

**SVT, ÉPREUVE SUR SUPPORT DE DOCUMENTS
GEOLOGIE**

Durée : 2 heures

L'usage d'abaques, de tables, de calculatrice et de tout instrument électronique susceptible de permettre au candidat d'accéder à des données et de les traiter par les moyens autres que ceux fournis dans le sujet est interdit.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

Chaque candidat est responsable de la vérification de son sujet d'épreuve : pagination et impression de chaque page. Ce contrôle doit être fait en début d'épreuve. En cas de doute, il doit alerter au plus tôt le chef de centre qui vérifiera et éventuellement remplacera son sujet.

Etude de la Limagne de Clermont-Ferrand

Les alentours de Clermont-Ferrand (ville du Puy de Dôme, Auvergne) présentent une diversité d'objets géologiques.

L'objectif de ce sujet est de caractériser le bassin dans lequel est construite la ville de Clermont-Ferrand et de comprendre son origine.

Ce sujet comprend 3 parties indépendantes soit un ensemble de 12 documents et 16 questions réparties sur 13 pages.

- Vous répondrez aux questions posées en construisant méthodiquement votre argumentation sur l'analyse des documents proposés et sur vos connaissances.

- Vous ne rédigerez ni introduction, ni conclusion générales mais un bilan sous forme de **coupe synthétique** sur le **document 12** est attendu en guise de conclusion.

- Certains documents devront être découpés et intégrés à la copie. Vous avez la possibilité de le faire pour d'autres documents, **à condition qu'ils soient exploités.**

- Les **numéros des documents** étudiés et les **numéros des questions** seront clairement indiqués dans les réponses.

Références bibliographiques :

Babuska, V. et al. 2002. *Tectonics*
Granet, M. et al. 1995. *Earth and Planetary Science Letters* **136** : 281-296
Hermann, Z. et al. 1996. *Tectonophysics* **275** : 99-117
Michon, L. et al. 2003. *Tectonophysics* **367** : 101-126

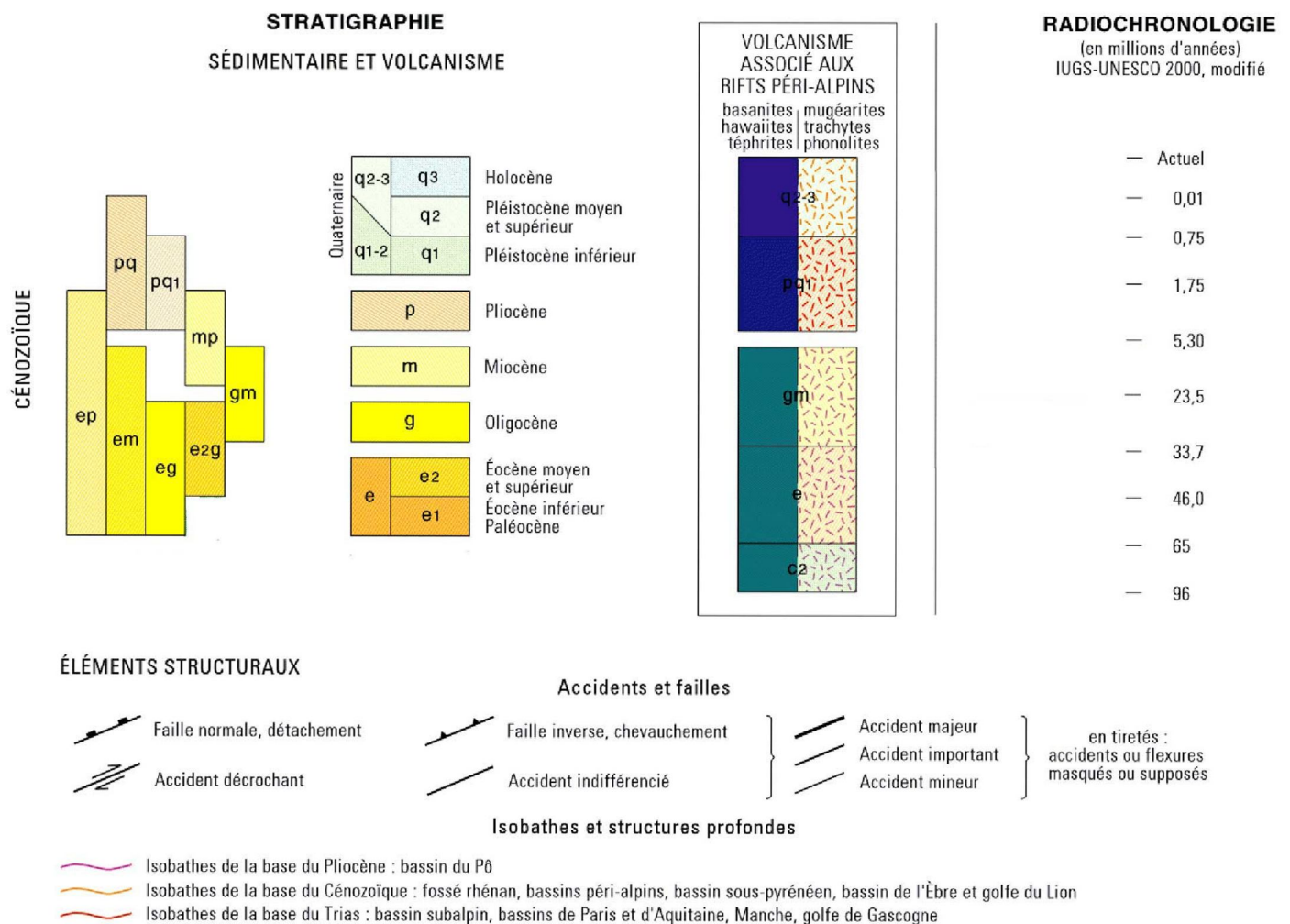
1 : Caractérisation du bassin sédimentaire : la Limagne de Clermont-Ferrand

