

**AGRÉGATION
DE
SCIENCES DE LA VIE
SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**
Concours externe 2005

Épreuves d'admission

**Travaux pratiques de contre-option
Sciences de la Terre et de l'Univers
Candidats des secteurs A et B**
Durée totale : 2 heures.

Date : dimanche 12 juin 2005 Nom : Prénom :

Ce livret contient :

- 14 pages numérotées de 1 à 14.
- 1 planche A3 correspondant à un extrait de carte géologique et à la légendes associée (document 1 en annexe)

Répondez directement sur les feuilles dans les espaces prévus à cet effet.

Même en cas de non réponse, rendez la totalité de vos feuilles en indiquant vos nom, prénom et numéro de salle en tête de chaque nouvelle partie.

L'épreuve est constituée de quatre parties :

- une épreuve de cartographie (**partie I**)

barème : 8 / 20

durée conseillée : 60 mn.

- une épreuve de radiochronologie (**partie II**).

barème : 4 / 20

durée conseillée : 20 minutes

- une épreuve de minéralogie (**partie III**).

barème : 4 / 20

durée conseillée : 25 minutes

- une épreuve de pétrologie (**partie IV**).

barème : 4 / 20

durée conseillée : 15 minutes dont 10 minutes au poste d'observation

Les trois premières parties présentant un certain degré de dépendance, il est conseillé de les aborder dans l'ordre.

AVANT DE RENDRE VOTRE COPIE, VERIFIEZ QUE VOUS AVEZ BIEN INDIQUÉ VOS NOM, PRENOM ET NUMERO DE SALLE EN TÊTE DE CHAQUE PARTIE.

La région de Tarare (Nord-Est du Massif Central) est constituée de trois unités lithostratigraphiques (la carte géologique et sa légende constituent le **document 1** en annexe).

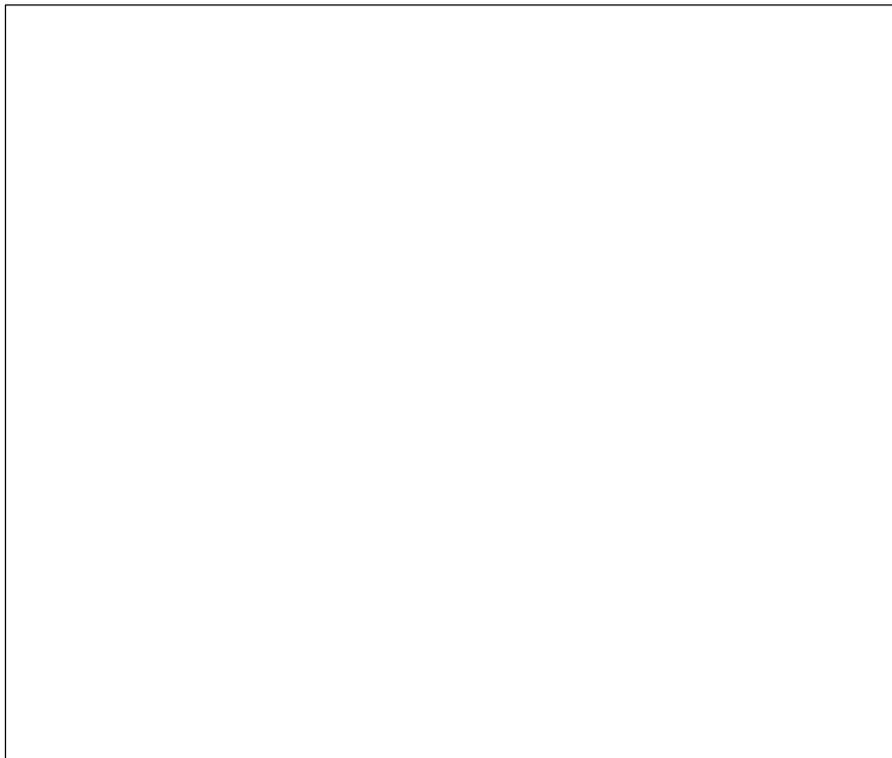
D'Ouest en Est de l'extrait de carte, se présentent :

- l'unité du granite de Saint-Laurent de Chamousset (**abrégi SLC** par la suite et noté g^{SM} sur l'extrait de carte géologique)
- l'unité de la Brévenne.
- l'unité des Monts du Lyonnais

L'objectif de cette étude cartographique est d'identifier les principales caractéristiques lithologiques et structurales, des trois unités, afin de reconstituer les principales étapes de l'histoire géologique de cette portion du socle paléozoïque du Massif Central Français.

