

ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE DE LYON

Concours d'admission session 2023

Filière universitaire : Second concours

COMPOSITION DE GEOLOGIE

Durée : 3 heures – 20 pts, 13 questions

L'usage de calculatrices électroniques de poche, à alimentation autonome, non imprimante et sans document d'accompagnement, est autorisé.

★ ★ ★

## Reconstruire l'histoire géologique de la région de la chaîne des Puys

Lire le sujet en entier. Les informations sont à chercher dans l'intégralité des documents (y compris en Annexe). Répondre sur votre copie et dans les cadres dédiés pour les questions 1 et 4.



Panorama des Puys de Pariou (forme conique) et de Dome (vue vers le sud-est). Dans la chaîne des Puys, 90% des édifices sont analogues à Pariou et 10% du type correspondant au Puy de Dôme.

**Q1** : A l'aide des données cartographiques, structurales, des relations de recoupement et de vos connaissances, esquissez dans le cadre ci-dessous une coupe géologique Ouest-Est à travers l'ensemble de la figure 1. (2 pt) [conseil : bien lire le sujet en entier, et faire la coupe en dernier]



**Q2** : Remplacez les analyses du tableau 1 dans le diagramme ci-dessous (figure 2). Proposer des noms pour les séries représentées (flèches pointillées). A quelle série appartient la chaîne des Puys ? (1.5 pt)

**Q3** : A l'aide des méthodes et données de chronologie relative et absolue (figures 1-3, tableau 1), ainsi que des données géochimiques, commentez la séquence évolutive des laves de la zone d'étude. (1.5 pts)