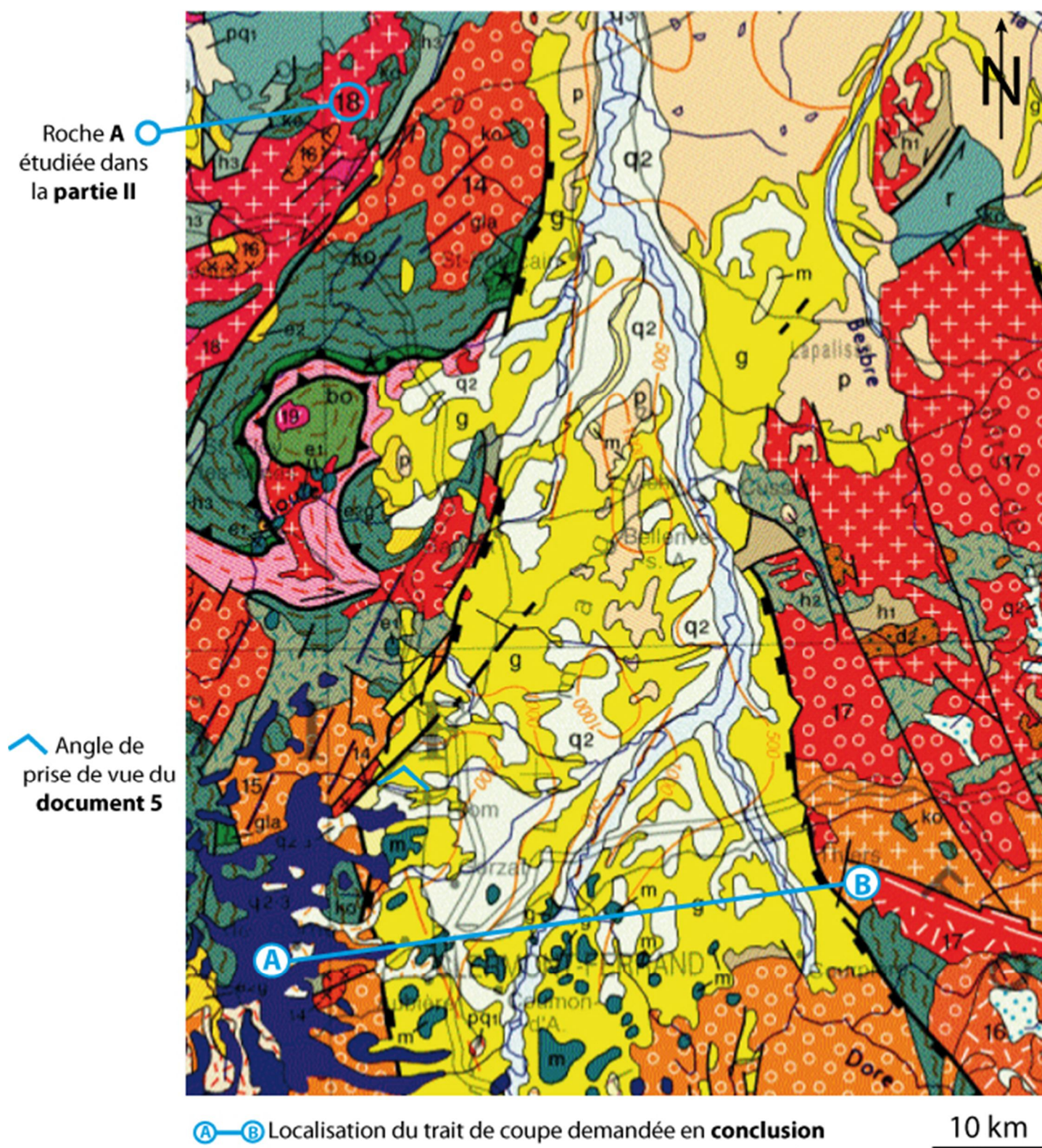
Le bassin sédimentaire dans lequel s'est construit Clermont-Ferrand, appelé la Limagne de Clermont-Ferrand, est un bassin intracontinental dont le remplissage sédimentaire est **principalement lacustre**.

1.1 : Analyse du type de bassin sédimentaire

- 1) A l'aide du **document 1**, extrayez les principales caractéristiques de ce bassin : nature de ses bordures, dimensions du bassin visibles sur l'extrait de carte fourni, épaisseur du remplissage. A quel grand type de bassin correspond-il ? Proposez un âge de mise en place des éléments structuraux de ce bassin (**répondez en maximum une page**).

Document 1 : Extrait de la carte géologique de France au millionième au niveau de Clermont-Ferrand et de sa légende (Source : *BRGM*)

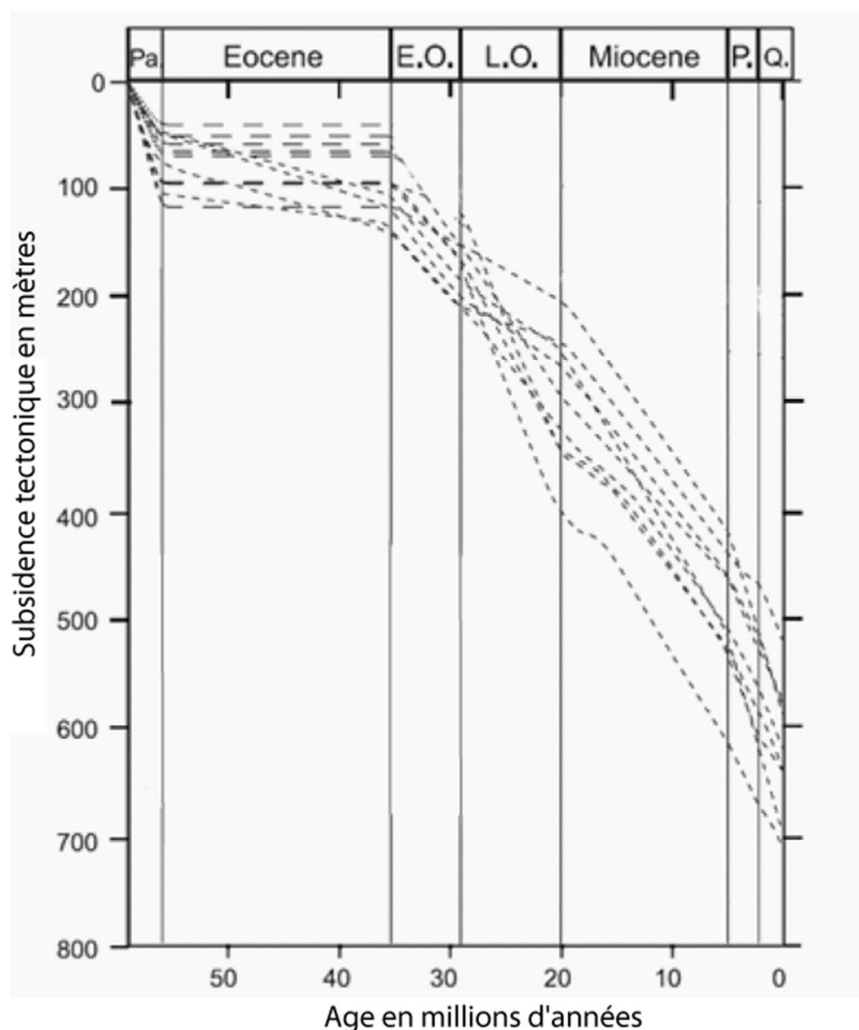




La subsidence tectonique du bassin a été calculée à partir de différentes données de forage. Le **document 2** présente les résultats obtenus pour différents forages dans le même bassin.