A – Étude lithologique et structurale des trois unités.

A-1 – Décrivez précisément les structures tectoniques observées au sein de l'**unité de la Brévenne** et indiquez brièvement leur signification en terme de déformation. Concluez par une présentation brève des caractères lithologiques et structuraux de l'unité de la Brévenne.



A-2 – Étudiez les structures internes de l'unité des Monts du Lyonnais et du granite SLC en les comparant avec la structure interne de l'unité de la Brévenne analysée précédemment.

COMPARAISON BRÉVENNE- MONTS DU LYONNAIS

COMPARAISON BRÉVENNE - SLC

B – Étude des relations tectoniques entre l'unité de la Brévenne et l'unité des Monts du Lyonnais

Le **document 2** (page suivante) présente des informations tectoniques détaillées sur la zone située au coin Nord-Est de l'extrait de carte de Tarare. Il s'étend aussi vers l'Est et le Nord au delà de cette carte.

B-1 – À partir des documents 1 et 2, identifiez la nature et la géométrie du contact entre les deux unités.

Étudiez les trajectoires de foliation au voisinage de ce contact.

En quoi la mise en relation géométrique de ces deux types de structures permet-elle d'argumenter les hypothèses :

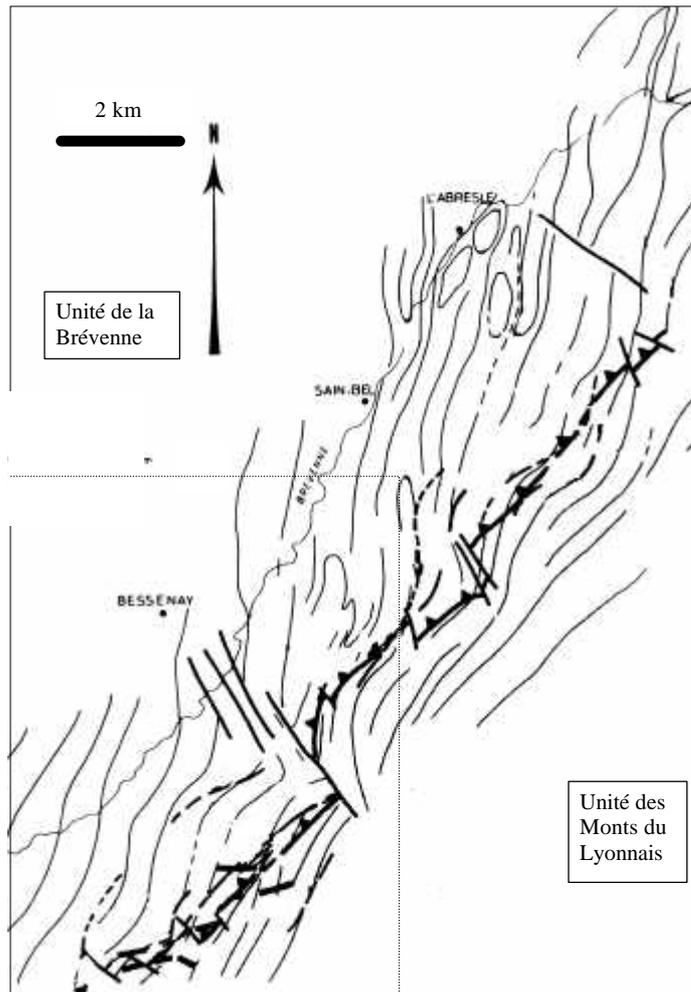
a - de leur contemporanéité, hypothèse soutenue par des arguments non donnés ici,

b – d'un rejet horizontal latéral (dont vous préciserez l'orientation) au niveau du contact.

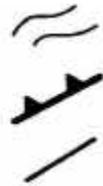


Document 2

Carte des trajectoires de foliation au voisinage du contact entre les unités de la Brévenne et des Monts du Lyonnais (*d'après Dufour et al., 1989*). L'encadré en pointillés situe la partie commune avec la carte du **document 1**.



