauterive (Hauteriviens)
	Calcaire roux (Valanginien)

n1c - Calcaires gréseux à miches (Hauteriviens)  
 n1-2a - Calcaire roux (Valanginien supérieur - Hauteriviens basal)  
 n1-2b - Alternances calcaires-marnes (Valanginien - Hauteriviens inférieur)  
 n1b - Marnes schisteuses (Berrassien - Valanginien ?)  
 n1a - Conglomérat du Petit-Bernard (Berrassien)  
 Calcaires du "Tithonien"



## TERRAINS SÉDIMENTAIRES ALLOCHTONES

### Klippe du Danay

	Oligocène inférieur ?
	Grès et conglomérats
	Flysch à prédominance silteuse

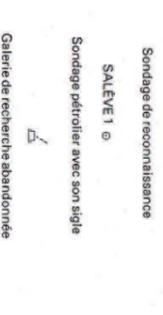
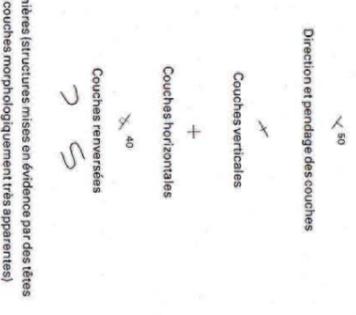
### Klippe des Annes

	Alternances calcaires-marnes (Domérien)
	Calcaires compacts et calcaires marneux (Carixien)
	Calcaires sparhiques et calcaires marneux (Sinemurien supérieur = Lotharingien)
	Calcaires crétacés à chailles (Sinemurien inférieur)
	Calcaires biodétritiques (Flettingien)
	Riviéren

	Calcaires, calcaires dolomiques, dolomies
	Argilles
	Cargneules

## ÉLÉMENTS STRUCTURAUX

(valeur des pendages et plongements exprimée en degrés)



1-4001 ✕ Fa  
 Gite minéralisé (fer) avec numéro d'archivage au Service géologique national

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : \_\_\_\_\_ Session : \_\_\_\_\_

Concours : \_\_\_\_\_

Spécialité/option : \_\_\_\_\_ Repère de l'épreuve : \_\_\_\_\_

Intitulé de l'épreuve : \_\_\_\_\_

NOM : \_\_\_\_\_

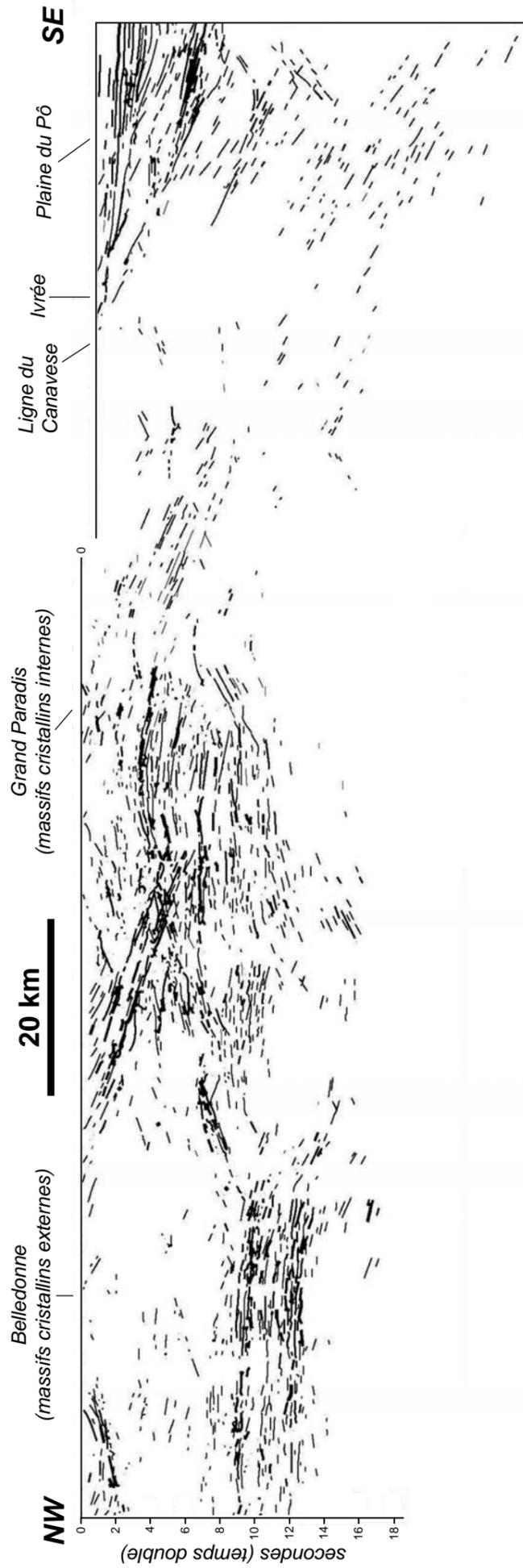
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : \_\_\_\_\_ N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EBE SVT 2