- 2) En vous aidant des **documents 1** et **2**, déterminez quelle est la part de la subsidence tectonique par rapport à la subsidence totale du bassin. Comment expliquez-vous la différence entre l'épaisseur maximale de sédiments déposés dans le bassin (visible sur le **document 1**) et cette subsidence tectonique ?
- 3) Que vous apprend l'étude de ces courbes sur l'histoire tectonique de ce bassin ?
- 4) Cette histoire tectonique, issue du **document 2**, est-elle en accord avec l'âge de mise en place des éléments structuraux précédemment déterminés grâce au **document 1** ? (**Justifiez votre réponse**).

Document 2 : Courbes de subsidence tectonique d'un bassin sédimentaire comparable à la Limagne de Clermont-Ferrand (Source : *Michon et al., 2003*)



On précise :

- ✓ Pa : Paléocène
- ✓ E.O. = Early Oligocène = Oligocène inférieur
- ✓ L.O. = Late Oligocène = Oligocène supérieur
- ✓ P. = Pliocène
- ✓ Q. = Quaternaire

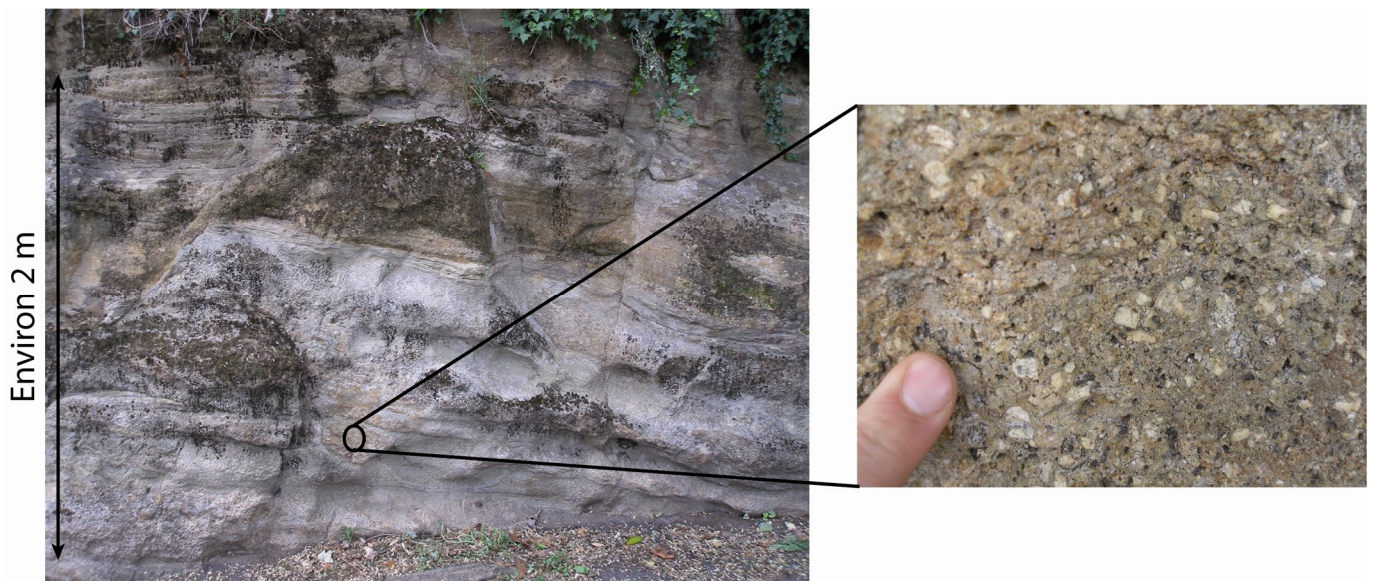
1.2 : Analyse du remplissage sédimentaire du bassin

Les roches du **document 3** ont le **même âge** mais proviennent de localisations différentes dans le bassin (leur position est précisée sur le **document 4**). Elles se sont mises en place dans des conditions différentes.

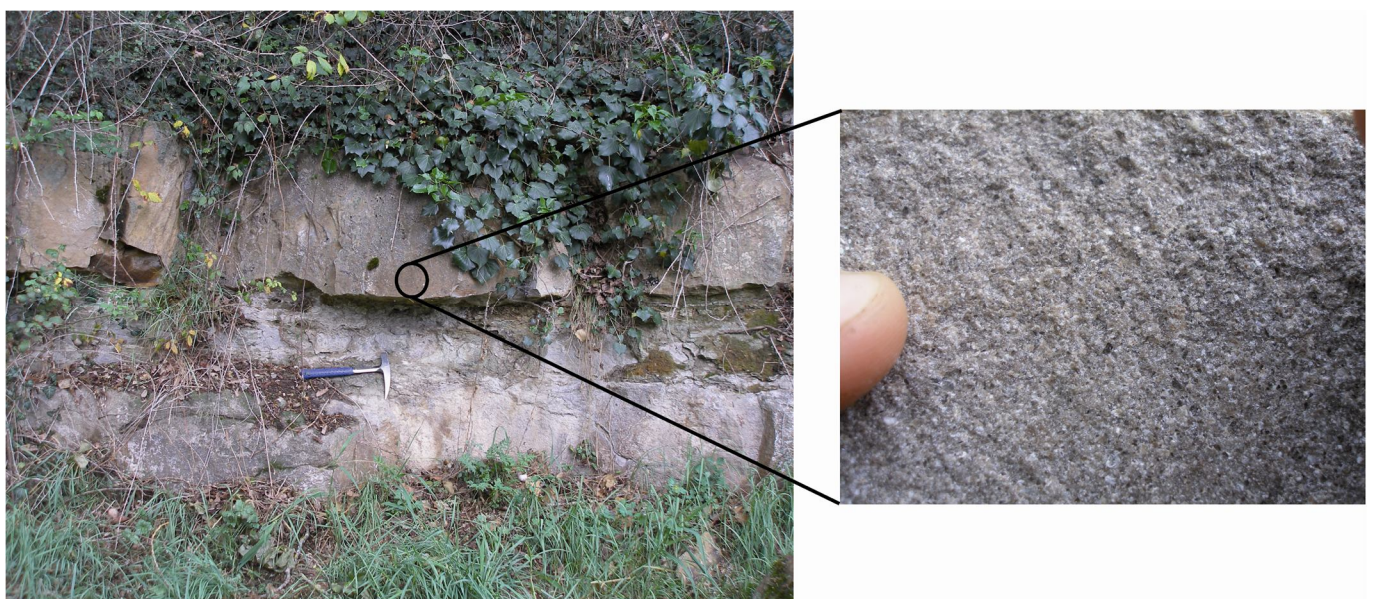
- 5) Mettez en relation la nature et la localisation des deux types de roches visibles sur le **document 3**.