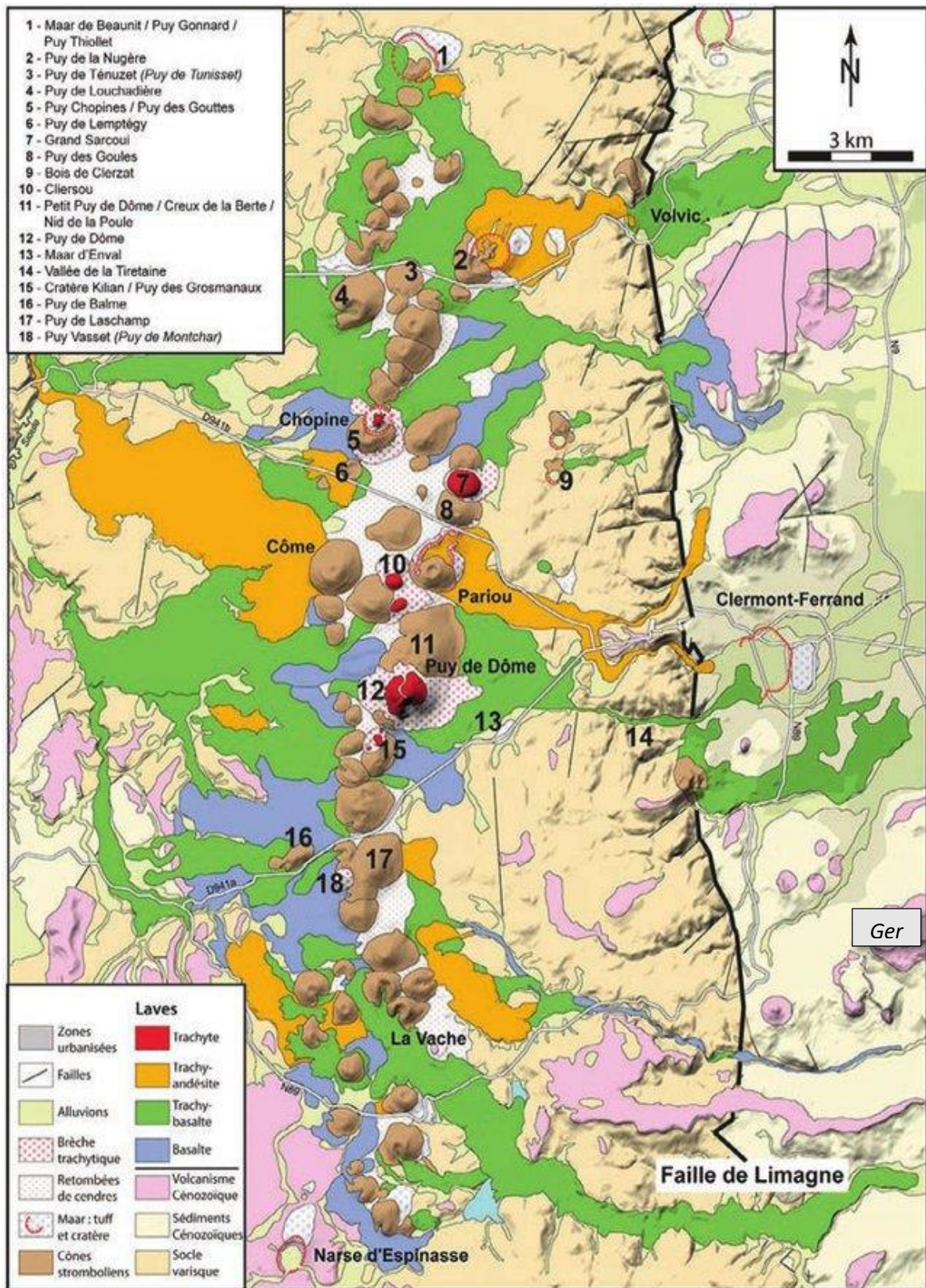


Figure 1 : Carte localisant des édifices volcaniques majeurs de la Chaîne des Puys (fond : carte simplifiée d'après Boivin et Thouret 2014). La Faille de Limagne est indiquée en noir et constitue la limite entre le Plateau des Dômes (en beige, à l'ouest) et le bassin de la Limagne, à l'est. D'après Portal & Boivin, 2016. Ger : plateau de Gergovie.

ref. analyse	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
N° édifice (Fig.1)	7	5	6	8	-	6	2	12	7	6	5
Volcan	Sarcoui	Gouttes	Lemptegy 1	Goules	Pariou	Lemptegy 2	Nugère	Dome	Sarcoui	sommet Lemptegy	Chopine
SiO <sub>2</sub>	45,28	48,34	48,11	49,49	54,10	55,21	58,35	65,26	65,72	66,50	69,18
TiO <sub>2</sub>	2,57	2,44	2,37	2,25	1,80	1,50	1,45	0,51	0,50	0,45	0,23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,09	16,23	16,08	17,42	17,80	17,38	18,52	16,85	17,58	16,80	15,92
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,80	12,03	11,88	11,34	8,50	8,55	6,51	3,01	3,32	2,42	1,82
MnO	0,20	0,19	0,19	0,19	0,20	0,19	0,21	0,23	0,23	0,20	0,17
MgO	6,69	6,21	6,05	6,05	2,85	2,67	2,10	0,67	0,64	1,00	0,24
CaO	10,30	9,03	9,38	8,17	5,70	6,12	4,60	2,17	1,76	1,10	0,91
Na <sub>2</sub> O	3,60	3,13	3,53	4,02	5,05	4,67	5,10	6,03	5,73	5,60	6,14
K <sub>2</sub> O	1,84	1,80	1,82	2,12	3,90	2,88	3,15	4,07	4,52	4,55	5,38
age (ans)	31 500	30 000	32 000	31 500	9 500	30 000	14 000	11 000	12 800	à déterminer	9 500

Tableau 1 : Compilation de données géochimiques (% de poids d'oxydes, sources diverses) pour différents volcans de la chaîne de Puys ainsi que des données d'âge (sources diverses, before present –avant 1950-, méthode K-Ar). L'analyse 'j' correspond à un dépôt qui recouvre le haut des coulées précédentes du volcan de Lemptegy (analyses 'c' et 'f').