Légende :

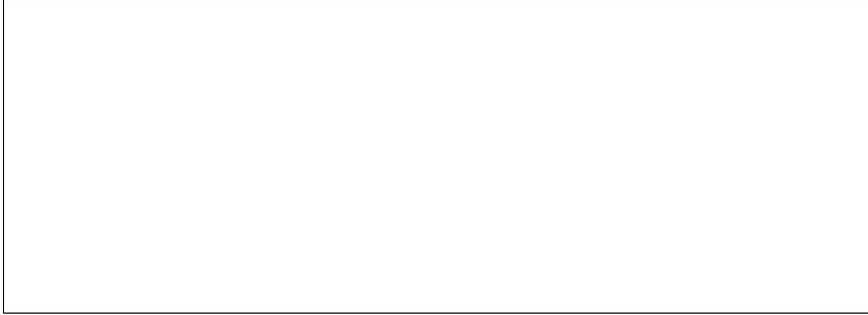


Trajectoires de la foliation

Chevauchement

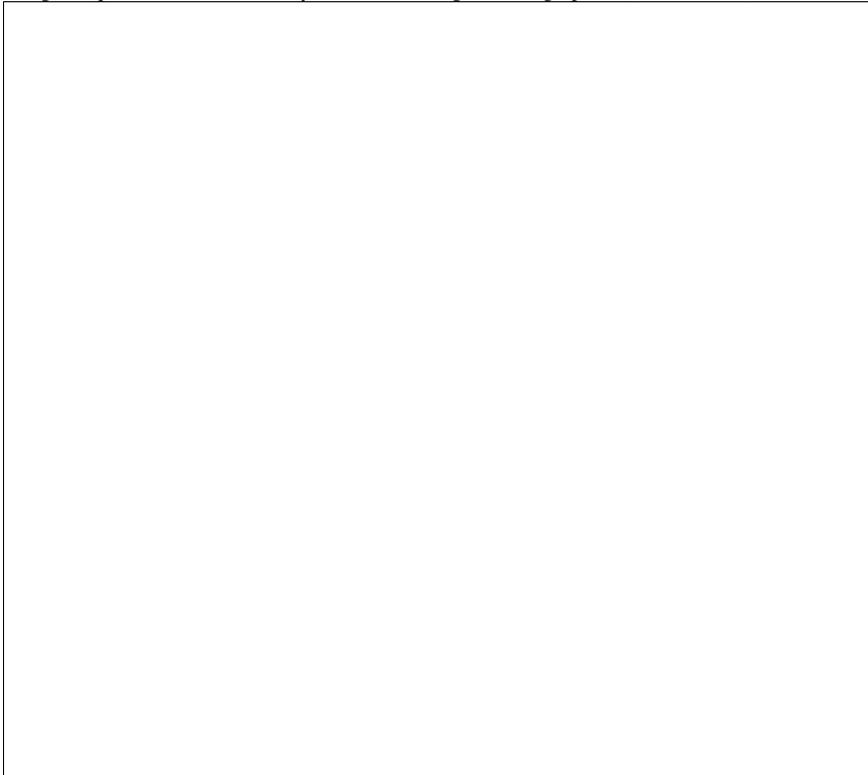
Faille

B-2 – Le granite du Grand Chemin (g³) est interprété par les auteurs de la carte géologique comme étant « syntectonique ». Donnez au moins un argument tiré de l'analyse de la carte (**document 1**) qui fonde cette hypothèse.