Document 3 : Photographies de roches représentatives du complexe de base du bassin

Document 3.a : Roche affleurant à l'Ouest de Chamalières

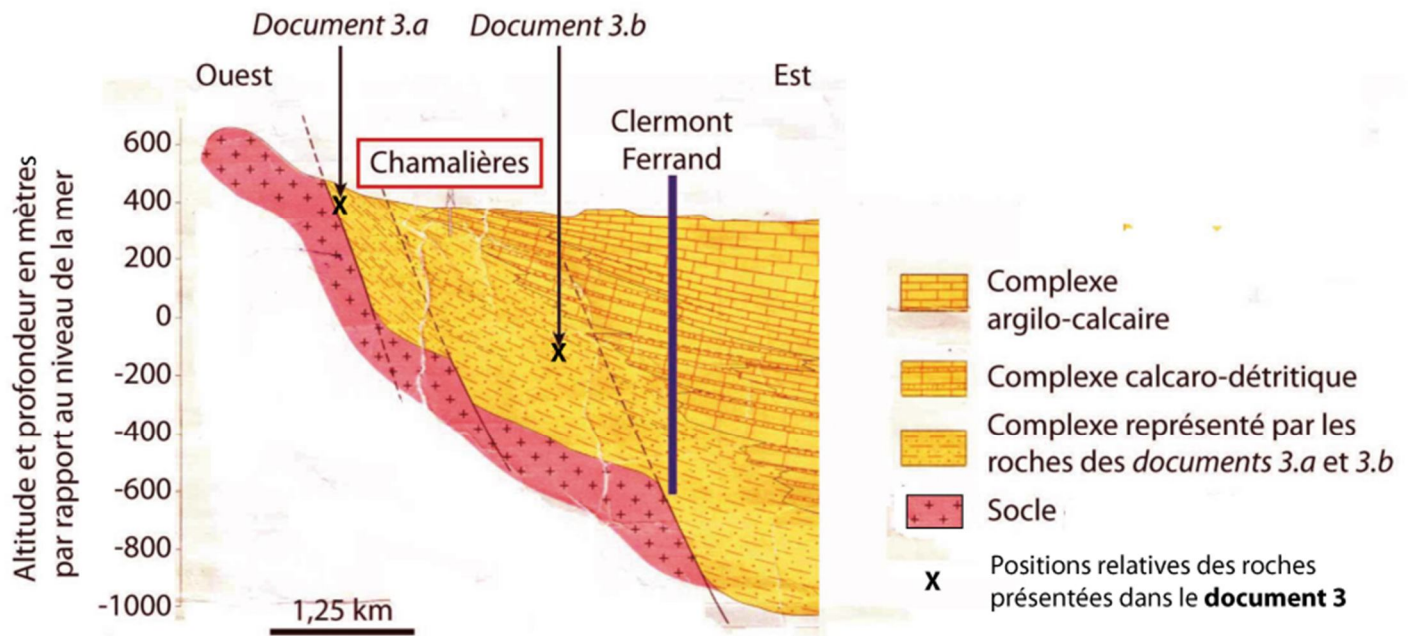


Document 3.b : Roche localisée à l'Est de Chamalières, visible à l'affleurement plus au Sud du bassin



- 6) Décrivez succinctement l'évolution temporelle de la sédimentation sur une verticale située au droit de Clermont-Ferrand (trait bleu sur le **document 4**) puis proposez une hypothèse expliquant cette évolution (**Répondez en une demi-page maximum**).

Document 4 : Extrait de la coupe schématique des formations d'âge oligocène de la Limagne de Clermont-Ferrand (Source : *carte de Clermont-Ferrand au 50 000^{ème}*)