DOCUMENT 11



(K)

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : \_\_\_\_\_ Session : \_\_\_\_\_

Concours : \_\_\_\_\_

Spécialité/option : \_\_\_\_\_ Repère de l'épreuve : \_\_\_\_\_

Intitulé de l'épreuve : \_\_\_\_\_

NOM : \_\_\_\_\_

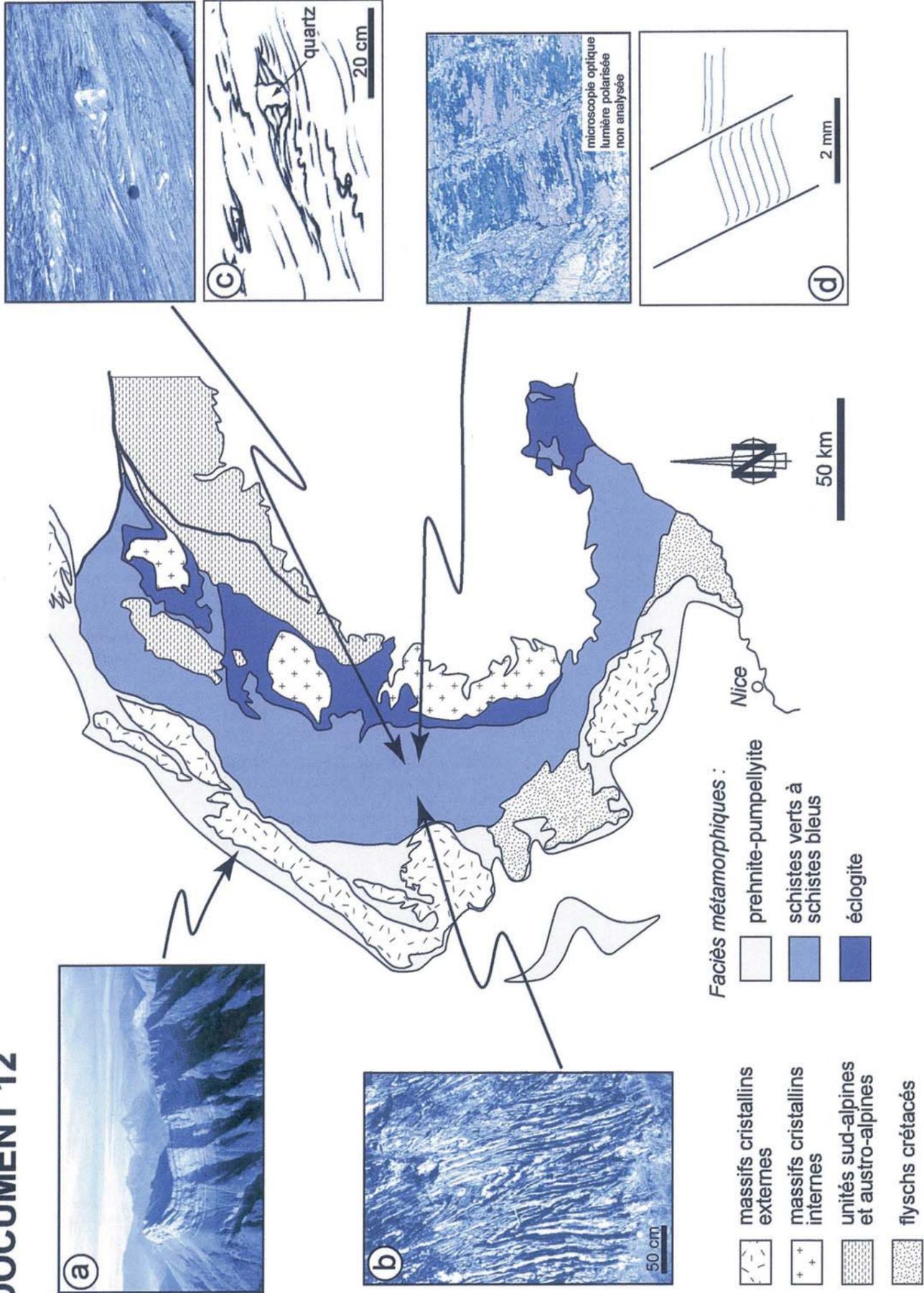
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : \_\_\_\_\_ N° du candidat \_\_\_\_\_