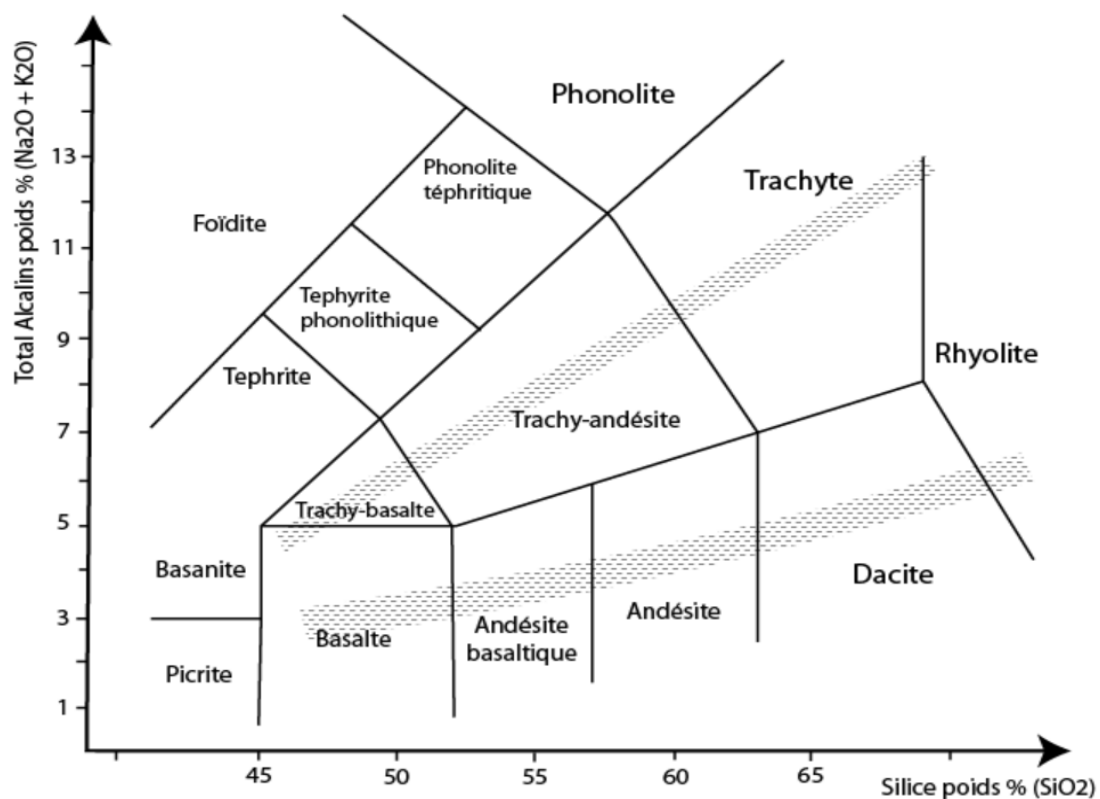
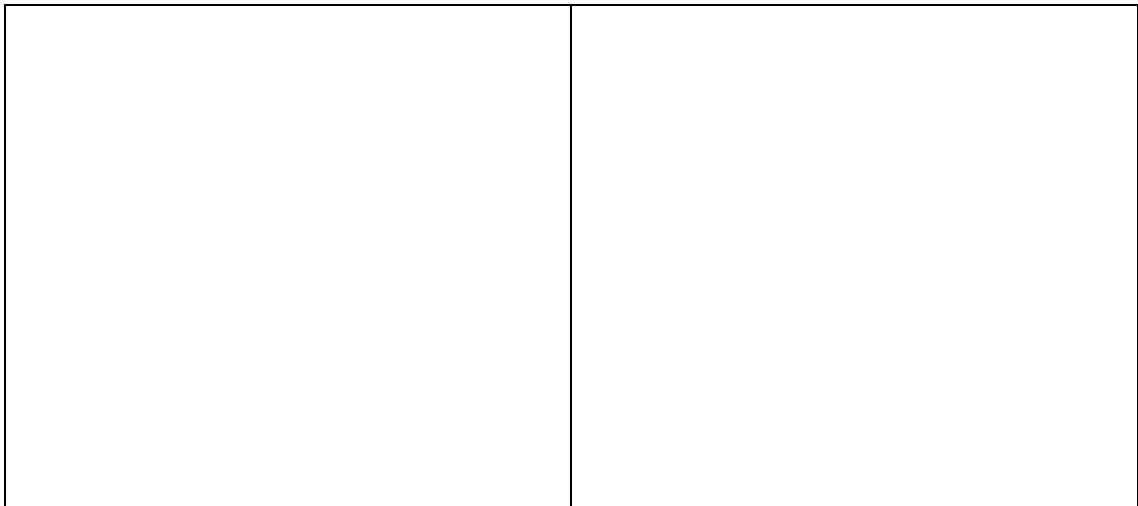