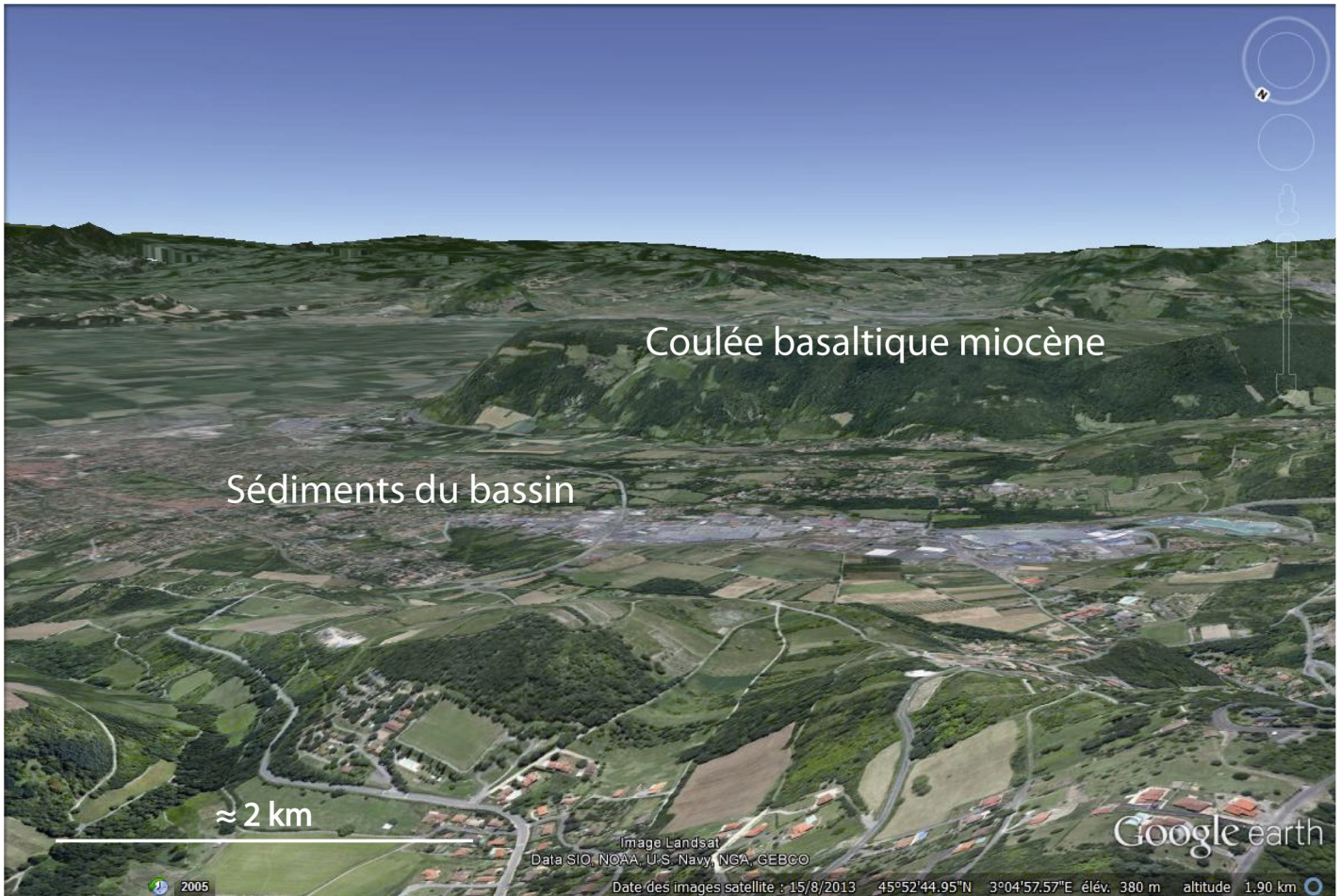
Chamalières se situe au niveau du symbole de forage. La roche du **document 3b**, en profondeur sur la coupe, affleure plus au Sud.

- 7) A partir de l'étude de ce bassin et de vos connaissances sur les marges passives, donnez deux points communs et deux différences entre ces deux types de bassins.

1.3 : Analyse du relief visible actuellement dans le bassin

- 8) Décrivez, de façon concise, la succession des événements permettant la mise en place de la **topographie** observable sur le **document 5**.

Document 5 : Image Landsat (Google Earth) d'une partie de la Limagne de Clermont-Ferrand (localisation précisée sur le **document 1**)



2 : Caractérisation du socle du bassin : étude du plateau des Dômes

Les documents suivants s'intéressent au socle du bassin. La localisation de la roche analysée est visible sur le **document 1**.

2.1 : Etude du type de roche présente

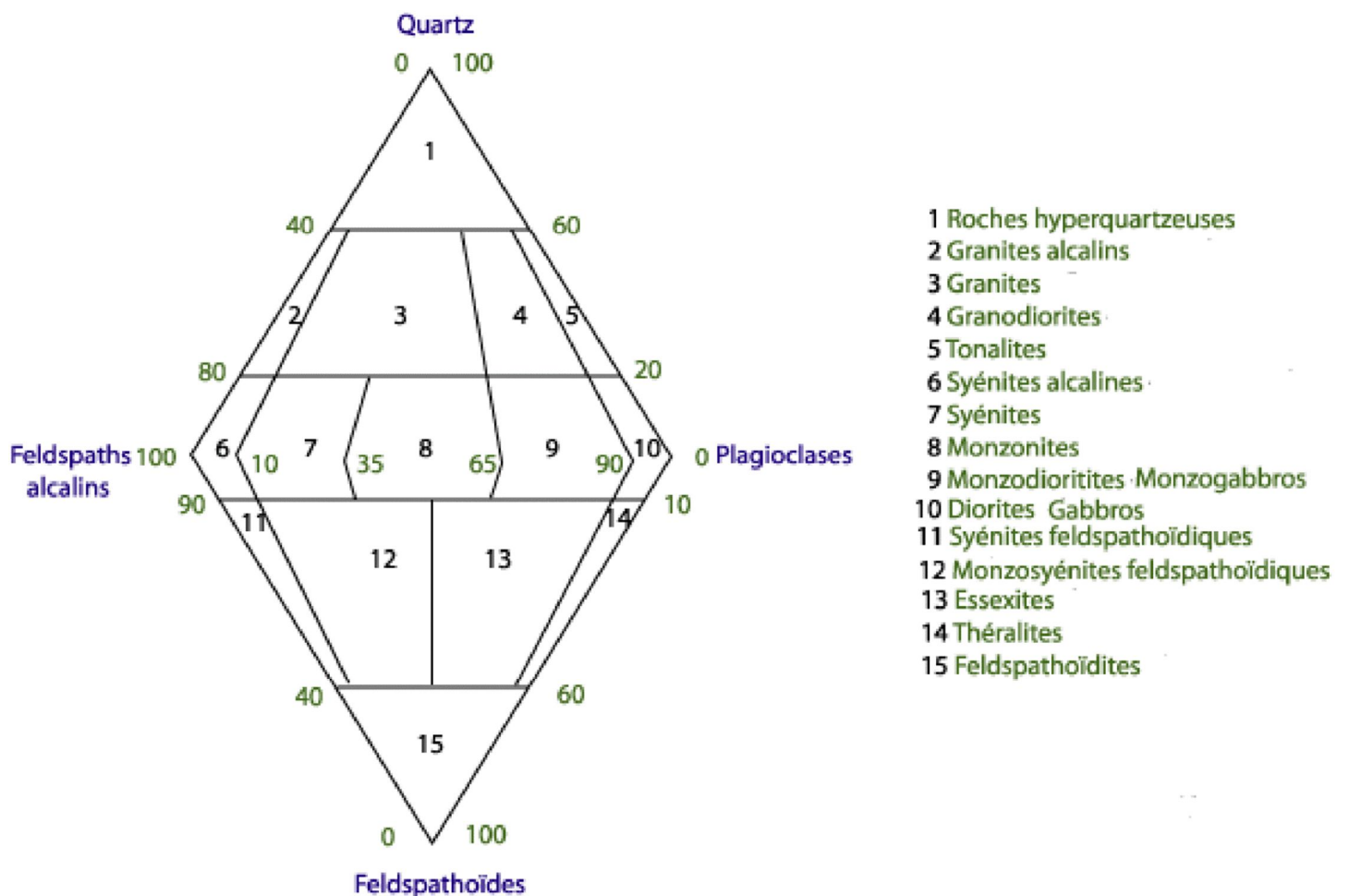
- 9) Nommez la **roche A** (localisée sur le **document 1**) grâce aux **documents 6.a** et **6.b** (à **couper et à coller dans la copie**). Les calculs nécessaires seront explicités. **L'application numérique sera approximée car réalisée sans calculatrice.**