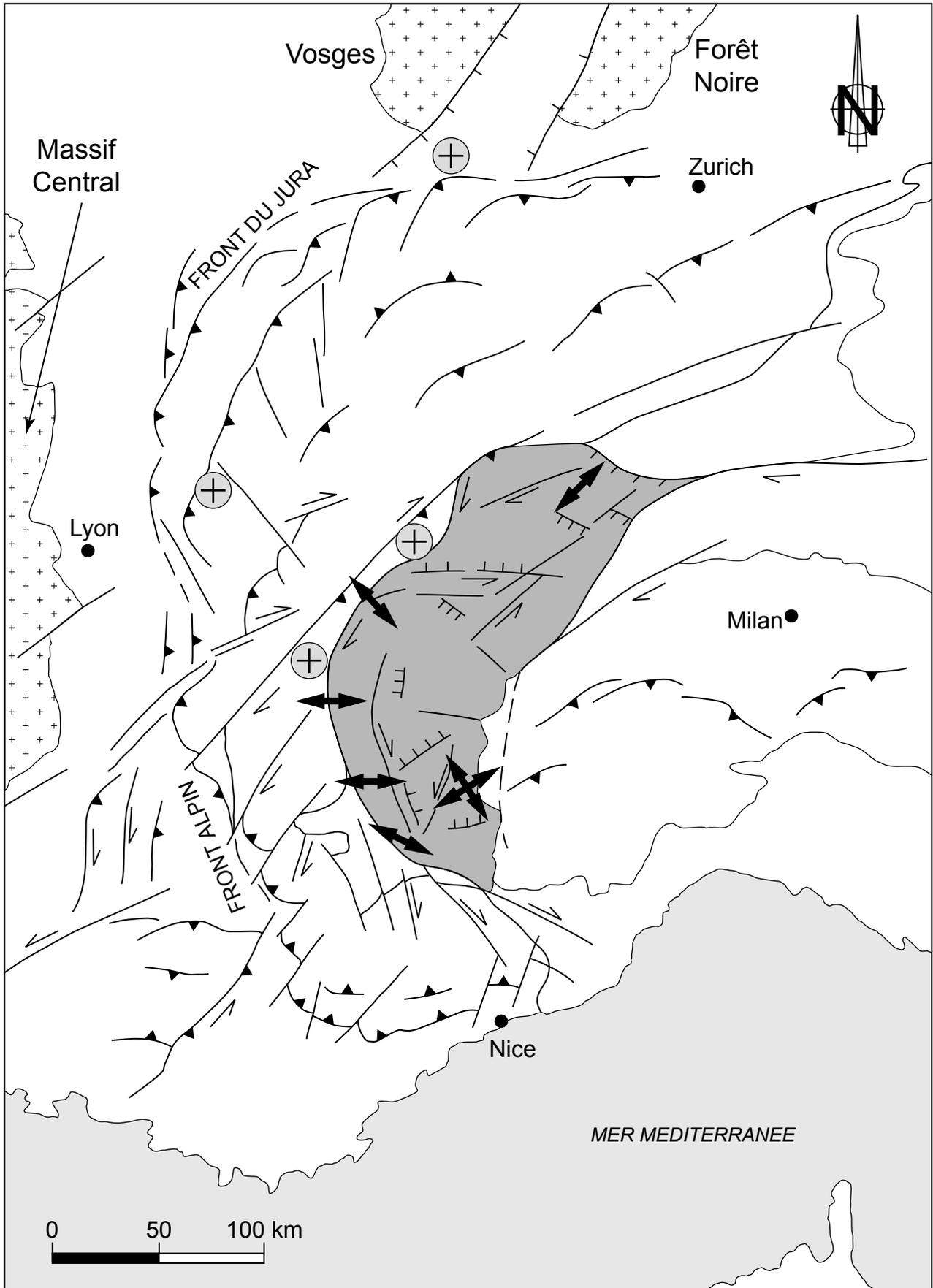
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EBE SVT 2

DOCUMENT 12



(L)



- |  |  |   |
|--|--|---|
|  zones internes     |  failles normales     |  extension multidirectionnelle |
|  chevauchements     |  sens de décrochement |  extension                     |
|  zone en surrection |  |   |