Figure 2 : Diagramme localisant les champs compositionnels pour les roches volcaniques.

**Q4 :** Esquissez à main levée dans les cadres ci-dessous l'allure au microscope optique d'un basalte et d'une rhyolite. (1.5 pt)

**Q5 :** A l'aide de vos connaissances, décrivez les deux principaux types de formations éruptives dans la chaîne des Puys et proposez une raison pour expliquer la variabilité chimique des laves et des types d'édifice, malgré leur proximité géographique (Figure 1). Donnez des exemples d'édifices récents où de tels types de volcanisme peuvent s'observer de par le monde. (2.5 pts)



Allure au microscope optique (x10, LPA) d'un basalte (gauche) et d'une rhyolite (droite). **Légendez.**

On s'intéresse à la série visible au niveau du Puy Lemptegy (édifice 6, Figure 1). La partie sommitale du front de taille de cette carrière est visible aux figures 3 et 4. On y observe une séquence où les deux dépôts sombres correspondant aux analyses 'c' et 'f' sont séparés d'une couche plus claire (analyse 'j') via un niveau jaune poreux, dans lequel sont retrouvés majoritairement des argiles, des grains de feldspath et de quartz. Sa composition moyenne est la suivante : SiO<sub>2</sub> (31.7%) TiO<sub>2</sub> (3.9%) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (27.1%) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (17.7%) MgO (0.7%) CaO (0.5%) Na<sub>2</sub>O (0.5%) K<sub>2</sub>O (0.5%) H<sub>2</sub>O (17%). Des fragments décimétriques de lignite orientés N25 (±5°) sont retrouvés à différents endroits du site à la base de la couche 'j' (Fig.4b), associés à des bombes et brèches pluri-centimétriques à pluri-décimétriques (Fig.4a).