Document 6 : Nature du socle du plateau des Dômes

Document 6.a : Composition minéralogique modale de la **roche plutonique A** en pourcentage.

Amphiboles	2 %
Biotite	5 %
Feldspaths alcalins	40 %
Ilménite	1 %
Magnétite	2 %
Plagioclases	25 %
Quartz	25 %
Total	100 %

Document 6.b : Diagramme de Streckeisen (à couper et à coller dans la copie)



2.2 : Détermination de l'âge de cette roche

On rappelle l'équation radiochronologique suivante :

$$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}) = (^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_{\text{initial}} + (^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}) (e^{\lambda t} - 1)$$

- 10) A partir des données du **document 7** et du **papier millimétré fourni (à couper et à coller dans la copie)**, tracez l'isochrone correspondante puis calculez l'âge de cette roche. Vous préciserez son ère de mise en place et justifierez que cette roche puisse être considérée comme le socle du bassin.

L'application numérique sera approximée car réalisée sans calculatrice. Vous utiliserez l'approximation suivante :

$$(e^{\lambda t} - 1) \approx \lambda t.$$

On précise que la constante radioactive du ^{87}Rb : $\lambda = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ a}^{-1}$.

Cette valeur pourra être arrondie à $1,5 \cdot 10^{-11} \text{ a}^{-1}$.

Document 7 : Rapports isotopiques rubidium-strontium valables pour la **roche A** déterminée précédemment.

(à couper et à coller dans la copie)

Echantillons	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
1	1,90	0,717
2	2,9	0,721
3	4,08	0,726
4	4,69	0,729



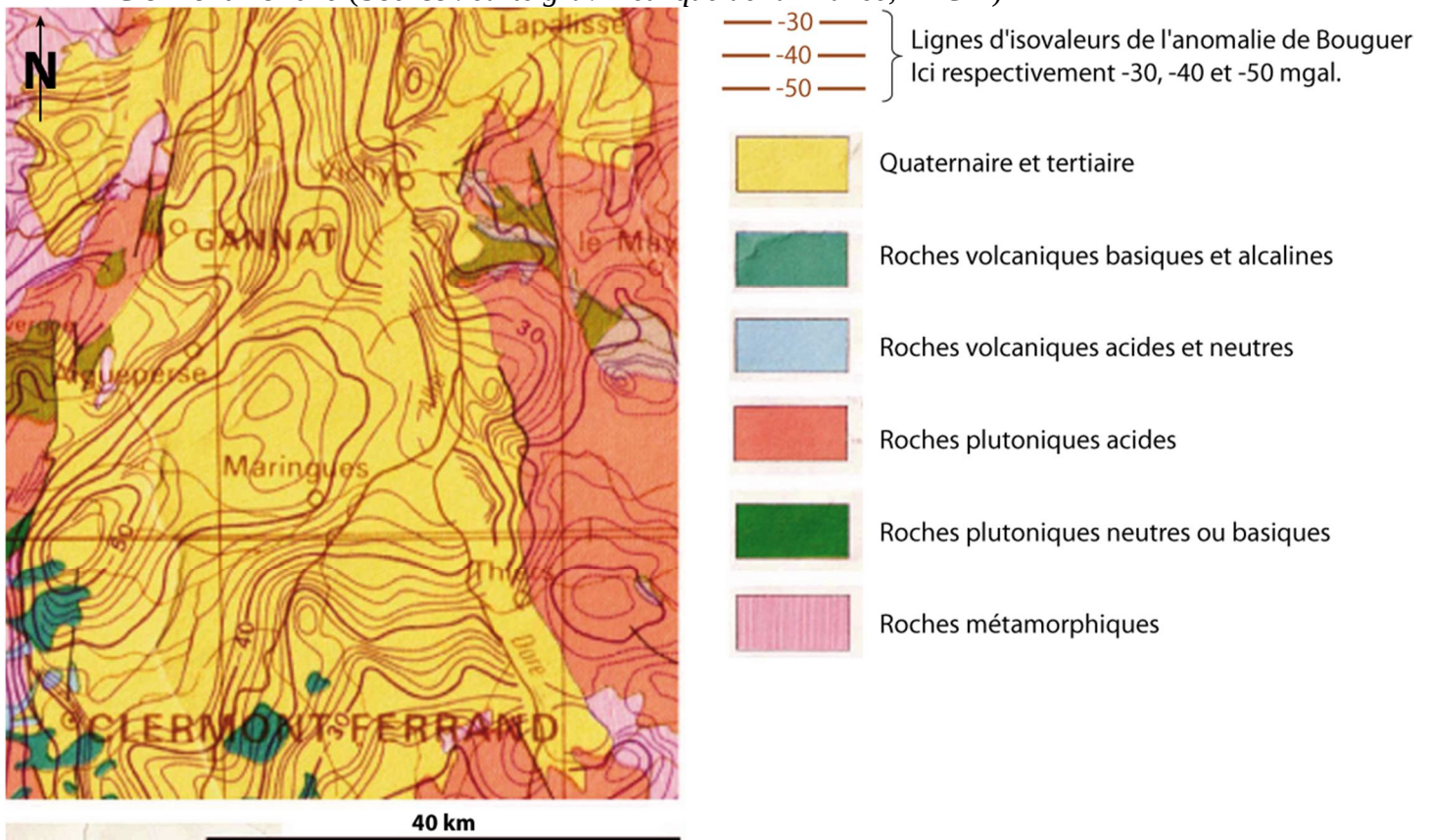
3 : Caractérisation de l'organisation en profondeur de la région

Les documents suivants s'intéressent à la caractérisation profonde du bassin.