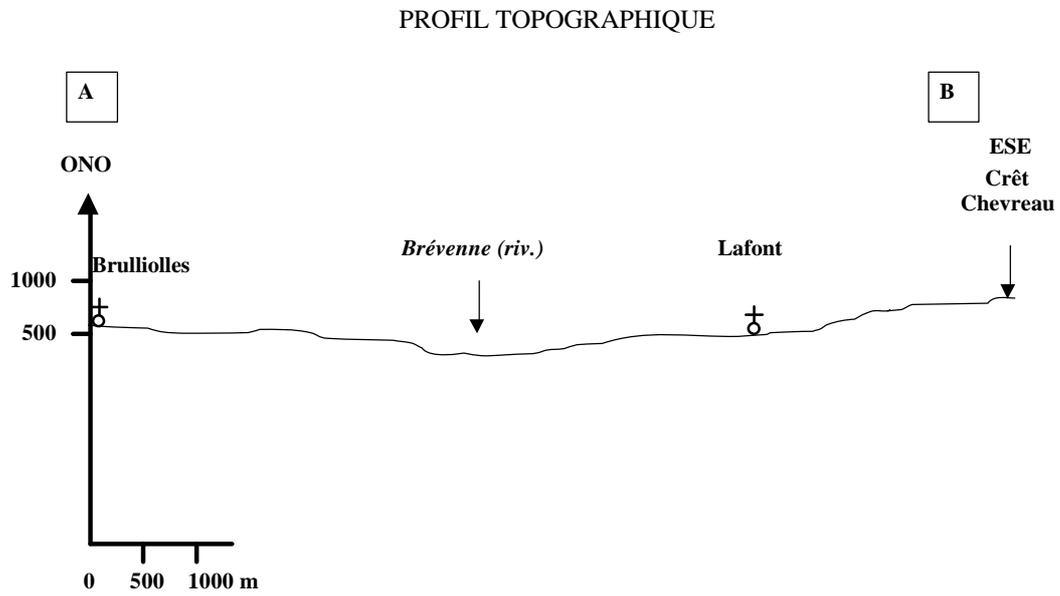


C – Synthèse

C.1 – Proposez une chronologie relative des différents événements tectono-métamorphiques, magmatiques et sédimentaires ayant affecté la région cartographiée (**document 1**).



- C.2 – En utilisant le profil topographique fourni ci-dessous, réalisez entre les points **A** et **B** reportés sur l'extrait de carte, une coupe géologique où seront seulement reportés, avec des figurés adaptés :
- les limites entre les différentes unités,
 - les accidents traversés
 - la foliation régionale.

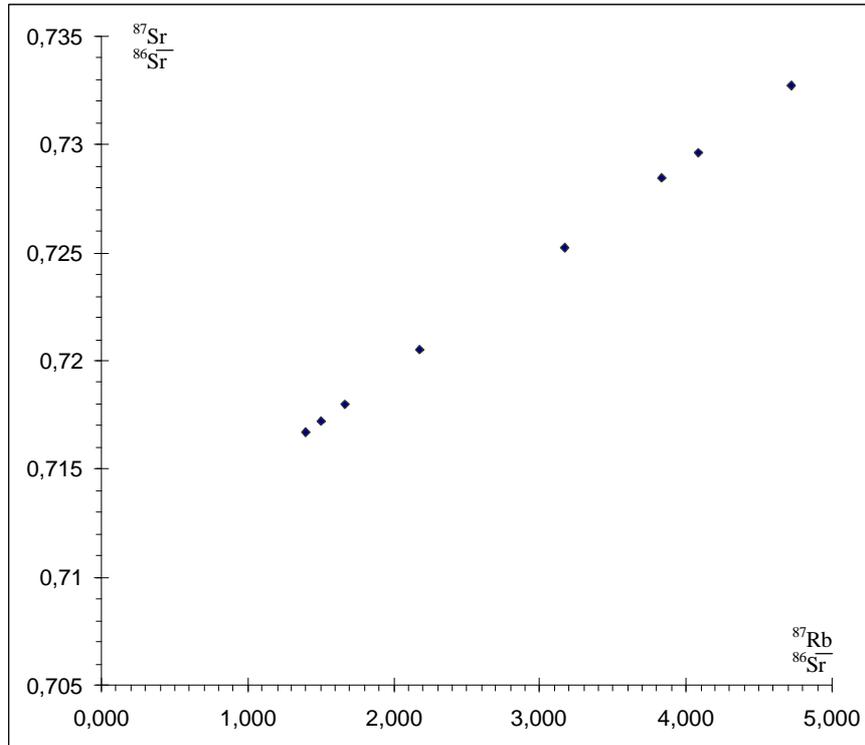


Pour préciser l'âge du contact tectonique entre l'unité de la Brévenne et la formation des Monts du Lyonnais, on cherche à dater les granites syntectoniques (du type granite du Grand Chemin – noté γ^3 sur l'extrait de la carte de Tarare)

Huit échantillons de granites sont prélevés et analysés en spectrométrie de masse.