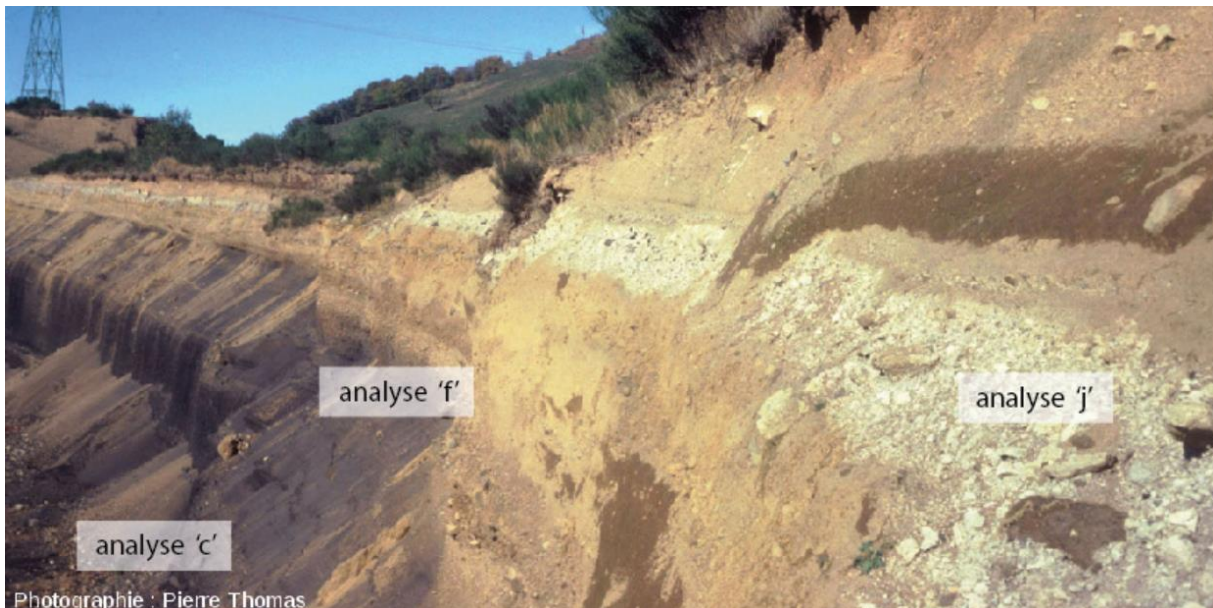


Figure 3 : Vue du front de taille de la carrière localisant les lieux d'échantillonnage de trois analyses du Tab.1.

**Q6 :** Selon vous, à quoi peut correspondre le niveau jaune entre 'f' et 'j' ? Quand s'est-il formé ? Justifiez votre réponse. (1 pt)

Le fragment de lignite noir est échantillonné en vue d'une datation au <sup>14</sup>C. Pour rappel, la relation reliant **t** (l'âge de l'échantillon étudié) à la constante de désintégration **λ** et aux nombres d'atomes initiaux (**N<sub>0</sub>**) et à l'instant **t** (**N<sub>t</sub>**) est la suivante :  $t = \ln [N_0/N_t] \times 1/\lambda$ . (période **T** = 5730 ans pour le <sup>14</sup>C)

**Q7 :** Démontrez/expliquez cette relation et calculez la valeur de **λ** pour ce système. (1 pt)

Les mesures indiquent un nombre de désintégrations atomiques de  $4.2 (\pm 0.1)$  désintégrations par minute (dpm) par gramme d'échantillon, tandis que le carbone extrait des végétaux supérieurs actuels produit une valeur de 13.56 dpm par gramme.

**Q8 :** Calculez l'âge de l'échantillon (NB : âge BP 'Before Present'). Concluez sur l'évènement géologique ayant causé la couche 'j'. Pouvez-vous proposer une origine (géographique, chimique) pour les matériaux la constituant ? (2 pt)

**Q9 :** Des fragments de xénolites (enclaves) grenus sont parfois visibles dans certaines coulées de la chaîne de Puys. Certains sont riches en olivine, d'autres riches en quartz. Quelle peut être leur origine ? Peut-on les dater avec la même méthode ? Justifiez et proposez éventuellement une autre méthode. (1.5 pt)



**Figure 4 :** trois photos de terrain et de matériel visible dans la partie supérieure de la carrière de Lemptegy. Le matériel de l'analyse 'j' est analogue à celui du gros bloc métrique visible au milieu de la figure a. L'analyse 'c' correspond à un matériel similaire à celui de la photo 'c'.

**Q10 :** Des investigations géophysiques ont permis de mettre en évidence une épaisseur de près de 2500m de la série Cénozoïque au niveau de Riom au nord de Clermont (Fig.5). Citez une méthode qui permet cette estimation et expliquez brièvement (par ex., à l'aide d'un schéma) son principe. (1 pt)

**Q11 :** Les études sédimentologiques et paléontologiques réalisées à divers endroits à proximité de la faille de la Limagne (Fig.1) permettent de mieux comprendre l'environnement de dépôt à l'Oligo-Miocène. A l'aide des documents de la figure 5, que pouvez-vous conclure sur ce milieu et les évènements qui l'ont affecté ? (1 pt)