3.1 : Apport de la gravimétrie dans la structure peu profonde

- 11) Définissez succinctement ce qu'est une anomalie en géophysique.
- 12) Donnez les grands traits de la répartition spatiale des anomalies gravimétriques visibles sur le **document 8**. En comparant avec les informations tirées du **document 1** et à l'aide de vos connaissances, proposez une explication quant à la répartition de ces anomalies.

Document 8 : Carte géologique simplifiée et anomalies de Bouguer (en mgal) de la région de Clermont-Ferrand (Source : *carte gravimétrique de la France, BRGM*)

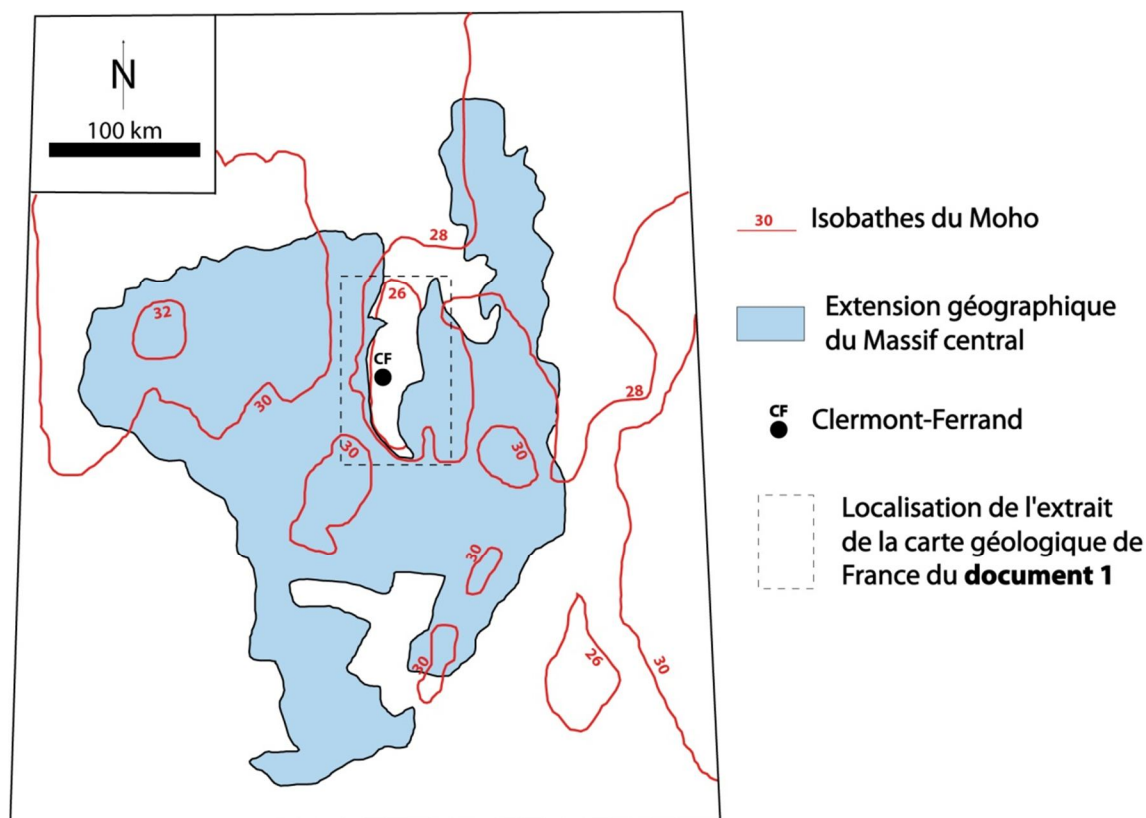


On précise qu'une anomalie de Bouguer positive correspond à un excès de masse en profondeur et qu'un déficit de masse en profondeur entraîne une anomalie de Bouguer négative.

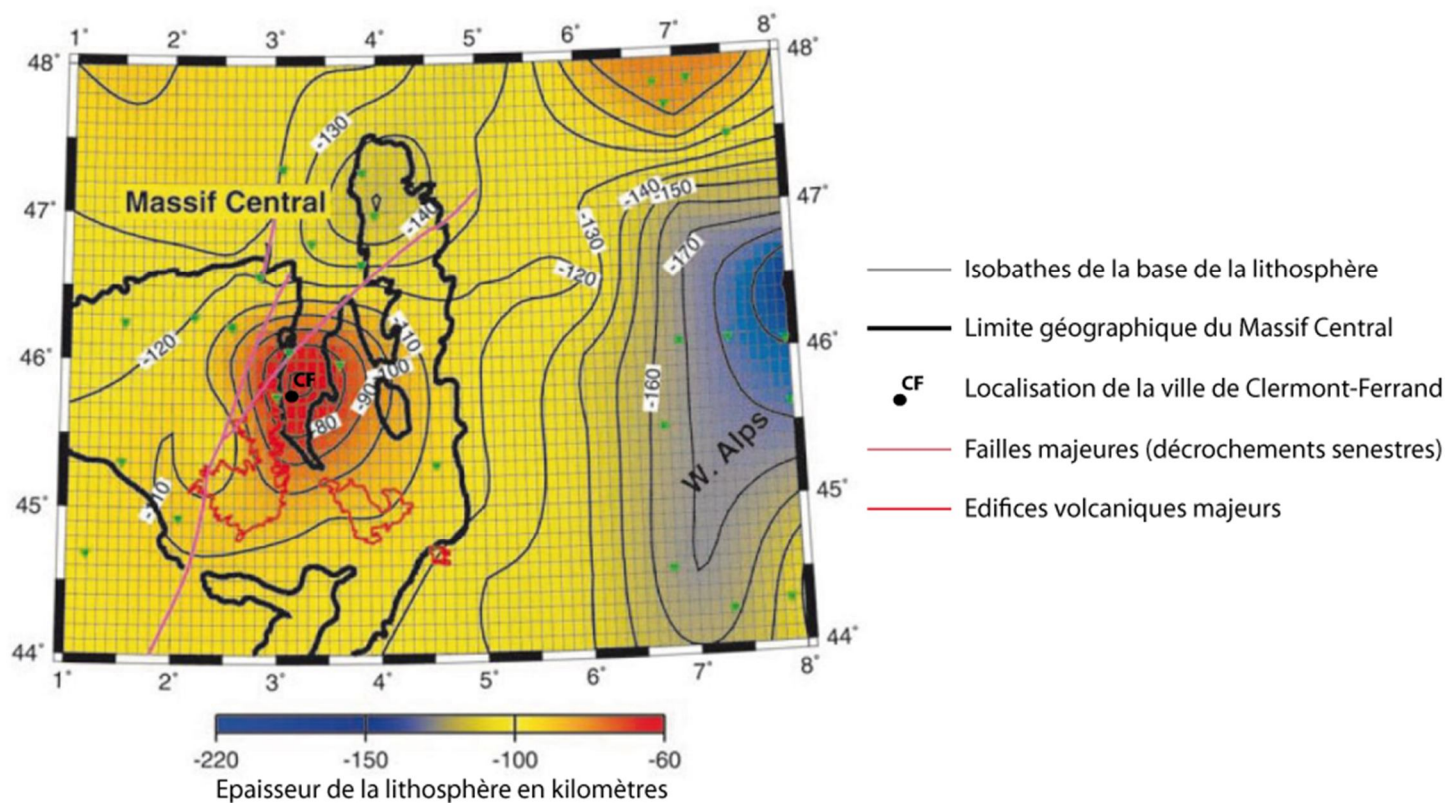
3.2 : Structure de la lithosphère sous la Limagne