Les analyses sont reportées dans le **document 3**.

On rappelle que le ^{87}Rb se désintègre en ^{87}Sr , avec une période de désintégration λ égale à $1,42 \cdot 10^{-11} \text{ a}^{-1}$ et que le ^{86}Sr est un isotope stable du ^{87}Sr .



Document 3 – Isochrone Rb-Sr sur roches totales établie à partir de 8 échantillons de granites syntectoniques de la formation des Monts du Lyonnais (*Gay et al., 1980*)

1 - Après avoir rappelé les principes fondamentaux de la méthode de datation Rb-Sr, vous discuterez les conditions auxquelles doivent répondre les échantillons analysés, et calculerez l'âge de mise en place des granites syntectoniques, en détaillant toutes les étapes de votre raisonnement.

2 – Déterminez et interprétez la valeur du rapport initial ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)₀.

Les gneiss de la formation métamorphique des Monts du Lyonnais (Massif Central) contiennent d'abondantes enclaves de roches métamorphiques de la séquence basique. On cherche à estimer la température du pic métamorphique.

Les enclaves basiques métamorphisées contiennent d'abondants grenats et orthopyroxènes, dont l'analyse microtexturale montre qu'ils sont à l'équilibre.

Des études de pétrologie expérimentale (*Dahl - 1980*) ont montré que la composition chimique de grenats et d'orthopyroxènes à l'équilibre, et notamment leur teneur en Fe^{2+} et Mg^{2+} , dépend de la température et de la pression auxquelles s'est réalisé cet équilibre. Plus précisément, à l'équilibre, le rapport

$$\frac{(\text{Fe}^{2+})_{\text{gt}}}{(\text{Mg}^{2+})_{\text{gt}}}$$

a une valeur qui dépend de la température.

$$\frac{(\text{Fe}^{2+})_{\text{opx}}}{(\text{Mg}^{2+})_{\text{opx}}}$$

NB : gt : grenat ; opx : orthopyroxène.

Ce rapport est noté K_D .

La relation entre la composition des grenats et des orthopyroxènes analysés, et la température est donnée par la formule suivante (T en Kelvin):

$$T \cdot \ln K_D = 167.54 + 127 \cdot [(\text{Fe})_{\text{gt}} - (\text{Mg})_{\text{gt}}] + 236 \cdot (\text{Ca})_{\text{gt}} + 239 \cdot (\text{Mn})_{\text{gt}}$$

Les teneurs (Fe), (Mg), (Ca) et (Mn) sont estimées en nombre d'atomes dans la formule structurale du minéral.

On a analysé la composition d'un grenat et d'un orthopyroxène, à l'équilibre.

- Nombre de cations dans la formule structurale du grenat :

$$\text{Fe}_T = \text{Fe}^{2+} = 3.018$$

$$\text{Mg}_T^{2+} = 1.417$$

$$\text{Ca}_T^{2+} = 1.508$$

$$\text{Mn}_T^{2+} = 0.057$$

- Nombre de cations dans la formule structurale de l'orthopyroxène:

On dispose de l'analyse chimique du minéral, obtenue à la microsonde électronique, et estimée en pourcentages en poids d'oxydes (proportions pondérales).

L'analyse des orthopyroxènes a fourni les résultats du tableau fourni page suivante.

1 – Complétez le tableau ci-dessous en calculant les proportions atomiques des différents éléments (5^e colonne) ramenées ensuite à 6 oxygènes (6^e colonne). Seuls les calculs relatifs au silicium seront détaillés.

Concluez en proposant la formule structurale de l'orthopyroxène analysé.

<i>Oxyde</i>	Proportion pondérale de l'oxyde (%)	Masse molaire (g.mol ⁻¹)	<i>Cation</i>	Proportion atomique	Proportion atomique calculée pour 6 oxygènes
<i>SiO₂</i>	50.12	60.09	<i>Si⁴⁺</i>		
<i>FeO</i>	31.01	71.85	<i>Fe²⁺</i>		
<i>MgO</i>	15.73	40.30	<i>Mg²⁺</i>		
<i>Autres oxydes</i>	4.45				
<i>TOTAL</i>	100				

Détail du calcul pour *Si⁴⁺* :

Conclusion : formule de l'orthopyroxène analysé

2 – Justifier le fait que la formule structurale d'un orthopyroxène soit calculée sur la base de 6 oxygènes.