**Q12 :** Que révèle la carte de la figure 6 quant à la structure à grande échelle sous la Limagne, et qu'est-ce que cela peut indiquer sur son contexte de mise en place ? Peut-on estimer la

profondeur à laquelle les liquides magmatiques primitifs à l'origine de la chaîne des Puys ont été produits ? (voir Annexe) (1 pt)

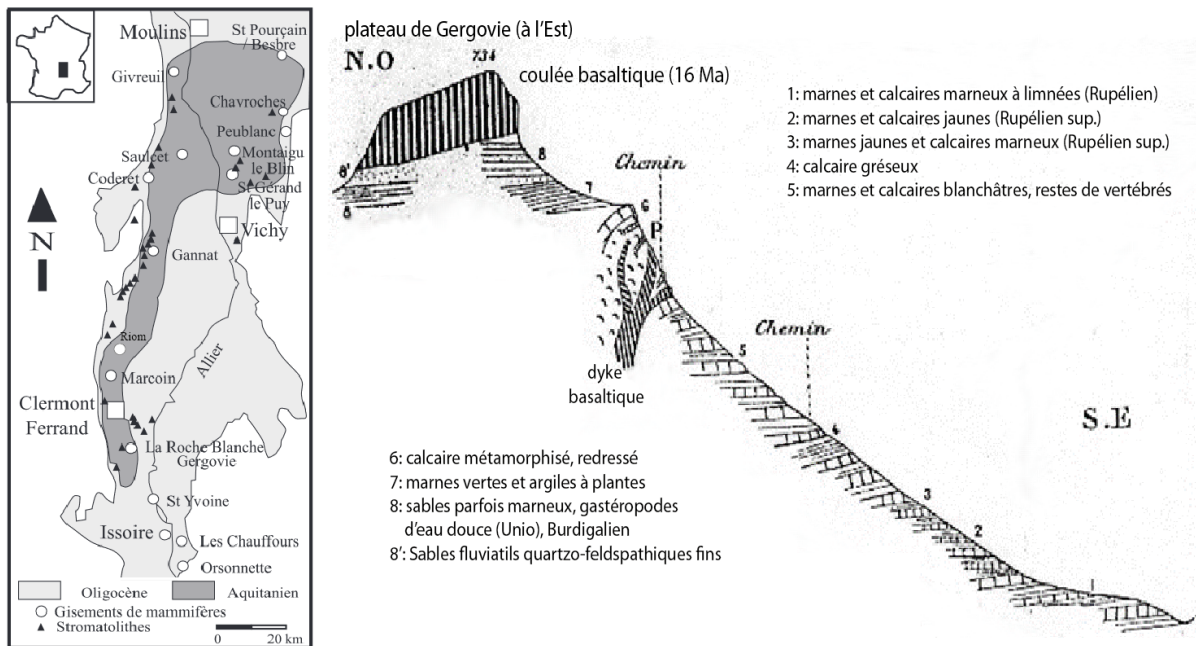


Figure 5 : (gauche) Carte simplifiée (tirée de Watinne et al., 2003) de la région de la Limagne localisant les dépôts Aquitaniens. (droite) Coupe géologique du versant SE du plateau de Gergovie (localisé sur la carte de gauche, extrait de Giraud, 1902). Le haut du plateau domine à 734m la plaine de la Limagne 300m plus bas.