- 13) D'après les **documents 9** et **10**, quelles sont les profondeurs du Moho et de la lithosphère sous la Limagne ?
- 14) L'évolution spatiale des profondeurs du Moho et de la lithosphère du bassin est-elle en accord avec ce que vous supposiez au vu du contexte étudié ? (**Justifiez votre réponse**)

Document 9 : Cartes des isobathes du Moho (en kilomètres) au niveau du Massif Central (Source : modifié d'après Hermann, Z. et al, 1996)

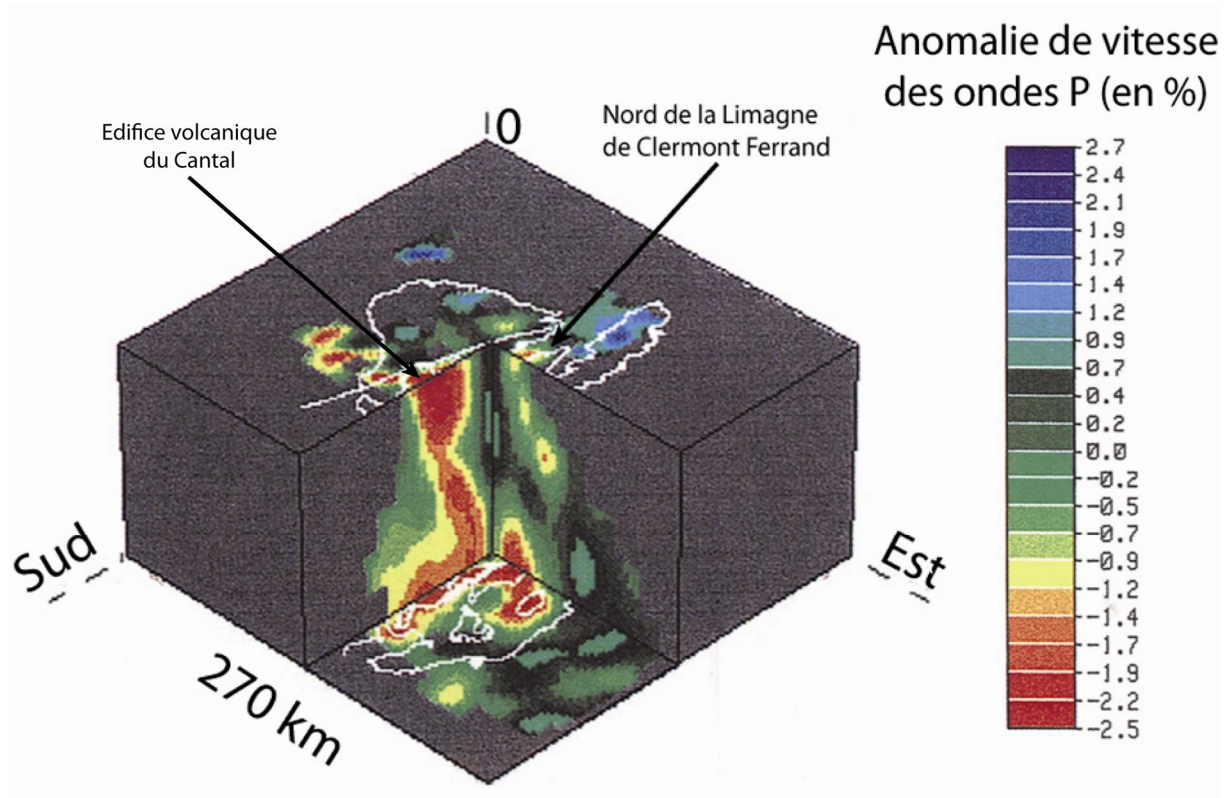


Document 10 : Carte des isobathes de la base de la lithosphère (en kilomètres) au niveau du Massif Central. (Source : Babuska et al., 2002)



- 15) Quelles informations complémentaires vous apporte le **document 11** sur la structure profonde de la Limagne ?

Document 11 : Bloc 3D de tomographie sismique allant jusqu'à 270 km de profondeur sous le Massif Central représenté par le tracé blanc (Source : *Granet et al, 1995*)



Conclusion

- 16) En guise de conclusion, complétez la coupe schématique initiée en **document 12** (à **couper et à coller dans la copie**) avec l'essentiel des observations réalisées lors de cette étude (le tracé de la coupe est repéré sur le **document 1**).

Document 12 : Ebauche de la coupe géologique attendue en conclusion
(à couper et à coller dans la copie)