3 – Dédurre des différentes informations la température d'équilibre du couple grenat – orthopyroxène étudié. Vous indiquerez dans le cadre ci-dessous la méthode suivie et le résultat obtenu.

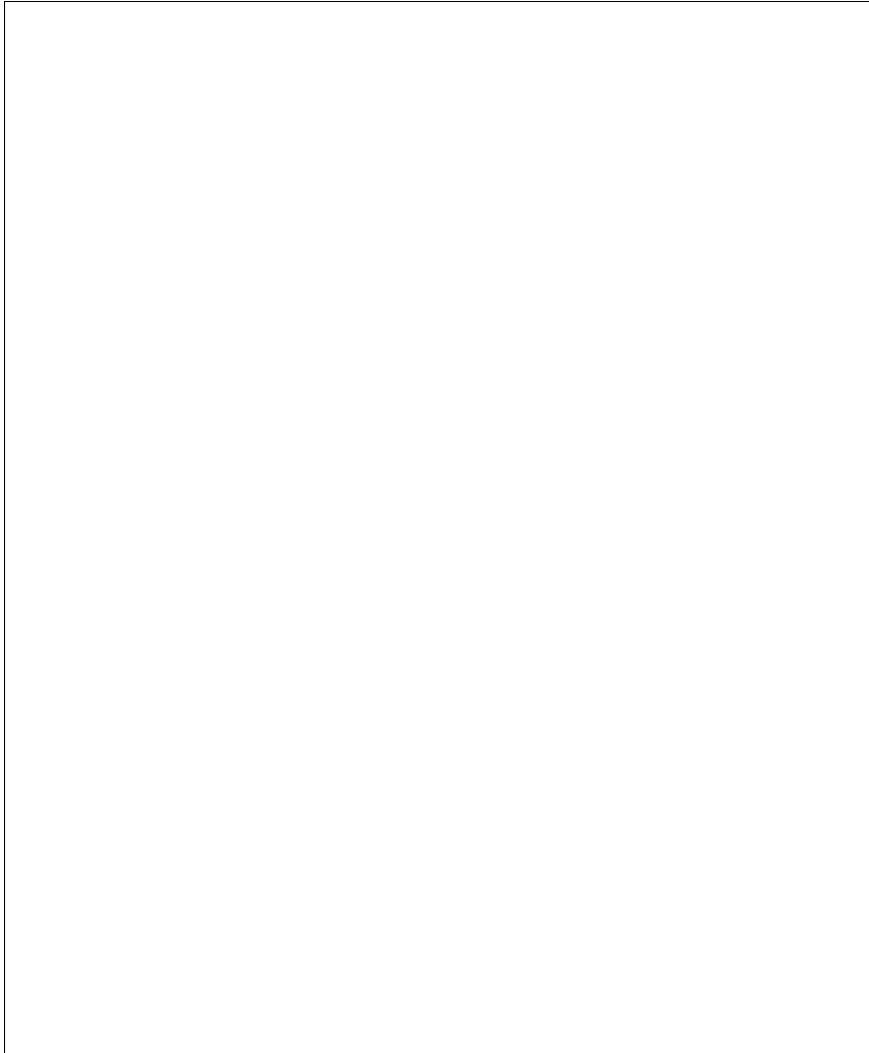
.../...

4 – La question portait sur l'identification d'un paléogradient géothermique à partir de données fournies par les couples grenats-orthopyroxènes. L'absence d'une donnée rendait la résolution impossible. La question n'a donc pas été pris en compte dans la notation.

Nom :	Prénom :	Salle :
Session 2005 Partie IV : Epreuve de pétrologie Barème : 4 pts		

Déterminez, en détaillant votre raisonnement, la nature et les conditions de formation des deux roches présentées. Votre exposé sera accompagné d'un dessin d'observation.

ECHANTILLON A



ECHANTILLON B