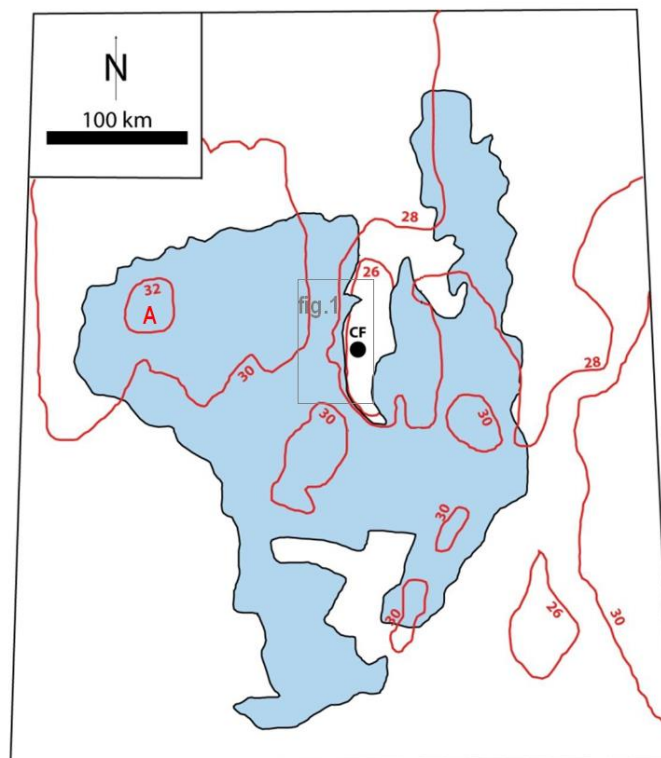


Figure 6 : Carte des isobathes de la base du Moho (en rouge, en kilomètres) dans le massif central (d'après Hermann et al., 1996). CF : Clermont-Ferrand ; remplissage bleu : 'socle' du massif central. Les études géophysiques (par ex. Sobolev et al., 1997) indiquent une température à 30km de 900°C sous CF, et de 700°C sous la point 'A' (région de Limoges).

**Q13** : A l'aide de tous les documents à disposition, proposez de manière concise (1 page max.) une reconstitution de l'histoire géologique de la région d'étude. Liste de tirets et schémas acceptés. Vous pourrez également replacer ces observations dans un contexte spatial plus large. (2.5 pt)

**Annexe**

*Extrait de l'échelle chronostratigraphique internationale*

Eonothème Eon	Ère Eratheème	Système Période	Série Epoque	Etage	Gradstein & Ogg, 2004	GSSP	Odin, 1995 GSSP	
zoïque	Cénozoïque	Quaternaire q	Holocène	q4	0.0118		0.0103	
			Pléistocène q1-3	Supérieur	q3	0.126		0.130
				Moyen	q2	0.781		0.780
				Inférieur	q1	1.806		1.75 ± 0.05 ★
		Pliocène p	Gélasien	p3	2.588	👉		
			Plaisancien	p2	3.600	👉	3.4	
		Miocène m		Zancliéen	p1	5.332	👉	5.3
			Messinien	m6	7.246	👉	7.1 ± 0.3	
			Tortonien	m5	11.608	👉	11.0 ± 0.3	
			Serravallien	m4	13.65		14.7 ± 0.5	
			Langhien	m3	15.97		15.8 ± 0.4	
			Burdigalien	m2	20.43		20.3 ± 0.5	
		Paléogène	Aquitainien	m1	23.03	👉	23.0 ± 0.5	
			Oligocène g	Chattien	g2	28.4 ± 0.1		28.0 ± 1
				Rupélien	g1	33.9 ± 0.1	👉	33.7 ± 0.5 ★
			Eocène e4-7	Priabonien	e7	37.2 ± 0.1		37 1/0.5
				Bartonien	e6	40.4 ± 0.2		40.0 ± 1
				Lutétien	e5	48.6 ± 0.2		46.0 1/0.5
			Paléocène e1-3	Yprésien	e4	55.8 ± 0.2	👉	53.0 ± 1
		Thanétien		e3	58.7 ± 0.2		59.0 ± 2	
		Sélandien		e2	61.7 ± 0.2			
		Danien		e1	65.5 ± 0.3	👉	65.0 ± 0.5 ★	
				Maastrichtien	c6	70.6 ± 0.6	👉	72.0 ± 0.5

*Géothermes terrestres, solidus et liquidus de la péridotite (d'après Planet-Terre)*

